



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

# **Caderno técnico Molhes**

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 Molhes**



### 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 - Molhe da Barra de Rio Grande/RS .....	1
Figura 2 - Molhe da Barra de Rio Grande/RS .....	2
Figura 3 - Seção transversal do molhe.....	2
Figura 4 - Confeção de tetrápode para molhe .....	3
Figura 5 - Tetrápodes utilizados na carapaça de molhe.....	3
Figura 6 - Xblocs utilizados na carapaça de molhe .....	4
Figura 7 - Atividades integrantes do grupo de serviços de molhes .....	10

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Velocidades máximas dos caminhões nos diferentes caminhos de serviço.....	6
Tabela 2 - Velocidades médias para os caminhões em leito natural (carregado) .....	7
Tabela 3 - Velocidades médias para os caminhões em leito natural (vazio).....	7
Tabela 4 - Velocidades médias para os caminhões em revestimento primário (carregado).....	7
Tabela 5 - Velocidades médias para os caminhões em revestimento primário (vazio) .....	8
Tabela 6 - Velocidades médias para os caminhões em rodovia pavimentada (carregado).....	8
Tabela 7 - Velocidades médias para os caminhões em rodovia pavimentada (vazio) .....	9
Tabela 8 - Velocidades máximas dos batelões .....	9
Tabela 9 - Velocidades médias para os batelões autopropelidos .....	9
Tabela 10 - Velocidades médias para os batelões rebocados .....	10
Tabela 11 - Produções de equipe - seleção de material pétreo .....	11
Tabela 12 - Parâmetros do plano de fogo adotado .....	14
Tabela 13 - Consumo de nonel iniciador - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça .....	15
Tabela 14 - Consumo de nonel de coluna - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça .....	16
Tabela 15 - Consumo de nonel de ligação - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça .....	16
Tabela 16 - Consumo dos equipamentos seccionados - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça .....	17



Tabela 17 - Vida útil média da broca - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça .....	18
Tabela 18 - Consumo de série de brocas - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça .....	18
Tabela 19 - Consumo de concreto - fabricação de tetrápode e <i>Xbloc</i> .....	20
Tabela 20 - Consumo de fôrma - fabricação de tetrápode e <i>Xbloc</i> .....	20
Tabela 21 - Consumo de armação - fabricação de tetrápode e <i>Xbloc</i> .....	21
Tabela 22 - Consumo de operação de mergulho dependente em profundidade de até 30 m - lançamento de blocos artificiais de concreto para carapaça.....	26
Tabela 23 - Relação das composições de custos por subgrupo - molhes .....	27



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Parâmetros referenciais.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SERVIÇOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Obtenção/fabricação de material para molhe .....</b>	<b>11</b>
2.1.1	Seleção de material pétreo.....	11
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>11</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva.....</i>	<i>11</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>11</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>11</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>11</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>12</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>12</i>
2.1.2	Escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça .....	12
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>12</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva.....</i>	<i>12</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>12</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>14</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>14</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>18</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>18</i>
2.1.3	Fabricação de tetrápode e Xbloc.....	19
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>19</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva.....</i>	<i>19</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>19</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>19</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>19</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>21</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>21</i>
<b>2.2</b>	<b>Lançamento de material para molhe.....</b>	<b>21</b>
2.2.1	Carga, transporte e descarga de material pétreo para molhes.....	21
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>21</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva.....</i>	<i>21</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>21</i>



2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	22
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	22
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	22
2.2.1.7	<i>Critérios de medição</i>	22
2.2.2	<i>Espalhamento e conformação de material pétreo para núcleo</i>	23
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	23
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	23
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	23
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	23
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	23
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	24
2.2.2.7	<i>Critérios de medição</i>	24
2.2.3	<i>Espalhamento e conformação de material pétreo para subcarapaça</i>	24
2.2.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	24
2.2.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	24
2.2.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	24
2.2.3.4	<i>Mão de obra</i>	25
2.2.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	25
2.2.3.6	<i>Operações de transporte</i>	25
2.2.3.7	<i>Critérios de medição</i>	25
2.2.4	<i>Lançamento de blocos artificiais de concreto para carapaça</i>	25
2.2.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	25
2.2.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	25
2.2.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	25
2.2.4.4	<i>Mão de obra</i>	26
2.2.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	26
2.2.4.6	<i>Operações de transporte</i>	26
2.2.4.7	<i>Critérios de medição</i>	26
<b>APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - MOLHES</b>		<b>27</b>





## 1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, molhes consistem em estruturas costeiras constituídas de enrocamentos de blocos soltos de rochas e de estruturas artificiais de concreto, cuja finalidade é funcionar como quebra-mar de modo a proteger o canal das ações das ondas e do assoreamento, garantindo a navegação segura das embarcações.

O sistema se estende pelo mar, onde uma das extremidades sempre está localizada em terra, conforme apresentado nas figuras 1 e 2.

**Figura 1 - Molhe da Barra de Rio Grande/RS**



Fonte: REGUFFE, J. **Molhes da Barra de Rio Grande**. Disponível em: <https://acervo.popa.com.br/imagens/rio-grande/index.htm>. (Adaptado)



**Figura 2 - Molhe da Barra de Rio Grande/RS**



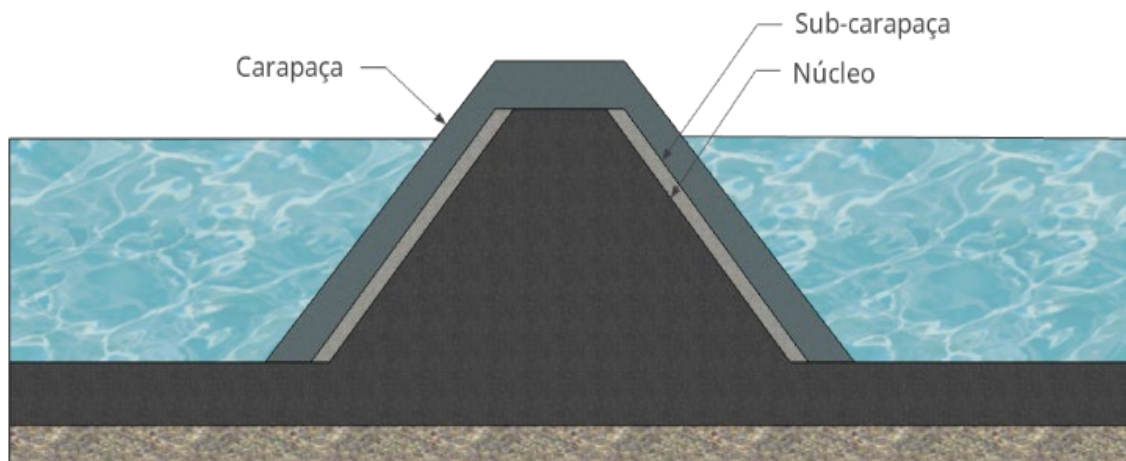
Fonte: REGUFFE, J. **Molhes da Barra de Rio Grande**. Disponível em: <https://acervo.popa.com.br/imagens/rio-grande/index.htm>. (Adaptado)

A estrutura do molhe é dividida nos seguintes componentes:

- carapaça: camada externa que recebe o impacto direto das ondas;
- núcleo: camada interna;
- subcarapaça: camada intermediária entre a carapaça e o núcleo.

O croqui constante da figura 3 apresenta um modelo genérico da seção transversal do corpo de um molhe.

**Figura 3 - Seção transversal do molhe**



Fonte: FGV IBRE





A carapaça é constituída por blocos de rocha ou dispositivos artificiais de concreto, ambos com peso elevado.

Os elementos de concreto possuem formatos diversos, com massas variando entre 8 a 12 toneladas, consoante aos modelos apresentados nas figuras 4, 5 e 6.

**Figura 4 - Confeção de tetrápode para molhe**



Fonte: CORE77. **A Triumph of Design-and Manufacturing: The Story of Cubipods and the Innovative Mold Required to Make Them.** Disponível em: <https://www.core77.com/posts/88545/A-Triumph-of-Design%E2%80%94and-Manufacturing-The-Story-of-Cubipods-and-the-Innovative-Mold-Required-to-Make-Them>. 2019.

**Figura 5 - Tetrápodes utilizados na carapaça de molhe**



Fonte: AKIYOKO. **Tetrapod.** Disponível em: <https://depositphotos.com/br/photo/breakwater-5733616.html>. 2011.



**Figura 6 - Xblocks utilizados na carapaça de molhe**



Fonte: SOCIÉTÉ DES PORTS DU DÉTROIT - SPD. **The Xblocks**. Disponível em: <https://www.spd-calais.com/en/temoignage/the-xblocksr>.

O núcleo é constituído por blocos de rocha com massa limitada a 0,5 toneladas, sem a contaminação de pó de pedra e de outros materiais não rochosos.

A subcarapaça é constituída por blocos de rocha com massa variando entre 0,5 e 2 toneladas.

No que tange às características do material pétreo empregado na construção de molhes, os blocos são formados por rochas graníticas, com massa específica aparente superior a  $2,65000 \text{ t/m}^3$ , isentos de fissuras, de formato geométrico próximo ao cúbico e de resistência a ruptura por compressão simples superior a 50 MPa.

Para a obtenção em pedreira, a quantidade de explosivos deve ser reduzida em relação ao usualmente empregado em bancadas para produção de pedra britada. Tal procedimento tem por objetivo gerar blocos grandes e adequados para a utilização no molhe, sendo a seleção efetuada por equipes de profissionais especializados, em conformidade com as especificações técnicas requeridas.

Os blocos artificiais utilizados nos molhes são pré-moldados em concreto, cuja resistência característica adotada é de 20 MPa, não possuindo armação estrutural.



## 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 molhes são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

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



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

b) fator de conversão:

- materiais de 3ª categoria:  $F_{cv} = 1,0 / 1,75 = 0,57$ .

c) fator de carga:

- materiais pétreos de 3ª categoria para molhes:
  - caminhão basculante:  $F_{ca} = 0,90$ ;
  - demais equipamentos:  $F_{ca} = 0,70$ .

d) velocidade de deslocamento

As velocidades médias adotadas no cálculo das produções horárias dos caminhões foram estabelecidas com base nos resultados obtidos nas aferições de campo realizadas pelo Centro de Excelência em Engenharia de Transportes – CENTRAN, em função da distância de transporte e do tipo de revestimento dos caminhos de serviço, por meio da aplicação do seguinte modelo estatístico:

$$v = v_m \times \sqrt{1 - \left(\frac{x - x_m}{x_m}\right)^2}$$

onde:

$v$  representa a velocidade média, em quilômetros por hora;

$v_m$  representa a velocidade média máxima, em quilômetros por hora;

$x$  representa a distância, em metros;

$x_m$  representa a distância em que ocorre a velocidade média máxima, em metros.

As velocidades médias máximas ocorrem na distância de 3.000,00 metros, consoante aos valores apresentados na tabela 1.

**Tabela 1 - Velocidades máximas dos caminhões nos diferentes caminhos de serviço**

Tipo de caminho de serviço	Velocidade média máxima (km/h)	
	Ida (carregado)	Volta (vazio)
Leito natural	21,00	39,00
Revestimento primário	40,00	45,00
Pavimentada	45,00	60,00





Com base nos parâmetros obtidos, são determinadas as velocidades médias em função das distâncias de deslocamento dos caminhões nas atividades de escavação, carga e transporte para os diferentes caminhos de serviço, nas condições carregada e vazia, consoante aos valores apresentados nas tabelas 2 a 7.

**Tabela 2 - Velocidades médias para os caminhões em leito natural (carregado)**

Leito natural - caminhões carregados		
Distância (m)	Velocidade Sicro 2 (km/h)	Velocidade calculada (km/h)
125,00	6,00000	5,99870
300,00	9,60000	9,15369
500,00	12,00000	11,60819
700,00	13,20000	13,48295
900,00	15,00000	14,99700
1.100,00	15,60000	16,25146
1.300,00	16,80000	17,30289
1.500,00	18,00000	18,18653
1.700,00	19,80000	18,92591
1.900,00	19,80000	19,53740
3.000,00	21,00000	21,00000

**Tabela 3 - Velocidades médias para os caminhões em leito natural (vazio)**

Leito natural - caminhões vazios		
Distância (m)	Velocidade Sicro 2 (km/h)	Velocidade calculada (km/h)
125,00	9,60000	11,14044
300,00	15,60000	16,99971
500,00	24,00000	21,55806
700,00	27,60000	25,03977
900,00	28,20000	27,85157
1.100,00	33,00000	30,18129
1.300,00	34,80000	32,13394
1.500,00	36,00000	33,77499
1.700,00	37,20000	35,14812
1.900,00	37,20000	36,28374
3.000,00	39,00000	39,00000

**Tabela 4 - Velocidades médias para os caminhões em revestimento primário (carregado)**

Revestimento primário - caminhões carregados		
Distância (m)	Velocidade aferida (km/h)	Velocidade calculada (km/h)
400,00	24,90000	19,95551
800,00	28,81000	27,19477



**Tabela 4 - Velocidades médias para os caminhões em revestimento primário (carregado)  
(2/2)**

Revestimento primário - caminhões carregados		
Distância (m)	Velocidade aferida (km/h)	Velocidade calculada (km/h)
1.200,00	31,78000	32,00000
1.600,00	34,29000	35,37733
2.000,00	36,53000	37,71236
2.400,00	38,18000	39,19184
2.800,00	39,33000	39,91101
3.000,00	40,00000	40,00000

**Tabela 5 - Velocidades médias para os caminhões em revestimento primário (vazio)**

Revestimento primário - caminhões vazios		
Distância (m)	Velocidade aferida (km/h)	Velocidade calculada (km/h)
400,00	25,86000	22,44994
800,00	32,07000	30,59412
1.200,00	35,35000	36,00000
1.600,00	37,81000	39,79950
2.000,00	39,94000	42,42641
2.400,00	41,32000	44,09082
2.800,00	42,67000	44,89989
3.000,00	45,00000	45,00000

**Tabela 6 - Velocidades médias para os caminhões em rodovia pavimentada (carregado)**

Rodovia pavimentada - caminhões carregados		
Distância (m)	Velocidade aferida (km/h)	Velocidade calculada (km/h)
200,00	13,09	16,15549
400,00	20,00	22,44994
600,00	25,71	27,00000
800,00	30,00	30,59412
1.000,00	33,33	33,54102
1.200,00	36,00	36,00000
1.400,00	37,97	38,06573
1.600,00	39,60	39,79950
1.800,00	40,90	41,24318
2.000,00	42,00	42,42641
2.200,00	42,81	43,37050
2.400,00	43,50	44,09082
2.600,00	44,05	44,59821
2.800,00	44,53	44,89989
3.000,00	44,78	45,00000





**Tabela 7 - Velocidades médias para os caminhões em rodovia pavimentada (vazio)**

Rodovia pavimentada - caminhões vazios		
Distância (m)	Velocidade aferida (km/h)	Velocidade calculada (km/h)
200,00	15,00000	21,54066
400,00	22,00000	29,93326
600,00	28,77000	36,00000
800,00	34,00000	40,79216
1.000,00	37,88000	44,72136
1.200,00	41,00000	48,00000
1.400,00	43,46000	50,75431
1.600,00	45,50000	53,06600
1.800,00	47,23000	54,99091
2.000,00	48,72000	56,56854
2.200,00	51,39000	57,82733
2.400,00	53,40000	58,78775
2.600,00	55,50000	59,46427
2.800,00	56,80000	59,86652
3.000,00	58,00000	60,00000

No que tange ao transporte hidroviário, as velocidades médias máximas ocorrem na distância de 3.000 metros, consoante aos valores apresentados na tabela 8.

**Tabela 8 - Velocidades máximas dos batelões**

Tipo de equipamento	Velocidade média máxima (km/h)	
	Ida (carregado)	Volta (vazio)
Batelão autopropelido	11,00	15,00
Batelão rebocado	9,00	12,00

Com base nos parâmetros obtidos, são determinadas as velocidades médias em função das distâncias de deslocamento, nas condições carregada e vazia, consoante aos valores apresentados nas tabelas 9 e 10.

**Tabela 9 - Velocidades médias para os batelões autopropelidos**

Batelão autopropelido		
Distância (m)	Velocidade de ida (carregado) (km/h)	Velocidade de volta (vazio) (km/h)
150,00	3,43475	4,68375
450,00	5,79461	7,90174
750,00	7,27582	9,92157
1.050,00	8,35928	11,39901
1.350,00	9,18681	12,52747
1.650,00	9,82331	13,39543
1.950,00	10,30425	14,05125



**Tabela 9 - Velocidades médias para os batelões autopropelidos (2/2)**

Batelão autopropelido		
Distância (m)	Velocidade de ida (carregado) (km/h)	Velocidade de volta (vazio) (km/h)
2.250,00	10,65070	14,52369
2.550,00	10,87555	14,83029
2.850,00	10,98624	14,98124
3.000,00	11,00000	15,00000

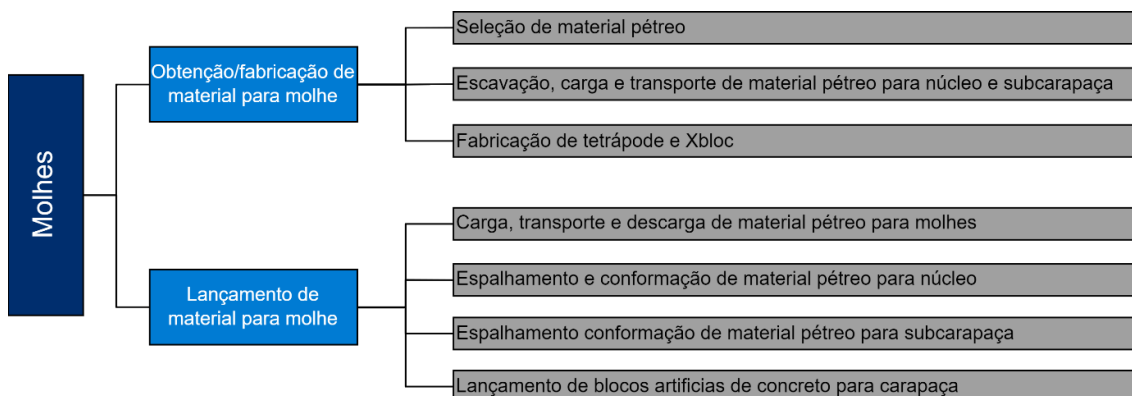
**Tabela 10 - Velocidades médias para os batelões rebocados**

Batelão rebocado		
Distância (m)	Velocidade de ida (carregado) (km/h)	Velocidade de volta (vazio) (km/h)
150,00	2,81025	3,74700
450,00	4,74104	6,32139
750,00	5,95294	7,93725
1.050,00	6,83941	9,11921
1.350,00	7,51648	10,02198
1.650,00	8,03726	10,71634
1.950,00	8,43075	11,24100
2.250,00	8,71421	11,61895
2.550,00	8,89817	11,86423
2.850,00	8,98874	11,98499
3.000,00	9,00000	12,00000

## 2 SERVIÇOS

As atividades integrantes do grupo de serviços de molhes são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 7.

**Figura 7 - Atividades integrantes do grupo de serviços de molhes**



Fonte: FGV IBRE



## 2.1 Obtenção/fabricação de material para molhe

### 2.1.1 Seleção de material pétreo

O serviço consiste na seleção de material pétreo para construção de molhe por meio de ensaio geométrico.

Blocos padrões são colocados no local de execução do empreendimento visando caracterizar os limites de cada camada, de modo a prover um modelo para a comparação visual empregado na seleção dos blocos. Nesse sentido, os profissionais especializados classificam o material em função do tamanho, subdividindo de acordo com as faixas definidas em projeto.

#### 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 das composições de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- comparação visual e classificação do material pétreo.

#### 2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 11.

**Tabela 11 - Produções de equipe - seleção de material pétreo**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
3606575	Seleção de material pétreo para a carapaça e subcarapaça	37,00
3606574	Seleção de material pétreo para o núcleo	74,00

#### 2.1.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento dos serviços os seguintes profissionais:

- 2 serventes para auxílio na seleção;
- 1 selecionador de material pétreo para realização do ensaio geométrico.

#### 2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.



#### 2.1.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de seleção de material pétreo deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).

#### 2.1.2 Escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça

O serviço consiste no desmonte por meio do emprego de explosivos, carga e transporte de material pétreo para construção de núcleo e subcarapaça de molhe.

##### 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:

- execução de furos no maciço rochoso com perfuratriz sobre esteiras;
- carregamento dos furos com material explosivo pela mão de obra;
- detonação da rocha pela mão de obra;
- desmonte secundário de matacões remanescentes do desmonte primário com uso de martelete perfurador;
- carregamento em caminhão basculante por meio de guindaste para material de subcarapaça e por meio de escavadeira hidráulica para material de núcleo.

##### 2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma sequencial pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz sobre esteiras: líder de equipe;
- martelete perfurador/rompedor a ar comprimido;
- compressor de ar;
- caminhão basculante para rocha;
- para subcarapaça:
  - guindaste sobre esteiras com *clamshell*;
- para núcleo:
  - escavadeira hidráulica sobre esteiras.



## a) perfuratriz sobre esteiras

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

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

onde:

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

$A_f$  representa o afastamento, em metros;

E representa o espaçamento, em metros;

H representa a altura da bancada, em metros;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

b) guindaste sobre esteiras com *clamshell*

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

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

onde:

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

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

$F_{ca}$  representa o fator de carga;

$F_{cv}$  representa o fator de conversão;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

## c) escavadeira hidráulica sobre esteiras

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

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

onde:

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

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

$F_{ca}$  representa o fator de carga;

$F_{cv}$  representa o fator de conversão;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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



d) caminhão basculante para rocha

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

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

onde:

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

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

$F_{ca}$  representa o fator de carga;

$F_{cv}$  representa o fator de conversão;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

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

#### 2.1.2.4 Mão de obra

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

- 1 *blaster* para carregamento e detonação da rocha;
- 2 auxiliares de *blaster* para auxiliar no carregamento e no preparo dos dispositivos de detonação da rocha.

#### 2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 12.

**Tabela 12 - Parâmetros do plano de fogo adotado**

Parâmetros adotados	Variável	Valor
Número de furos	$N_f$	28 un
Afastamento	$A_f$	2,00 m
Espaçamento	$E$	2,50 m
Altura da bancada	$H$	5,00 m
Número de nonel iniciador	$N_i$	1 un
Número de nonel de ligação	$N_l$	11 un
Subfuração	$S_f = 0,3 \times A_f$	0,60 m
Comprimento da furação	$C_f = H + S_f$	5,60 m



**Tabela 12 - Parâmetros do plano de fogo adotado (2/2)**

Parâmetros adotados	Variável	Valor
Volume produzido por furo	$V = A_f \times E \times H$	25,00 m <sup>3</sup>
Volume de rocha a detonar	$V_t = V \times N_f$	700,00 m <sup>3</sup>

**a) emulsão explosiva encartuchada**

Consiste em insumo explosivo de alta potência utilizado para promover o desmonte da rocha.

O consumo referencial adotado é de 0,400 kg por unidade de serviço executado.

**b) nonel iniciador - C = 150,0 m**

Consiste em sistema de iniciação não elétrico utilizado para a detonação à distância.

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

$$Q = \frac{N_i}{V_t}$$

onde:

Q representa o consumo de nonel iniciador, em unidades por metro cúbico;

$N_i$  representa o número de nonel iniciador, em unidades;

$V_t$  representa o volume de rocha a detonar, em metros cúbicos.

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

**Tabela 13 - Consumo de nonel iniciador - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça**

Número de nonel iniciador (un)	Volume de rocha a detonar (m <sup>3</sup> )	Consumo (un/m <sup>3</sup> )
1	700,00	0,00143

**c) nonel de coluna - C = 6,0 m**

Consiste em sistema de iniciação não elétrico utilizado para a detonação de cada furo.

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

$$Q = \frac{N_f}{V_t}$$



onde:

Q representa o consumo de nonel de coluna, em unidades por metro cúbico;

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

$V_t$  representa o volume de rocha a detonar, em metros cúbicos.

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

**Tabela 14 - Consumo de nonel de coluna - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça**

Número de furos (un)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (un/m³)
28	700,00	0,04000

d) nonel de ligação - C = 6,0 m

Consiste em sistema não elétrico utilizado para conectar o circuito de detonação.

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

$$Q = \frac{N_l}{V_t}$$

onde:

Q representa o consumo de nonel de ligação, em unidades por metro cúbico;

$N_l$  representa o número de nonel de ligação, em unidades;

$V_t$  representa o volume de rocha a detonar, em metros cúbicos.

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

**Tabela 15 - Consumo de nonel de ligação - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça**

Número de nonel de ligação (un)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (un/m³)
11	700,00	0,01571

e) dimensionamento dos equipamentos seccionados

Consistem em insumos acoplados à perfuratriz, consoante aos seguintes elementos:

- coroa: consiste na extremidade inferior utilizada para executar o furo;
- haste: consiste na parte central responsável por transferir esforços do punho para a coroa;
- punho: consiste no componente de extensão que transmite o movimento de percussão e de rotação para as hastes;
- luva: consiste na peça utilizada para junção das hastes de perfuração.





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

$$Q = \frac{H + S_f}{(V_u \times V_f)}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades por metro cúbico;

H representa a altura da bancada, em metros;

$S_f$  representa a subfuração, em metros;

$V_u$  representa a vida média dos equipamentos seccionados, em metros por unidade;

$V_f$  representa o volume produzido por furo, em metros cúbicos.

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

**Tabela 16 - Consumo dos equipamentos seccionados - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça**

Código SICRO	Descrição	Altura da bancada (m)	Subfuração (m)	Vida útil (m/un)	Volume por furo (m³)	Consumo (un/m³)
M2062	Coroa de botões esféricos linha T38 - D = 64 mm (2 1/2")	5,00	0,60	650,00	25,00	0,00034
M2065	Haste linha T38 para perfuratriz sobre esteiras - D = 38,0 mm (1 1/2") e C = 3,05 m	5,00	0,60	1.400,00	25,00	0,00016
M2067	Punho linha T38 para perfuratriz sobre esteiras - D = 38 mm (1 1/2")	5,00	0,60	1.750,00	25,00	0,00013
M2066	Luva em aço linha T38 para perfuratriz sobre esteiras - D = 38,0 mm (1 1/2")	5,00	0,60	900,00	25,00	0,00025

#### f) série de brocas integrais S12

Consiste em insumo acoplado ao marteleto para desmonte secundário da rocha.

Consoante às premissas estabelecidas por meio de referencial técnico especializado, a vida útil ou duração de uma broca para rochas graníticas pode ser fixada entre 120,00 e 140,00 m. Para rochas calcárias ou basálticas, de menor abrasividade, considera-se o dobro deste valor para a vida útil.

No que tange à razão de perfuração para fogachos, o valor deve se encontrar no intervalo entre 0,50000 e 0,80000 m/m³.

A vida útil média da broca é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V_{mb} = \frac{(V_{m+a}) + (V_{m-a})}{2}$$



onde:

$V_{mb}$  representa a vida média da broca, em metros por unidade;

$V_{m+a}$  representa a vida média da broca para rochas mais abrasivas, em metros por unidade;

$V_{m-a}$  representa a vida média da broca para rochas menos abrasivas, em metros por unidade.

A tabela 17 apresenta os parâmetros referenciais adotados no cálculo da vida útil média da broca.

**Tabela 17 - Vida útil média da broca - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça**

Vida útil média para rochas mais abrasivas (m/un)	Vida útil média para rochas menos abrasivas (m/un)	Vida útil média da broca (m/un)
130,00	260,00	195,00

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

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

onde:

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

$R_p$  representa a razão de perfuração linear, em metros por metro cúbico;

$V_u$  representa a vida útil média das brocas, em metros por unidade de broca.

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

**Tabela 18 - Consumo de série de brocas - escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça**

Razão de perfuração linear (m/m³)	Vida útil (m/un)	Consumo (un/m³)
0,65000	195,00	0,00333

#### 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 escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).



### 2.1.3 Fabricação de tetrápode e *Xbloc*

O serviço consiste na fabricação de estruturas artificiais de concreto dos tipos tetrápode e *Xbloc* para carapaça do molhe.

#### 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 das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- montagem das fôrmas metálicas;
- preparo e colocação manual da armação;
- confecção do concreto em central dosadora e lançamento mecanizado nas fôrmas;
- adensamento do concreto por meio de vibrador de imersão;
- retirada das fôrmas após a consolidação da estrutura.

#### 2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

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

#### 2.1.3.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) confecção, lançamento e adensamento de concreto  $f_{ck} = 20$  MPa

Consiste na confecção, lançamento e adensamento do concreto utilizado na fabricação de tetrápode e *Xbloc*.

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

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

onde:

Q representa o consumo de concreto, em metros cúbicos por unidade;  
M representa a massa do tetrápode ou *Xbloc*, em toneladas por unidade;  
 $\rho$  representa a massa específica do concreto, em toneladas por metro cúbico.



A tabela 19 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos das atividades.

**Tabela 19 - Consumo de concreto - fabricação de tetrápode e *Xbloc***

Massa do elemento (t/un)	Massa específica do concreto (t/m³)	Consumo de concreto (m³/un)
8,00	2,40000	3,33333
9,00	2,40000	3,75000
10,00	2,40000	4,16667
11,00	2,40000	4,58333
12,00	2,40000	5,00000

**b) fôrma metálica**

Consiste na confecção e instalação de fôrma metálica para fabricação de tetrápode e *Xbloc*, bem como a retirada após a conclusão das atividades.

A tabela 20 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos das atividades.

**Tabela 20 - Consumo de fôrma - fabricação de tetrápode e *Xbloc***

Massa do elemento (t/un)	Área de fôrma para tetrápode (m²/un)	Área de fôrma para <i>Xbloc</i> (m²/un)
8,00	13,74269	18,27053
9,00	14,86529	19,76300
10,00	15,94698	21,20108
11,00	16,99313	22,59191
12,00	18,00802	23,94117

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

Consiste no fornecimento, preparo e colocação da armação em aço utilizada na confecção do tetrápode ou *Xbloc*.

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

$$Q = C \times \gamma$$

onde:

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

C representa o comprimento da barra, em metros por unidade;

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

A tabela 21 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 21 - Consumo de armação - fabricação de tetrápode e Xbloc**

Massa do tetrápode (t/un)	Comprimento da barra (m/un)	Massa linear do aço (kg/m)	Consumo de armação (kg/un)
8,00 a 9,00	1,78	2,226	3,96228
10,00 a 11,00	2,00	2,984	5,96800
12,00	2,24	2,984	6,68416

#### *2.1.3.6 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.1.3.7 Critérios de medição*

A medição dos serviços de fabricação de tetrápode e Xbloc deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente produzida.

### **2.2 Lançamento de material para molhe**

#### **2.2.1 Carga, transporte e descarga de material pétreo para molhes**

O serviço consiste na carga, transporte e descarga de material pétreo para molhes por meio de batelões e escavadeira hidráulica.

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

Não se aplica a este serviço.

##### *2.2.1.2 Metodologia executiva*

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

- carga de material pétreo em batelão por meio de escavadeira hidráulica;
- transporte do material pétreo em batelão;
- posicionamento dos batelões no local de lançamento com auxílio de GPS diferencial;
- descarga do material até o limite permitido pelo calado, por meio da abertura das portas de fundo do batelão.

##### *2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- escavadeira hidráulica sobre esteiras: líder de equipe;
- batelão autopropelido.



## a) escavadeira hidráulica sobre esteiras

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

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

onde:

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

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

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

F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão;

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

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

## b) batelão autopropelido

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

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

onde:

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

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

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

F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão;

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

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

**2.2.1.4 Mão de obra**

Não se aplica a este serviço.

**2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares**

Não se aplica a este serviço.

**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 carga, descarga e transporte de material pétreo para molhes deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).



## 2.2.2 Espalhamento e conformação de material pétreo para núcleo

O serviço consiste no espalhamento e conformação de material pétreo para núcleo diretamente no maciço por meio de trator de esteiras.

### 2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

### 2.2.2.2 Metodologia executiva

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

- espalhamento e conformação de material pétreo por meio de trator de esteiras.

### 2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica

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

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;  
C<sub>ap</sub> representa a capacidade da lâmina do trator, em metros cúbicos;  
F<sub>ca</sub> representa o fator de carga;  
F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão;  
F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;  
T<sub>c</sub> representa o tempo total de ciclo, em minutos.

### 2.2.2.4 Mão de obra

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento dos serviços os seguintes profissionais:

- 2 serventes para auxiliar o espalhamento do material.

### 2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.



#### 2.2.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de espalhamento de material pétreo para núcleo deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).

#### 2.2.3 Espalhamento e conformação de material pétreo para subcarapaça

O serviço consiste no espalhamento e conformação de material pétreo para subcarapaça diretamente no maciço por meio de escavadeira hidráulica.

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

Não se aplica a este serviço.

##### 2.2.3.2 Metodologia executiva

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

- espalhamento e conformação de material pétreo por meio de escavadeira hidráulica.

##### 2.2.3.3 Produção horária e equipe mecânica

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

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;  
C<sub>ap</sub> representa a capacidade da escavadeira hidráulica, em metros cúbicos;  
F<sub>ca</sub> representa o fator de carga;  
F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão;  
F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;  
T<sub>c</sub> representa o tempo total de ciclo, em minutos.





#### 2.2.3.4 *Mão de obra*

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento dos serviços os seguintes profissionais:

- 2 serventes para auxiliar o espalhamento do material.

#### 2.2.3.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.3.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.3.7 *Critérios de medição*

A medição dos serviços de espalhamento de material pétreo para subcarapaça deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).

### 2.2.4 Lançamento de blocos artificiais de concreto para carapaça

O serviço no consiste no lançamento de blocos artificiais para carapaça por meio de guindaste.

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

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.4.2 *Metodologia executiva*

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

- amarração do bloco artificial de concreto no guindaste pela mão de obra;
- içamento e posicionamento do bloco de concreto no molhe por meio do guindaste com auxílio de profissional de mergulho.

#### 2.2.4.3 *Produção horária e equipe mecânica*

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

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

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



onde:

P representa a produção horária, em unidades por hora;

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

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

#### 2.2.4.4 Mão de obra

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

- 1 servente para a amarração do bloco artificial de concreto no guindaste.

#### 2.2.4.5 Materiais e atividades auxiliares

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

Consiste na operação de mergulho realizada por mergulhador dependente, contemplando os procedimentos iniciais de preparação até o final do período de observação.

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

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

onde:

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

P representa a produção horária, em unidades por hora.

A tabela 22 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 22 - Consumo de operação de mergulho dependente em profundidade de até 30 m - lançamento de blocos artificiais de concreto para carapaça**

Produção de equipe (un/h)	Consumo (h/un)
9,96000	0,10040

#### 2.2.4.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.4.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de lançamento de blocos artificiais de concreto deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente lançada.



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

A tabela 23 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de molhes, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

**Tabela 23 - Relação das composições de custos por subgrupo - molhes**

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Seleção de material pétreo	3606575 e 3606574
2.1.2 Escavação, carga e transporte de material pétreo para núcleo e subcarapaça	3606527, 3606528, 3606529, 3606530, 3606531, 3606532, 3606533, 3606534, 3606535, 3606536, 3606537, 3606538, 3606539, 3606540, 3606541, 3606542, 3606543, 3606544, 3606545, 3606546, 3606547, 3606548, 3606549, 3606550, 3606500, 3606501, 3606502, 3606503, 3606504, 3606505, 3606506, 3606507, 3606509, 3606510, 3606511, 3606512, 3606513, 3606514, 3606515, 3606516, 3606518, 3606519, 3606520, 3606521, 3606522, 3606523, 3606524 e 3606525
2.1.3 Fabricação de tetrápode e Xb/loc	3606561, 3606556, 3606562, 3606557, 3606563, 3606558, 3606559, 3606554, 3606560, 3606555, 3606571, 3606566, 3606572, 3606567, 3606573, 3606568, 3606569, 3606564, 3606570 e 3606565
2.2.1 Carga, transporte e descarga de material pétreo para molhes	3606579, 3606580, 3606581, 3606582, 3606583, 3606584, 3606585, 3606586, 3606587, 3606588 e 3606589
2.2.2 Espalhamento e conformação de material pétreo para núcleo	3606577
2.2.3 Espalhamento e conformação de material pétreo para subcarapaça	3606576
2.2.4 Lançamento de blocos artificiais de concreto para carapaça	3606578