



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Derrocagem

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 Derrocagem



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 derrocagem.....	5
---------------------------------------------------------------------------	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Velocidades máximas dos batelões	3
Tabela 2 - Velocidades médias para os batelões autopropelidos	3
Tabela 3 - Velocidades médias para os batelões rebocados	4
Tabela 4 - Parâmetros do plano de fogo adotados - perfuração e detonação ...	7
Tabela 5 - Consumos do nonel iniciador - perfuração e detonação	8
Tabela 6 - Consumo de nonel de coluna e de ligação - perfuração e detonação	8
Tabela 7 - Consumos de emulsão explosiva encartuchada - perfuração e detonação.....	9
Tabela 8 - Consumos dos equipamentos seccionados - perfuração e detonação	10
Tabela 9 - Consumo de tubo de revestimento - perfuração e detonação.....	11
Tabela 10 - Consumo da atividade operação de mergulho dependente - perfuração e detonação	12
Tabela 11 - Relação das composições de custos por subgrupo - derrocagem	20



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	5
2.1	Perfuração e detonação	5
2.1.1	Perfuração e detonação	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>6</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>6</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>7</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>12</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>12</i>
2.2	Carga e limpeza com transporte	12
2.2.1	Carga e limpeza com plataforma com <i>clamshell</i> - com transporte	12
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>13</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>13</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>13</i>
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>14</i>
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>14</i>
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>14</i>
2.2.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>14</i>
2.2.2	Carga e limpeza com draga <i>backhoe</i> - com transporte	15
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>15</i>
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>15</i>
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>15</i>
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>16</i>
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>16</i>
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>16</i>
2.2.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>16</i>
2.3	Carga e limpeza sem transporte	16
2.3.1	Carga e limpeza com plataforma com <i>clamshell</i> - sem transporte	16
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>16</i>
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>16</i>



2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	17
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	17
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	17
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	18
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	18
2.3.2	Carga e limpeza com draga <i>backhoe</i> - sem transporte	18
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	18
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	18
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	18
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i>	19
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	19
2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i>	19
2.3.2.7	<i>Critérios de medição</i>	19
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - DERROCAGEM		20



1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, derrocagem consiste na remoção de material 3ª categoria submerso, com a finalidade de aumentar a profundidade e largura do canal de navegação em portos e rios.

A atividade é executada por meio do emprego de explosivos, sendo realizada em duas etapas, das quais a primeira compreende a perfuração e detonação, e a segunda, a carga e transporte dos resíduos até o local de bota-fora pelo meio aquático.

A modelagem referencial estabelece faixas de transporte para distâncias médias limitadas a 3.000,00 m, sendo que, para deslocamentos superiores, deve ser empregado o conceito de distância extraordinária de transporte, por meio da relação entre a extensão excedente e o momento com a unidade em m^3km . Para o desenvolvimento dos serviços, admite-se a execução de forma contínua em três turnos de 8 horas, ocorrendo o revezamento das tripulações das embarcações a cada 30 dias.

Genericamente, os projetos de derrocagem subaquática são dimensionados em função da produção das plataformas de perfuração, usualmente com base nos seguintes critérios:

- obras de pequeno porte: recomenda-se considerar a utilização de um flutuante com uma torre de perfuração;
- obras de médio porte: recomenda-se considerar a utilização de um flutuante com duas torres de perfuração;
- obras de grande porte: recomenda-se considerar a utilização de um ou mais flutuantes com três torres de perfuração;
- obras em condições de forte correnteza, com velocidade da água superior a 1,5 m/s e com oscilação de marés: recomenda-se considerar a utilização de plataformas autoelevatórias.

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 derrocagem são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência:

- guindaste com clamshell: $Fe = 0,75$;
- demais equipamentos: $Fe = 0,83$.

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: $Fcv = 1,0 / 1,75 = 0,57$.



c) fator de carga:

- material derrocado:
 - guindaste com *clamshell*: $F_{ca} = 0,70$;
 - draga *backhoe*: $F_{ca} = 0,70$;
 - batelão: $F_{ca} = 0,90$.

d) velocidade de deslocamento

As velocidades médias adotadas no cálculo das produções horárias dos batelões foram estabelecidas a partir das distâncias de transporte, por meio da aplicação do seguinte modelo estatístico:

$$v = v_m \times \sqrt{1 - \left(\frac{D - D_{vm}}{D_{vm}} \right)^2}$$

onde:

v representa a velocidade média, em quilômetros por hora;

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

D representa a distância, em metros;

D_{vm} representa a distância em que se obtém a velocidade média máxima, em metros.

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

Tabela 1 - 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 2 e 3.

Tabela 2 - Velocidades médias para os batelões autopropelidos

Batelão autopropelido		
Distância (m)	Velocidade de ida (carregado) (km/h)	Velocidade de volta (vazio) (km/h)
100,00	2,81642	3,84057
300,00	4,79479	6,53835
500,00	6,08048	8,29156
700,00	7,06250	9,63068



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

Batelão autopropelido		
Distância (m)	Velocidade de ida (carregado) (km/h)	Velocidade de volta (vazio) (km/h)
900,00	7,85557	10,71214
1.100,00	8,51267	11,60819
1.300,00	9,06342	12,35921
1.500,00	9,52628	12,99038
1.700,00	9,91357	13,51851
1.900,00	10,23388	13,95529
2.250,00	10,65070	14,52369
2.750,00	10,96174	14,94783
3.000,00	11,00000	15,00000

Tabela 3 - Velocidades médias para os batelões rebocados

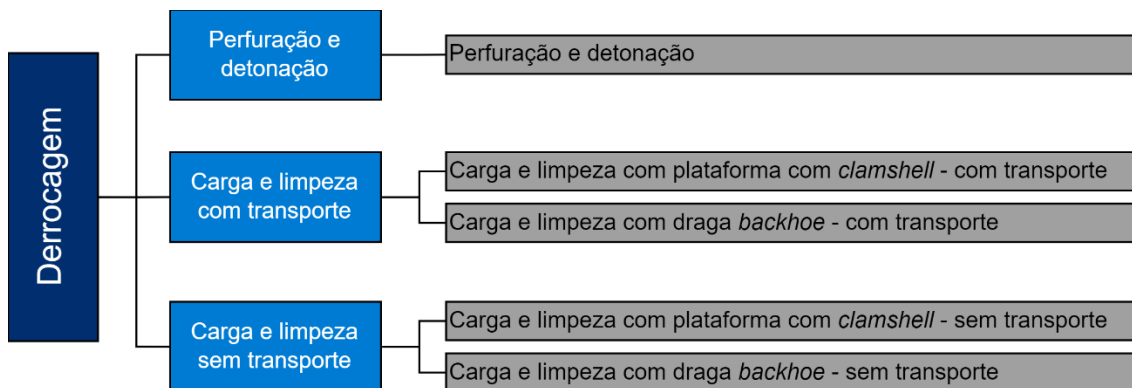
Batelão rebocado		
Distância (m)	Velocidade de ida (carregado) (km/h)	Velocidade de volta (vazio) (km/h)
100,00	2,30434	3,07246
300,00	3,92301	5,23068
500,00	4,97494	6,63325
700,00	5,77841	7,70454
900,00	6,42729	8,56971
1.100,00	6,96491	9,28655
1.300,00	7,41552	9,88737
1.500,00	7,79423	10,39230
1.700,00	8,11110	10,81480
1.900,00	8,37317	11,16423
2.250,00	8,71421	11,61895
2.750,00	8,96870	11,95826
3.000,00	9,00000	12,00000



2 SERVIÇOS

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

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de derrocagem



Fonte: FGV IBRE

2.1 Perfuração e detonação

2.1.1 Perfuração e detonação

O serviço consiste na detonação de material de 3ª categoria por meio da perfuração e emprego de explosivos, visando a fragmentação do leito rochoso submerso.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DPC NORMAM-303/2023: *Normas da autoridade marítima para obras e atividades afins em águas sob jurisdição brasileira;*
- DPC NORMAM-222/2023: *Normas da autoridade marítima para as atividades subaquáticas.*

2.1.1.2 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, no local da derrocagem, por meio da embarcação empurradora multipropósito;
- ancoragem da plataforma flutuante por meio dos guinchos pneumáticos, ou por meio dos spuds na plataforma autoelevatória;
- perfuração do maciço rochoso por meio da perfuratriz hidráulica;
- montagem manual do circuito de detonação;



- afastamento da plataforma do local de detonação por meio da embarcação empurradora multipropósito;
- acionamento manual do sistema de detonação;
- inspeção do local detonado por meio da operação de mergulho.

2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz hidráulica montada em flutuante: líder de equipe;
- plataforma flutuante ou plataforma autoelevatória;
- grupo gerador;
- guinchos pneumáticos;
- compressor de ar portátil;
- embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico.

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
 A representa a área da malha de perfuração, em metros quadrados;
 H representa a profundidade de perfuração, em metros;
 F_e representa o fator de eficiência;
 T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

A produtividade do serviço é determinada por meio da relação entre o número de perfuratrizes empregadas na atividade e sua respectiva produtividade.

É atribuída a utilização operativa integral à plataforma, ao grupo gerador e ao compressor, sendo imputado ao guincho pneumático a utilização operativa de 0,20.

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

2.1.1.4 Mão de obra

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

- 1 *blaster* para a montagem e acionamento do circuito de detonação;



- 2 marinheiros de convés com periculosidade para auxiliar as atividades de perfuração e detonação.

2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros do plano de fogo adotados - perfuração e detonação

Parâmetros Adotados	Valor
Malha de 1,5000 m²	
Altura média da bancada	2,00 a 4,00 m
Subfuração (<i>overdredging</i>)	1,50 m
Diâmetro do furo	64 mm
Número de furos na bancada	20
Razão de carregamento	1,50000 kg/m ³
Malha de 2,5000 a 4,0000 m²	
Altura média da bancada	4,00 m
Subfuração (<i>overdredging</i>)	2,00 m
Diâmetro do furo	89 mm
Número de furos na bancada	18
Razão de carregamento	1,20000 kg/m ³

a) nonel iniciador - C = 300,0 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:

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

onde:

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

N representa a quantidade de nonel iniciador, em unidades;

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

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

$$V_t = A \times H_m \times N_f$$

onde:

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

A representa a área da malha, em metros quadrados;



H_m representa a altura média da bancada, em metros;
 N_f representa o número de furos.

A tabela 5 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 5 - Consumos do nonel iniciador - perfuração e detonação

Área da malha (m²)	Altura da bancada (m)	Número de furos	Quantidade de nonéis (un)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (un/m³)
1,5000	3,00	20	1	90,00	0,01111
2,5000	4,00	18	1	180,00	0,00556
4,0000	4,00	18	1	288,00	0,00347

b) nonel de coluna e nonel de ligação

Consistem em insumos integrantes do sistema de iniciação não elétrico, consoante aos seguintes elementos:

- nonel de coluna: consiste em sistema de iniciação não elétrico utilizado para a detonação de cada furo;
- nonel de ligação: consiste em sistema de iniciação não elétrico utilizado para conectar o circuito de detonação.

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

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

onde:

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

N_f representa o número de furos, em unidade;

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

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

Tabela 6 - Consumo de nonel de coluna e de ligação - perfuração e detonação

Área da malha (m²)	Número de furos (un)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (un/m³)
1,5000	20	90,00	0,22222
2,5000	18	180,00	0,10000
4,0000	18	288,00	0,06250



c) emulsão explosiva encartuchada

Consiste em emulsão explosiva de alta potência utilizada para promover o desmonte da rocha.

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 7 - Consumos de emulsão explosiva encartuchada - perfuração e detonação

Área da malha (m ² /furo)	Consumo (kg/m ³)
1,5000	1,50000
2,5000	1,20000
4,0000	1,20000

d) 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:

$$Q = \frac{N_f \times (H + S_F)}{V_t \times V_u}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em unidades por metro cúbico;

N_f representa o número de furos;

H representa a profundidade dos furos, em metros;

S_F representa a subfuração, em metros;

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

V_u representa a vida útil do consumível, em metros por unidade.

A tabela 8 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



Tabela 8 - Consumos dos equipamentos seccionados - perfuração e detonação

Código SICRO	Descrição	Número de furos	Profundidade dos furos (m)	Subfuração (m)	Volume de rocha (m³)	Vida útil (m/un)	Consumo (un/m³)
Malha de 1,5000 m²							
M2067	Punho linha para T38 perfuratriz sobre esteira	20	3,00	1,50	90,00	1.750,00	0,00057
M2062	Coroa de botões linha T38	20	3,00	1,50	90,00	650,00	0,00154
M2065	Haste linha T38	20	3,00	1,50	90,00	1.400,00	0,00071
M2066	Luva em aço linha T38	20	3,00	1,50	90,00	900,00	0,00111
M3220	Coroa de botões <i>ring bit</i>	20	3,00	1,50	90,00	500,00	0,00200
Malha de 2,5000 m²							
M1740	Punho linha para T45 perfuratriz sobre esteira	18	4,00	2,00	180,00	1.750,00	0,00034
M1742	Coroa de botões linha T45	18	4,00	2,00	180,00	650,00	0,00092
M1739	Haste linha T45	18	4,00	2,00	180,00	1.400,00	0,00043
M1741	Luva em aço linha T45	18	4,00	2,00	180,00	900,00	0,00067
M3220	Coroa de botões <i>ring bit</i>	18	4,00	2,00	180,00	500,00	0,00120
Malha de 4,0000 m²							
M1740	Punho linha para T38 perfuratriz sobre esteira	18	4,00	2,00	288,00	1.750,00	0,00021
M1742	Coroa de botões linha T45	18	4,00	2,00	288,00	650,00	0,00058
M1739	Haste linha T45	18	4,00	2,00	288,00	1.400,00	0,00027
M1741	Luva em aço linha T45	18	4,00	2,00	288,00	900,00	0,00042
M3220	Coroa de botões <i>ring bit</i>	18	4,00	2,00	288,00	500,00	0,00075

e) tubo de revestimento

Consiste em insumo utilizado para conduzir os equipamentos seccionados ao ponto de perfuração e garantir o carregamento da emulsão explosiva encartuchada no furo.

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

$$Q = \frac{N_f \times (H + S_F)}{V_t \times V_u}$$



onde:

Q representa o consumo do material, em metros por metro cúbico;

N_f representa o número de furos;

H representa a profundidade dos furos, em metros;

S_f representa a subfuração, em metros;

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

V_u representa a vida útil, em metros por metro.

A tabela 9 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 9 - Consumo de tubo de revestimento - perfuração e detonação

Área da malha (m²)	Número de furos	Profundidade dos furos (m)	Subfuração (m)	Volume de rocha (m³)	Vida útil (m/m)	Consumo (m/m³)
1,5000	20	3,00	1,50	90,00	5.000,00	0,00020
2,5000	18	4,00	2,00	180,00	5.000,00	0,00012
4,0000	18	4,00	2,00	288,00	5.000,00	0,00008

f) 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.

A atividade possui por finalidade inspecionar o leito para verificar a existência de porções não detonadas e quaisquer outras situações adversas que impeça a continuidade das operações.

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

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

onde:

C representa o consumo, em horas por metro cúbico;

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

A tabela 10 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.



Tabela 10 - Consumo da atividade operação de mergulho dependente - perfuração e detonação

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)	Consumo (h/m³)
1716622	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma autoelevatória com três torres de perfuração	25,86	0,03867
1716603	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma autoelevatória montada na obra com três torres de perfuração	25,86	0,03867
1716620	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma flutuante com duas torres de perfuração	16,01	0,06246
1716621	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma flutuante com três torres de perfuração	24,01	0,04165
1716619	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma flutuante com uma torre de perfuração	8,00357	0,12494
1716601	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma montada na obra com duas torres de perfuração	16,01	0,06246
1716602	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma montada na obra com três torres de perfuração	24,01	0,04165
1716600	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma montada na obra com uma torre de perfuração	8,00357	0,12494
1716655	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 2,5 m² - perfuração e detonação - plataforma com duas torres de perfuração	32,13	0,03112
1716639	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 4,0 m² - perfuração e detonação - plataforma com duas torres de perfuração	51,41	0,01945

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 perfuração e detonação de material de 3ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de material efetivamente extraído, medido e avaliado no corte, obtido por meio de levantamentos batimétricos realizados antes e depois da execução das atividades.

2.2 Carga e limpeza com transporte

2.2.1 Carga e limpeza com plataforma com *clamshell* - com transporte

O serviço consiste na carga e limpeza de materiais de 3ª categoria resultantes do derrocamento por meio de guindaste equipado com *clamshell* e batelão rebocado.



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:

- manobra e posicionamento da plataforma flutuante por meio da embarcação empurradora multipropósito;
- ancoragem da plataforma flutuante por meio dos guinchos pneumáticos;
- manobra e posicionamento do batelão por meio da embarcação rebocadora;
- carga do batelão com o material de 3ª categoria por meio do guindaste móvel sobre esteiras com *clamshell*;
- deslocamento do batelão carregado por meio da embarcação rebocadora;
- descarga do material em bota fora por meio da abertura das portas de fundo do batelão.

2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

- guindaste móvel sobre esteiras com *clamshell*: líder de equipe;
- batelão sem propulsão;
- plataforma flutuante;
- guinchos pneumáticos;
- compressor de ar portátil;
- embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico;
- embarcação rebocadora.

a) guindaste móvel 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.

É atribuída a utilização operativa integral à plataforma flutuante, ao guincho e ao compressor, sendo imputada à embarcação empurradora a utilização operativa de 0,50.

g) batelão sem propulsão

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 batelão, 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.

A embarcação rebocadora atua em conjunto com o batelão, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.2.1.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento dos serviços o seguinte profissional:

- 1 marinheiro de convés para operar os guinchos pneumáticos e auxiliar a atividade de carga e limpeza.

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 e limpeza com plataforma com *clamshell* deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de material efetivamente extraído, medido e avaliado no corte, obtido por meio de levantamentos batimétricos executados antes e depois da execução das atividades.



2.2.2 Carga e limpeza com draga *backhoe* - com transporte

O serviço consiste na carga e limpeza de materiais de 3ª categoria resultantes do derrocamento por meio de draga *backhoe* e batelão autopropelido.

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

- manobra e posicionamento da draga *backhoe* e dos batelões autopropelidos no local de limpeza;
- carga do batelão com o material de 3ª categoria por meio da draga *backhoe*;
- deslocamento por meio do batelão autopropelido e descarga do material em bota fora pela abertura das portas de fundo.

2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- draga *backhoe*: líder de equipe;
- batelão autopropelido.

a) draga *backhoe*

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 draga, 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.

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_{ap} representa a capacidade do batelão, 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.

2.2.2.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

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 carga e limpeza com draga *backhoe* deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de material efetivamente extraído, medido e avaliado no corte, obtido por meio de levantamentos batimétricos executados antes e depois da execução das atividades.

2.3 Carga e limpeza sem transporte

2.3.1 Carga e limpeza com plataforma com *clamshell* - sem transporte

O serviço consiste na carga e limpeza de materiais de 3ª categoria resultantes do derrocamento por meio de guindaste equipado com *clamshell*.

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

- manobra e posicionamento da plataforma flutuante por meio da embarcação empurradora multipropósito;



- ancoragem da plataforma flutuante por meio dos guinchos pneumáticos;
- carga do batelão com o material de 3ª categoria por meio do guindaste móvel sobre esteiras com *clamshell*.

2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

- guindaste móvel sobre esteiras com *clamshell*: líder de equipe;
- plataforma flutuante;
- guinchos pneumáticos;
- compressor de ar portátil;
- embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico.

a) guindaste móvel 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.

É atribuída a utilização operativa integral à plataforma flutuante, ao guincho e ao compressor, sendo imputada à embarcação empurradora a utilização operativa de 0,50.

2.3.1.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento dos serviços o seguinte profissional:

- 1 marinheiro de convés para operar os guinchos pneumáticos e auxiliar a atividade de carga e limpeza.

2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.



2.3.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.3.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de carga e limpeza com plataforma com *clamshell* deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de material efetivamente extraído, medido e avaliado no corte, obtido por meio de levantamentos batimétricos executados antes e depois da execução das atividades.

2.3.2 Carga e limpeza com draga *backhoe* - sem transporte

O serviço consiste na carga e limpeza de materiais de 3ª categoria resultantes do derrocamento por meio de draga *backhoe*.

2.3.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.3.2.2 Metodologia executiva

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

- manobra e posicionamento da draga *backhoe* no local de limpeza;
- carga do batelão com o material de 3ª categoria por meio da draga *backhoe*.

2.3.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pela draga *backhoe*, 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_{ap} representa a capacidade da draga, 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.



2.3.2.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.3.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.3.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.3.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de carga e limpeza com draga *backhoe* deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de material efetivamente extraído, medido e avaliado no corte, obtido por meio de levantamentos batimétricos executados antes e depois da execução das atividades.



APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - DERROCAGEM

A tabela 11 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de derrocagem relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 11 - Relação das composições de custos por subgrupo - derrocagem

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Perfuração e detonação	1716622, 1716603, 1716620, 1716621, 1716619, 1716601, 1716602, 1716600, 1716655 e 1716639
2.2.1 Carga e limpeza com plataforma com <i>clamshell</i> - com transporte	1716605, 1716610, 1716611, 1716612, 1716613, 1716614, 1716615, 1716616, 1716606, 1716617, 1716607, 1716608, 1716609, 1716624, 1716629, 1716630, 1716631, 1716632, 1716633, 1716634, 1716635, 1716625, 1716636, 1716626, 1716627 e 1716628
2.2.2 Carga e limpeza com draga <i>backhoe</i> - com transporte	1716641, 1716646, 1716647, 1716648, 1716649, 1716650, 1716651, 1716652, 1716642, 1716653, 1716643, 1716644 e 1716645
2.3.1 Carga e limpeza com plataforma com <i>clamshell</i> - sem transporte	1716604 e 1716623
2.3.2 Carga e limpeza com draga <i>backhoe</i> - sem transporte	1716640