



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Terraplenagem

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 Terraplenagem



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 terraplenagem.....	6
Figura 2 - Produtividade diária da escavação de vala em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica...	17
Figura 3 - Produtividade diária da escavação primária em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica...	19
Figura 4 - Produtividade diária da escavação secundária em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica	20
Figura 5 - Plano de fogo para escavação em material de 3ª categoria	26
Figura 6 - Pré-fissuramento de material de 3ª categoria	38
Figura 7 - Plano de fogo para pré-fissuramento de material de 3ª categoria ...	40
Figura 8 - Plano de fogo para escavação em material de 3ª categoria	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Velocidades máximas dos caminhões nos diferentes caminhos de serviço	4
Tabela 2 - Velocidades médias para os caminhões carregados	4
Tabela 3 - Velocidades médias para os caminhões vazios	5
Tabela 4 - Produção horária dos serviços de destocamento de árvores de diâmetro superior a 0,15 m.....	9
Tabela 5 - Produtividade horária da escavação de vala em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica	17
Tabela 6 - Vida útil média e consumo de ponteiros para rompedores hidráulicos - escavação de vala em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico.....	18
Tabela 7 - Serviços empregados nas operações de transporte - escavação de vala em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico	18
Tabela 8 - Produtividade horária da escavação em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica.....	20
Tabela 9 - Vida útil média e consumo de ponteiros para rompedores hidráulicos - escavação em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico.....	21
Tabela 10 - Serviços empregados nas operações de transporte - escavação em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico	21
Tabela 11 - Produtividade horária da fragmentação de blocos de rocha - com escavadeira e rompedor hidráulico	22



Tabela 12 - Consumo do ponteiro - fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e rompedor hidráulico	23
Tabela 13 - Serviços empregados nas operações de transporte - fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e rompedor hidráulico.....	23
Tabela 14 - Parâmetros do plano de fogo - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras.....	25
Tabela 15 - Consumo de emulsão explosiva encartuchada - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras	27
Tabela 16 - Consumo de nonel iniciador - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras.....	27
Tabela 17 - Consumo de nonel de coluna - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras	28
Tabela 18 - Consumo de nonel de ligação - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras	28
Tabela 19 - Consumo de nonel de iniciação para fogacho - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras	29
Tabela 20 - Vida útil média da broca - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras	30
Tabela 21 - Consumo de série de brocas - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras.....	30
Tabela 22 - Consumo dos equipamentos seccionados - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras.....	31
Tabela 23 - Parâmetros adotados - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto	32
Tabela 24 - Consumo de argamassa expansiva - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto	33
Tabela 25 - Vida útil média da broca - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto.....	34
Tabela 26 - Consumo de série de brocas - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto.....	34
Tabela 27 - Serviços empregados nas operações de transporte - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto	34
Tabela 28 - Vida útil média da broca - desmonte de matacões ou bloco de rocha por meio de explosivos.....	37
Tabela 29 - Consumo de série de brocas - desmonte de matacões ou bloco de rocha por meio de explosivos.....	37
Tabela 30 - Parâmetros do plano de fogo - pré-fissuramento de material de 3ª categoria.....	39
Tabela 31 - Consumo de nonel iniciador - pré-fissuramento de material de 3ª categoria.....	40



Tabela 32 - Consumo de nonel de coluna - pré-fissuramento de material de 3ª categoria.....	41
Tabela 33 - Consumo de nonel de ligação - pré-fissuramento de material de 3ª categoria.....	41
Tabela 34 - Consumo dos equipamentos seccionados - pré-fissuramento de material de 3ª categoria.....	42
Tabela 35 - Parâmetros do plano de fogo - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m	57
Tabela 36 - Consumo de emulsão explosiva encartuchada - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m.....	59
Tabela 37 - Consumo de nonel iniciador - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m	59
Tabela 38 - Consumo de nonel de coluna - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m	60
Tabela 39 - Consumo de nonel de ligação - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m	60
Tabela 40 - Consumo de nonel de iniciação para fogacho - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m.....	61
Tabela 41 - Vida útil média da broca - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m.....	62
Tabela 42 - Consumo de série de brocas - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m	62
Tabela 43 - Consumo dos equipamentos seccionados - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m.....	63
Tabela 44 - Consumo de material pétreo - compactação de camada final de aterro de rocha	73
Tabela 45 - Serviços empregados nas operações de transporte - compactação de camada final de aterro.....	73
Tabela 46 - Serviços empregados nas operações de transporte - camada drenante com conformação de trator de esteiras	76
Tabela 47 - Relação das composições de custos por subgrupo - terraplenagem	77



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	6
2.1	Serviços preliminares	7
2.1.1	Desmatamento, destocamento e limpeza - área com árvores de diâmetro até 0,15 m.....	7
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>7</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>7</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>7</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>8</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>8</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>8</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>8</i>
2.1.2	Destocamento de árvores de diâmetro superior a 0,15 m.....	8
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>8</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>8</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>9</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>9</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>9</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>9</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>9</i>
2.1.3	Limpeza mecanizada da camada vegetal.....	9
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>10</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>10</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>10</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra</i>	<i>10</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>10</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>11</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>11</i>
2.2	Exploração de material de jazida	11
2.2.1	Expurgo de jazida.....	11
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>11</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>11</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>11</i>



2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	12
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	12
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	12
2.2.1.7	<i>Critérios de medição</i>	12
2.3	Caminhos de serviço	12
2.3.1	Manutenção de caminhos de serviço	12
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	12
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	12
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	13
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	13
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	13
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	13
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	13
2.3.2	Umedecimento de caminho de serviço	13
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	13
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	13
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	14
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i>	14
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	14
2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i>	14
2.3.2.7	<i>Critérios de medição</i>	14
2.4	Escavação mecânica com retroescavadeira	14
2.4.1	Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria	14
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	15
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	15
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	15
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i>	15
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	15
2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i>	15
2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i>	16
2.5	Escavação e desmonte de material de 3ª categoria	16
2.5.1	Escavação de vala em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico	16
2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	16
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	16



2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	16
2.5.1.4	<i>Mão de obra</i>	17
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	17
2.5.1.6	<i>Operações de transporte</i>	18
2.5.1.7	<i>Critérios de medição</i>	18
2.5.2	Escavação em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico	19
2.5.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	19
2.5.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	19
2.5.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	19
2.5.2.4	<i>Mão de obra</i>	20
2.5.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	20
2.5.2.6	<i>Operações de transporte</i>	21
2.5.2.7	<i>Critérios de medição</i>	21
2.5.3	Fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e rompedor hidráulico	22
2.5.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	22
2.5.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	22
2.5.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	22
2.5.3.4	<i>Mão de obra</i>	22
2.5.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	23
2.5.3.6	<i>Operações de transporte</i>	23
2.5.3.7	<i>Critérios de medição</i>	24
2.5.4	Escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras	24
2.5.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	24
2.5.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	24
2.5.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	24
2.5.4.4	<i>Mão de obra</i>	25
2.5.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	25
2.5.4.6	<i>Operações de transporte</i>	31
2.5.4.7	<i>Critérios de medição</i>	31
2.5.5	Desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto	31
2.5.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	31
2.5.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	31



2.5.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	31
2.5.5.4	<i>Mão de obra</i>	32
2.5.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	32
2.5.5.6	<i>Operações de transporte</i>	34
2.5.5.7	<i>Critérios de medição</i>	35
2.5.6	Desmonte de matacões ou bloco de rocha por meio de explosivos..	35
2.5.6.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	35
2.5.6.2	<i>Metodologia executiva</i>	35
2.5.6.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	35
2.5.6.4	<i>Mão de obra</i>	36
2.5.6.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	36
2.5.6.6	<i>Operações de transporte</i>	37
2.5.6.7	<i>Critérios de medição</i>	37
2.5.7	Pré-fissuramento de material de 3ª categoria	37
2.5.7.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	38
2.5.7.2	<i>Metodologia executiva</i>	38
2.5.7.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	38
2.5.7.4	<i>Mão de obra</i>	39
2.5.7.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	39
2.5.7.6	<i>Operações de transporte</i>	42
2.5.7.7	<i>Critérios de medição</i>	42
2.5.8	Desmonte de blocos de rocha com marteleto pneumático	42
2.5.8.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	43
2.5.8.2	<i>Metodologia executiva</i>	43
2.5.8.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	43
2.5.8.4	<i>Mão de obra</i>	43
2.5.8.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	44
2.5.8.6	<i>Operações de transporte</i>	44
2.5.8.7	<i>Critérios de medição</i>	44
2.6	Escavação, carga e transporte	44
2.6.1	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria com motoscaper	44
2.6.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	44
2.6.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	44
2.6.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	44



2.6.1.4	<i>Mão de obra</i>	45
2.6.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	45
2.6.1.6	<i>Operações de transporte</i>	45
2.6.1.7	<i>Critérios de medição</i>	46
2.6.2	Escavação e transporte de material de 1ª categoria com trator de esteiras - DMT de até 50 m	46
2.6.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	46
2.6.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	46
2.6.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	46
2.6.2.4	<i>Mão de obra</i>	47
2.6.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	47
2.6.2.6	<i>Operações de transporte</i>	47
2.6.2.7	<i>Critérios de medição</i>	47
2.6.3	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria com carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante	47
2.6.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	47
2.6.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	47
2.6.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	48
2.6.3.4	<i>Mão de obra</i>	49
2.6.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	49
2.6.3.6	<i>Operações de transporte</i>	49
2.6.3.7	<i>Critérios de medição</i>	49
2.6.4	Escavação e transporte de material de 2ª categoria com trator de esteiras - DMT de até 50 m	49
2.6.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	49
2.6.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	50
2.6.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	50
2.6.4.4	<i>Mão de obra</i>	51
2.6.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	51
2.6.4.6	<i>Operações de transporte</i>	51
2.6.4.7	<i>Critérios de medição</i>	51
2.6.5	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria com carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante	51
2.6.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	51
2.6.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	51
2.6.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	52



2.6.5.4	<i>Mão de obra</i>	53
2.6.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	53
2.6.5.6	<i>Operações de transporte</i>	53
2.6.5.7	<i>Critérios de medição</i>	54
2.6.6	Escavação, carga e transporte de material de 1ª ou 2ª categoria com escavadeira e caminhão basculante	54
2.6.6.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	54
2.6.6.2	<i>Metodologia executiva</i>	54
2.6.6.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	54
2.6.6.4	<i>Mão de obra</i>	55
2.6.6.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	55
2.6.6.6	<i>Operações de transporte</i>	55
2.6.6.7	<i>Critérios de medição</i>	55
2.6.7	Escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m	56
2.6.7.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	56
2.6.7.2	<i>Metodologia executiva</i>	56
2.6.7.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	56
2.6.7.4	<i>Mão de obra</i>	57
2.6.7.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	57
2.6.7.6	<i>Operações de transporte</i>	63
2.6.7.7	<i>Critérios de medição</i>	63
2.6.8	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria	63
2.6.8.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	63
2.6.8.2	<i>Metodologia executiva</i>	63
2.6.8.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	64
2.6.8.4	<i>Mão de obra</i>	66
2.6.8.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	66
2.6.8.6	<i>Operações de transporte</i>	66
2.6.8.7	<i>Critérios de medição</i>	66
2.6.9	Escavação, carga e transporte de solos moles com escavadeira e caminhão basculante	66
2.6.9.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	66
2.6.9.2	<i>Metodologia executiva</i>	66
2.6.9.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	67
2.6.9.4	<i>Mão de obra</i>	68



2.6.9.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	68
2.6.9.6	<i>Operações de transporte.....</i>	68
2.6.9.7	<i>Critérios de medição.....</i>	68
2.7	Compactação.....	68
2.7.1	Compactação de aterro	68
2.7.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	68
2.7.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	68
2.7.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	69
2.7.1.4	<i>Mão de obra</i>	70
2.7.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	70
2.7.1.6	<i>Operações de transporte.....</i>	70
2.7.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	71
2.7.2	Compactação de camada final de aterro em rocha	71
2.7.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	71
2.7.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	71
2.7.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	71
2.7.2.4	<i>Mão de obra</i>	72
2.7.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	72
2.7.2.6	<i>Operações de transporte.....</i>	73
2.7.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	73
2.8	Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria.....	73
2.8.1	Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria oriundo de corte.....	73
2.8.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	73
2.8.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	74
2.8.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	74
2.8.1.4	<i>Mão de obra</i>	74
2.8.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	74
2.8.1.6	<i>Operações de transporte.....</i>	74
2.8.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	74
2.9	Camada drenante	75
2.9.1	Camada drenante com conformação de trator de esteiras.....	75
2.9.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	75
2.9.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	75
2.9.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	75



2.9.1.4	<i>Mão de obra</i>	75
2.9.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	76
2.9.1.6	<i>Operações de transporte</i>	76
2.9.1.7	<i>Critérios de medição</i>	76
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - TERRAPLENAGEM		77



1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, terraplenagem consiste no conjunto de operações destinadas a promover a movimentação de solos e rochas com objetivo de implantar o corpo estradal, consolidando a superfície de terrapleno para construção das camadas estruturais do pavimento em rodovias e da superestrutura das vias férreas.

No que tange aos empreendimentos associados à infraestrutura terrestre, de forma preliminar são desenvolvidas atividades de supressão vegetal, limpeza de áreas e abertura de caminhos de serviço.

Os materiais empregados na terraplenagem são classificados em função dos seguintes parâmetros:

- materiais de 1ª categoria: compreendem os materiais facilmente escaváveis com equipamentos comuns (e.g., *scrapers*, tratores, escavadeiras, carregadeiras etc.), qualquer que seja o teor de umidade. São caracterizados como solos residuais ou sedimentares, rochas em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 metros;
- materiais de 2ª categoria: compreendem os materiais mais resistentes ao desmonte e que não admitem a utilização de equipamentos comuns sem a realização de tratamentos prévios (e.g., pré-escarificação ou utilização descontínua de explosivos). São caracterizados por pedras soltas, blocos de rocha de volume inferior a 2,00 m³ e matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1,00 metro;
- materiais de 3ª categoria: compreendem os materiais que admitem desmonte pelo emprego contínuo de explosivos ou de técnicas equivalentes de desmonte a frio. São caracterizados por materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e por blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 m, ou de volume igual ou superior a 2,00 m³.

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 terraplenagem são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de terraplenagem 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 1ª categoria: $F_{cv} = 1,0 / 1,25 = 0,80$;
- materiais de 2ª categoria: $F_{cv} = 1,0 / 1,39 = 0,72$;
- materiais de 3ª categoria: $F_{cv} = 1,0 / 1,75 = 0,57$;
- solos moles: $F_{cv} = 1,0 / 1,25 = 0,80$.

c) fator de carga:

- materiais de 1ª categoria = 0,90;
- materiais de 2ª categoria = 0,80;
- materiais de 3ª categoria = 0,70.

Especificamente para os caminhões basculantes utilizados em serviços de escavação, carga e transporte:

- caminhão basculante de 14 m³:
 - leito natural = 1,00;
 - revestimento primário = 1,00;
 - rodovia pavimentada = 0,90;
- demais caminhões basculantes:
 - materiais de 1ª categoria = 1,00;
 - materiais de 2ª categoria = 1,00;
 - materiais de 3ª categoria = 0,90;
 - solos moles = 0,80.

Para as escavadeiras hidráulicas:

- materiais de 1ª categoria = 1,00;
- materiais de 2ª categoria = 0,80;
- materiais de 3ª categoria = 0,70;
- solos moles = 0,80.

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 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 e 3.

Tabela 2 - Velocidades médias para os caminhões carregados

Faixas de distâncias de transporte (m)	Distância média (m)	Velocidade de ida - carregado (km/h)		
		Leito natural	Revestimento primário	Pavimentado
50,00 a 200,00	125,00	5,99870	11,42609	12,85435
200,00 a 400,00	300,00	9,15369	17,43560	19,61505
400,00 a 600,00	500,00	11,60819	22,11083	24,87469
600,00 a 800,00	700,00	13,48295	25,68181	28,89204
800,00 a 1.000,00	900,00	14,99700	28,56571	32,13643
1.000,00 a 1.200,00	1.100,00	16,25146	30,95516	34,82456
1.200,00 a 1.400,00	1.300,00	17,30289	32,95789	37,07762
1.400,00 a 1.600,00	1.500,00	18,18653	34,64102	38,97114
1.600,00 a 1.800,00	1.700,00	18,92591	36,04935	40,55552
1.800,00 a 2.000,00	1.900,00	19,53740	37,21410	41,86586
2.000,00 a 2.500,00	2.250,00	20,33316	38,72983	43,57106
2.500,00 a 3.000,00	2.750,00	20,92696	39,86087	44,84348
3.000,00	3.000,00	21,00000	40,00000	45,00000



Tabela 3 - Velocidades médias para os caminhões vazios

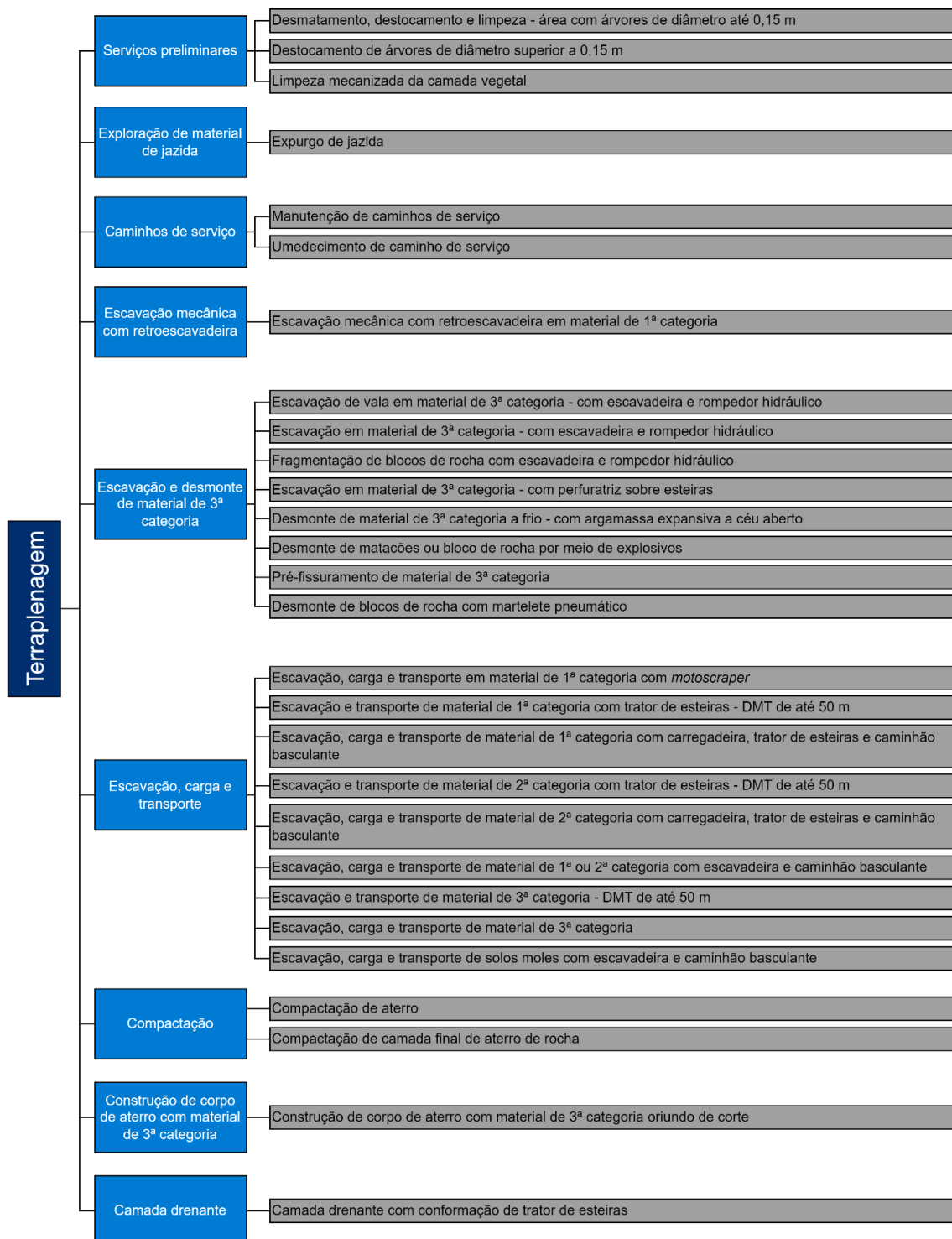
Faixas de distâncias de transporte (m)	Distância média (m)	Velocidade de volta - vazio (km/h)		
		Leito natural (km/h)	Revestimento primário (km/h)	Pavimentado (km/h)
50,00 a 200,00	125,00	11,14044	12,85435	17,13914
200,00 a 400,00	300,00	16,99971	19,61505	26,15339
400,00 a 600,00	500,00	21,55806	24,87469	33,16625
600,00 a 800,00	700,00	25,03977	28,89204	38,52272
800,00 a 1.000,00	900,00	27,85157	32,13643	42,84857
1.000,00 a 1.200,00	1.100,00	30,18129	34,82456	46,43275
1.200,00 a 1.400,00	1.300,00	32,13394	37,07762	49,43683
1.400,00 a 1.600,00	1.500,00	33,77499	38,97114	51,96152
1.600,00 a 1.800,00	1.700,00	35,14812	40,55552	54,07402
1.800,00 a 2.000,00	1.900,00	36,28374	41,86586	55,82114
2.000,00 a 2.500,00	2.250,00	37,76159	43,57106	58,09475
2.500,00 a 3.000,00	2.750,00	38,86435	44,84348	59,79130
3.000,00	3.000,00	39,00000	45,00000	60,00000



2 SERVIÇOS

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

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de terraplenagem



Fonte: FGV IBRE



2.1 Serviços preliminares

2.1.1 Desmatamento, destocamento e limpeza - área com árvores de diâmetro até 0,15 m

O serviço consiste na remoção mecanizada de vegetação com árvores de diâmetro até 0,15 m, no destocamento de troncos remanescentes e na limpeza final da área.

O material resultante das operações deve ser removido para bota-fora. Entretanto, poderá ser estocado, com objetivo de proceder mistura com solos férteis da camada superficial da área, visando posterior emprego na recomposição de áreas degradadas em função das atividades desenvolvidas no empreendimento, obedecendo aos critérios definidos nas condicionantes ambientais.

Destaca-se que o diâmetro das árvores deve ser medido a um metro de altura do nível do terreno.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Serviços preliminares*.

2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- desmatamento e enleiramento da vegetação por meio do trator sobre esteiras com lâmina;
- destocamento dos troncos remanescentes por meio do trator sobre esteiras com lâmina;
- limpeza final da área por meio do trator sobre esteiras com lâmina.

2.1.1.3 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:

$$P = \frac{60 \times D \times L \times F_e}{T_c \times Q_p}$$



onde:

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

D representa a distância de operação, em metros;

L representa a largura útil, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos;

Q_p representa a quantidade de passadas do trator.

2.1.1.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar o desmatamento, destocamento e limpeza.

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 desmatamento, destocamento e de limpeza de área com árvores de diâmetro inferior a 0,15 m deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente executada.

2.1.2 Destocamento de árvores de diâmetro superior a 0,15 m

O serviço consiste na remoção total de troncos e raízes de árvores com diâmetro superior a 0,15 m.

2.1.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Serviços preliminares*.

2.1.2.2 Metodologia executiva

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

- destocamento de troncos e raízes de árvores por meio do trator sobre esteiras com lâmina.



2.1.2.3 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 foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial histórico consolidado, consoante aos valores apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Produção horária dos serviços de destocamento de árvores de diâmetro superior a 0,15 m

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
5501701	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m	20,75
5501702	Destocamento de árvores com diâmetro maior que 0,30 m	8,30000

2.1.2.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar o destocamento.

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 do serviço de destocamento de árvores de diâmetro superior a 0,15 m deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente removida.

2.1.3 Limpeza mecanizada da camada vegetal

O serviço consiste na execução de limpeza mecanizada da camada vegetal com a utilização de trator sobre esteiras com lâmina.

O material resultante das operações deve ser removido para bota-fora. Entretanto, poderá ser estocado, com objetivo de posterior emprego na recomposição de áreas degradadas em função das atividades desenvolvidas no empreendimento, obedecendo aos critérios definidos nas condicionantes ambientais.



2.1.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Serviços preliminares*.

2.1.3.2 Metodologia executiva

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

- limpeza mecanizada de camada vegetal por meio do trator sobre esteiras com lâmina.

2.1.3.3 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:

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

onde:

P representa a produção horária, em metros quadrados por hora;
 C_{ap} representa a capacidade da lâmina do trator, 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;
e representa a espessura da camada, em metros.

2.1.3.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a limpeza.

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 limpeza mecanizada da camada vegetal deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente executada.

2.2 Exploração de material de jazida

2.2.1 Expurgo de jazida

O serviço consiste na remoção de material inservível para o emprego em atividades de terraplenagem, executado de forma anterior à exploração da jazida.

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 da composição de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- remoção de material inservível, em jazida, por meio de trator sobre esteiras com lâmina.

2.2.1.3 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_{ap} representa a capacidade da lâmina do trator, 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.



2.2.1.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a remoção do material.

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 do serviço de expurgo de jazida deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente removido, medido e avaliado no corte (*i.e.*, volume *in natura*).

2.3 Caminhos de serviço

Os caminhos de serviço consistem em infraestrutura auxiliar de apoio ao desenvolvimento do empreendimento, provendo acesso dos equipamentos às frentes de trabalho no segmento em obra.

2.3.1 Manutenção de caminhos de serviço

O serviço consiste na regularização dos caminhos de serviço por meio de motoniveladora.

2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 105/2009: *Terraplenagem - caminhos de serviço*.

2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- raspagem e regularização da superfície dos caminhos de serviço por meio da motoniveladora.



2.3.1.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida exclusivamente pela motoniveladora, 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:

$$P = \frac{v \times F_e}{Q_p}$$

onde:

P representa a produção horária, em quilômetros por hora;

v representa a velocidade de deslocamento, em quilômetros por hora;

F_e representa o fator de eficiência;

Q_p representa a quantidade de passadas da motoniveladora.

2.3.1.4 *Mão de obra*

Não se aplica a este serviço.

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 do serviço de manutenção dos caminhos de serviço deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão efetivamente executado.

2.3.2 Umedecimento de caminho de serviço

O serviço consiste no umedecimento dos caminhos de serviço por meio de caminhão tanque.

2.3.2.1 *Dispositivos legais e técnico-normativos*

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

- DNIT ES 105/2009: *Terraplenagem - Caminhos de serviço*.

2.3.2.2 *Metodologia executiva*

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



- aplicação de água na superfície dos caminhos de serviço por meio de caminhão tanque.

2.3.2.3 *Produção horária e equipe mecânica*

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

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

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

onde:

P representa a produção horária, em quilômetros por hora;

C_{ap} representa a capacidade do tanque, em litros;

F_e representa o fator de eficiência;

F_{cv} representa o fator de conversão, em metros por quilômetro;

L representa a largura média, em metros;

Q representa o consumo de água, em litros por metro quadrado;

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 do serviço de umedecimento de caminhos de serviço deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão efetivamente executada.

2.4 **Escavação mecânica com retroescavadeira**

2.4.1 Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria

O serviço consiste na execução de escavação em material de 1ª categoria por meio de retroescavadeira de pneus.



2.4.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.4.1.2 Metodologia executiva

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

- escavação em material de 1ª categoria por meio de retroescavadeira.

2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pela retroescavadeira de pneus, 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 retroescavadeira, 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.

2.4.1.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a escavação.

2.4.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.4.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



2.4.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).

2.5 Escavação e desmonte de material de 3ª categoria

2.5.1 Escavação de vala em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico

O serviço consiste na execução de escavação de vala em material de 3ª categoria por meio de escavadeira com martelo rompedor hidráulico.

2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.5.1.2 Metodologia executiva

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

- fragmentação da rocha na abertura de vala em material de 3ª categoria por meio de escavadeira com martelo hidráulico.

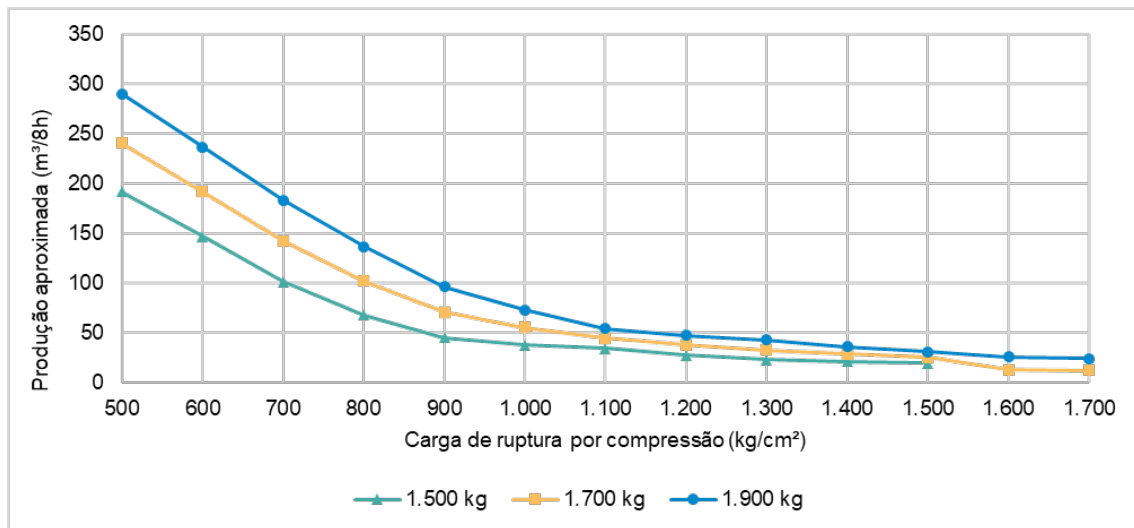
2.5.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado. Os parâmetros adotados nos cálculos foram obtidos mediante consulta a bibliografia específica, bem como a catálogos de fabricante.

A figura 2 apresenta os dados de produtividades diárias em função da resistência à compressão da rocha.



Figura 2 - Produtividade diária da escavação de vala em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica



Fonte: Adaptado de INDECO. Rompedores hidráulicos da série HP. Disponível em: <https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/16841/24707/rompedores-hidraulicos-copex.pdf>

A partir dos elementos constantes da figura 2, foram determinadas as produções horárias consoantes aos valores apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Produtividade horária da escavação de vala em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica

Resistência à compressão da rocha (MPa)	Produtividade (m³/h)
Até 50,00	30,16
De 50,00 até 70,00	24,01
De 70,00 até 90,00	13,20
De 90,00 até 110,00	7,16129
Acima de 110,00	3,51810

2.5.1.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.5.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) ponteiro para rompedor hidráulico de 1.700 kg

Consiste em insumo acoplado ao martelo rompedor para desmonte a frio da rocha.

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

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



onde:

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

V_u representa a vida útil do ponteiro, em horas por unidade;

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

A tabela 6 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 6 - Vida útil média e consumo de ponteiros para rompedores hidráulicos - escavação de vala em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico

Resistência à compressão da rocha (MPa)	Vida média do ponteiro (h/un)	Produtividade (m³/h)	Consumo (un/m³)
Até 50,00	200,00	30,16	0,00017
De 50,00 até 70,00	180,00	24,01	0,00023
De 70,00 até 90,00	160,00	13,20	0,00047
De 90,00 até 110,00	140,00	7,16129	0,00100
Acima de 110,00	120,00	3,51810	0,00237

2.5.1.6 Operações de transporte

A tabela 7 apresenta o parâmetro referencial adotado, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 7 - Serviços empregados nas operações de transporte - escavação de vala em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0602	Ponteiro para rompedor hidráulico de 1.700 kg	0,12500 t/un	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.5.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação de vala em material de 3ª categoria com escavadeira e martelo rompedor hidráulico deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), bem como da resistência à compressão da rocha.



2.5.2 Escavação em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico

O serviço consiste na execução de escavação em material de 3ª categoria por meio de escavadeira com martelo rompedor hidráulico.

2.5.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.5.2.2 Metodologia executiva

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

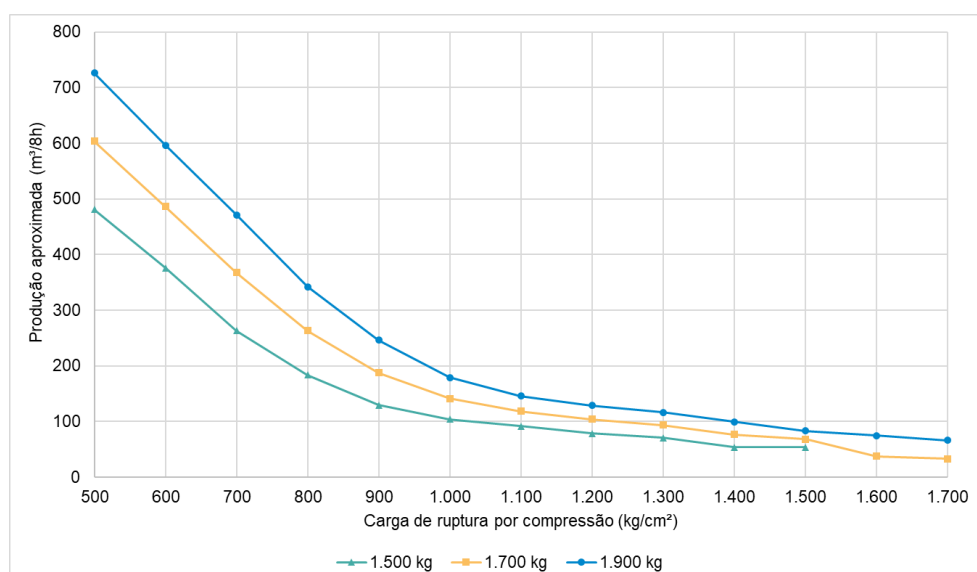
- desmonte primário dos blocos de rocha por meio de escavadeira com martelo hidráulico;
- desmonte secundário dos blocos resultantes por meio de escavadeira com martelo hidráulico.

2.5.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado. Os parâmetros adotados nos cálculos foram obtidos mediante consulta a bibliografia específica, bem como a catálogos de fabricante.

Os dados de produtividades diárias para desmontes primário e secundário, são apresentados nas figuras 3 e 4, respectivamente.

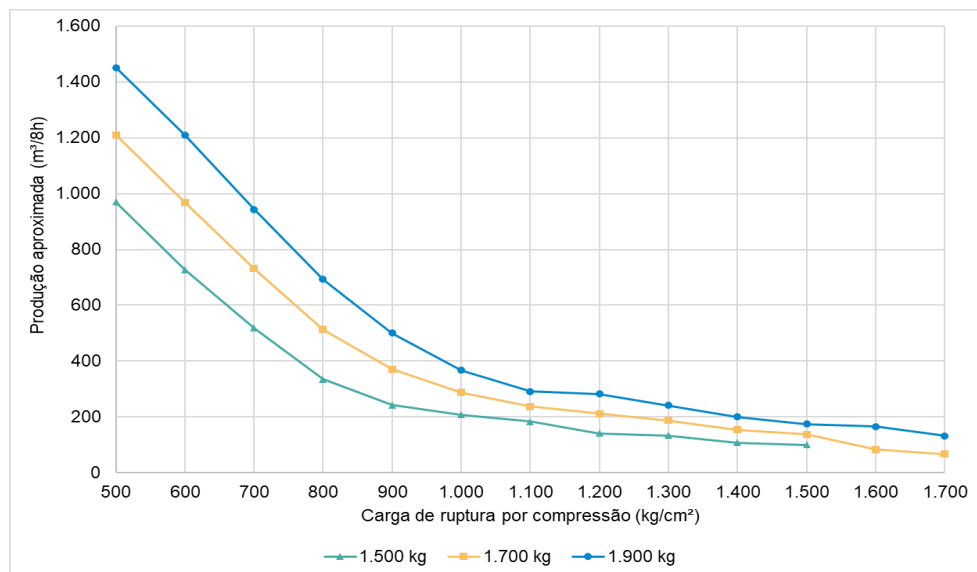
Figura 3 - Produtividade diária da escavação primária em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica



Fonte: Adaptado de INDECO. **Rompedores hidráulicos da série HP.** Disponível em: <https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/16841/24707/rompedores-hidraulicos-copex.pdf>



Figura 4 - Produtividade diária da escavação secundária em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica



Fonte: Adaptado de INDECO. **Rompedores hidráulicos da série HP.** Disponível em: <https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/16841/24707/rompedores-hidraulicos-copex.pdf>

A partir dos elementos constantes nas figuras 3 e 4, foram determinadas as produções horárias consoantes aos valores apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Produtividade horária da escavação em material de 3ª categoria - com rompedor hidráulico acoplado em escavadeira hidráulica

Resistência à compressão da rocha (MPa)	Produtividade (m³/h)
Até 50,00	50,33
De 50,00 até 70,00	40,46
De 70,00 até 90,00	22,63
De 90,00 até 110,00	12,44
Acima de 110,00	6,35727

2.5.2.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.5.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) ponteiro para rompedor hidráulico de 1.700 kg

Consiste em insumo acoplado ao martelo rompedor para desmonte a frio da rocha.

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

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



onde:

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

V_u representa a vida útil do ponteiro, em horas por unidade;

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

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

Tabela 9 - Vida útil média e consumo de ponteiros para rompedores hidráulicos - escavação em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico

Resistência à compressão da rocha (MPa)	Vida média do ponteiro (h/un)	Produtividade (m³/h)	Consumo (un/m³)
Até 50,00	200,00	50,33	0,00010
De 50,00 até 70,00	180,00	40,46	0,00014
De 70,00 até 90,00	160,00	22,63	0,00028
De 90,00 até 110,00	140,00	12,44	0,00057
Acima de 110,00	120,00	6,35727	0,00131

2.5.2.6 Operações de transporte

A tabela 10 apresenta o parâmetro referencial adotado, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 10 - Serviços empregados nas operações de transporte - escavação em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0602	Ponteiro para rompedor hidráulico de 1.700 kg	0,12500 t/un	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carrocera de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carrocera de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carrocera de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carrocera de 15 t - rodovia pavimentada

2.5.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação em material de 3ª categoria com escavadeira e martelo rompedor hidráulico deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), bem como da resistência à compressão da rocha.



2.5.3 Fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e rompedor hidráulico

O serviço consiste na fragmentação de blocos de rocha por meio de escavadeira com martelo hidráulico.

2.5.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.5.3.2 Metodologia executiva

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

- fragmentação de blocos de rocha por meio de escavadeira com martelo hidráulico.

2.5.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado. Os parâmetros adotados nos cálculos foram obtidos mediante consulta a bibliografia específica, bem como a catálogos de fabricante.

A produtividade foi estabelecida mediante a aplicação da média entre as produções horárias determinadas a partir dos elementos constantes da figura 4, consoantes aos valores apresentados na tabela 11.

Tabela 11 - Produtividade horária da fragmentação de blocos de rocha - com escavadeira e rompedor hidráulico

Resistência à compressão da rocha (MPa)	Produtividade (m³/h)
Até 50,00	151,34
De 50,00 até 70,00	121,25
De 70,00 até 90,00	67,32
De 90,00 até 110,00	37,31
Acima de 110,00	19,22
Média	79,29

2.5.3.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.



2.5.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) ponteiro para rompedor hidráulico de 1.700 kg

Consiste em insumo acoplado ao martelo rompedor para desmonte a frio da rocha.

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

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

onde:

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

V_u representa a vida útil do ponteiro, em horas por unidade;

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

A tabela 12 apresenta o parâmetro referencial adotado e o respectivo consumo do material.

Tabela 12 - Consumo do ponteiro - fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e rompedor hidráulico

Descrição	Vida útil média do ponteiro (h/un)	Produtividade (m³/h)	Consumo (un/m³)
Ponteiro para rompedor hidráulico de 1.700 kg	160,00	79,29	0,00008

2.5.3.6 Operações de transporte

A tabela 13 apresenta o parâmetro referencial adotado, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 13 - Serviços empregados nas operações de transporte - fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e rompedor hidráulico

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0602	Ponteiro para rompedor hidráulico de 1.700 kg	0,12500 t/un	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada



2.5.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e martelo rompedor hidráulico deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente fragmentado.

2.5.4 Escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

O serviço consiste na execução de escavação em material de 3ª categoria por meio da perfuratriz sobre esteiras e explosivos.

2.5.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 106/2009: *Terraplenagem - Cortes*;
- ANM NRM 16/2002: *Operações com explosivos e acessórios*;
- NR 16/2024: *Atividades e operações perigosas*.

2.5.4.2 Metodologia executiva

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

- execução de furos no maciço rochoso por meio de perfuratriz sobre esteiras;
- montagem manual do circuito de detonação;
- detonação do maciço rochoso;
- execução de furos nas rochas com maiores dimensões por meio de martelete perfurador para o desmonte secundário;
- montagem manual do circuito de detonação para o desmonte secundário;
- detonação secundária (fogacho).

2.5.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz sobre esteiras: líder de equipe;
- martelete perfurador a ar comprimido;
- compressor de ar.

A produção horária da perfuratriz sobre esteiras é estabelecida por 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.

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

2.5.4.4 Mão de obra

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

- 1 *blaster* para a montagem do circuito de detonação;
- 2 auxiliares de *blaster* para auxiliar a montagem do circuito de detonação.

2.5.4.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 14.

Tabela 14 - Parâmetros do plano de fogo - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

Parâmetros	Variáveis e expressões de cálculo	Valor
Número de furos	N_f	28 un
Diâmetro do furo	ϕ	64 mm
Afastamento	A_f	2,00 m
Espaçamento	E	2,50 m
Altura da bancada	H	5,00 m
Subfuração	$S_f = 0,3 \times A_f$	0,60 m
Comprimento da furação	$C_f = H + S_f$	5,60 m
Volume produzido por furo	$V_f = A_f \times E \times H$	25,00 m³
Volume de rocha a detonar	$V_t = V_f \times N_f$	700,00 m³
Volume de fogacho	$V_a = 0,10 \times V_t$	70,00 m³
Tampão	$T = 0,70 \text{ a } 1,00 \times A_f$	1,40 a 2,00 = 1,70 m
Altura de carga de fundo	$H_f = 1,30 \times A_f$	2,60 m
Altura de carga de coluna	$H_c = (H + S_f) - T - H_f$	1,30 m

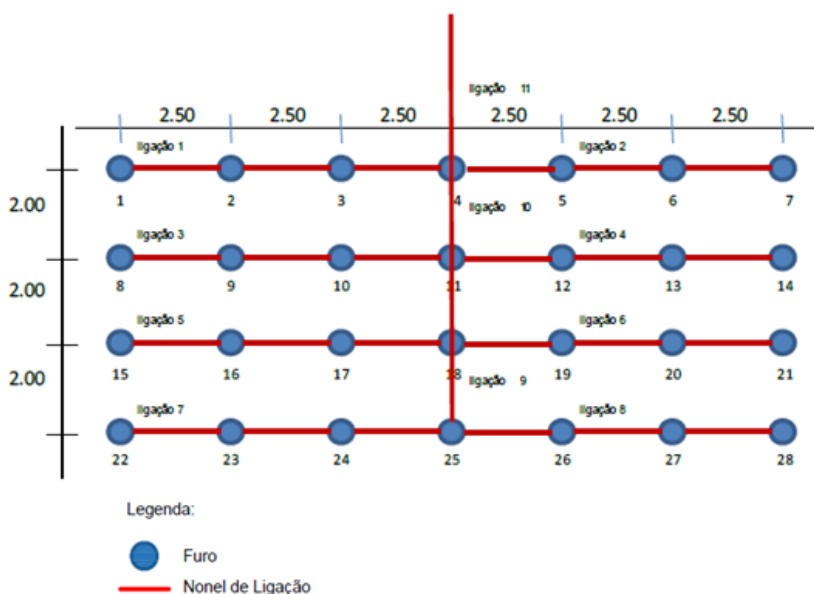


Tabela 14 - Parâmetros do plano de fogo - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras (2/2)

Parâmetros	Variáveis e expressões de cálculo	Valor
Razão de carga linear do fundo	$L_f = \frac{\phi^2}{1.000}$	4,096 kg/m
Razão de carga linear de coluna	$L_c = 40\% \times L_f$	1,638 kg/m
Carga total por furo	$Q_f = (L_f \times H_f) + (L_c \times H_c)$	12,779 kg

O croqui constante da figura 5 apresenta o plano de fogo adotado como referência para escavação em material de 3ª categoria.

Figura 5 - Plano de fogo para escavação em material de 3ª categoria



Fonte: FGV IBRE

a) emulsão explosiva encartuchada

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

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

$$Q = (1 + k) \times \frac{Q_f}{V_f}$$

onde:

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

k representa o coeficiente adicional para fogacho;

Q_f representa a carga total por furo, em quilogramas;

V_f representa o volume produzido no corte por furo, em metros cúbicos.



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

Tabela 15 - Consumo de emulsão explosiva encartuchada - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

Coeficiente adicional para fogacho (%)	Carga total por furo (kg)	Volume produzido (m³)	Consumo (kg/m³)
10,00	12,779	25,00	0,56228

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:

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

onde:

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

N representa o número de nonel iniciador, em unidades;

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

A tabela 16 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 16 - Consumo de nonel iniciador - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

Número de nonéis (un)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (un/m³)
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:

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

onde:

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

Q_t representa a quantidade de furos, em unidades;

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



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

Tabela 17 - Consumo de nonel de coluna - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

Quantidade 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 de iniciação não elétrico utilizado para conectar o circuito de detonação.

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

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

onde:

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

N representa o número de nonéis de ligação, em unidades;

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

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

Tabela 18 - Consumo de nonel de ligação - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

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

e) nonel de iniciação para fogacho - C = 6,0 m

Consiste em sistema de iniciação não elétrico para fogacho utilizado na detonação secundária.

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

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

onde:

Q representa o consumo de nonel de iniciação para fogacho, em unidades por metro cúbico;

N representa o número de nonéis de iniciação, em unidades;

V_a representa o volume de fogacho, em metros cúbicos.



A tabela 19 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 19 - Consumo de nonel de iniciação para fogacho - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

Número de nonéis (un)	Volume de fogacho (m³)	Consumo (un/m³)
11	70,00	0,15714

f) série de brocas integrais S12

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

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

$$Q = \frac{R_p}{V_{mb}}$$

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_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade.

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 útil 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 20 apresenta os parâmetros referenciais adotados no cálculo da vida útil média da broca.



Tabela 20 - Vida útil média da broca - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

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

A tabela 21 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 21 - Consumo de série de brocas - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

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

g) 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 do equipamento seccionado, 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 útil média dos equipamentos seccionados, em metros por unidade;

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

A tabela 22 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



Tabela 22 - Consumo dos equipamentos seccionados - escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras

Equipamento seccionado para perfuratriz	Altura da bancada (m)	Subfuração (m)	Volume produzido por furo (m³)	Vida útil média (m/un)	Consumo (un/m³)
Coroa de botões esféricos linha T38	5,00	0,60	25,00	650,00	0,00034
Haste linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	5,00	0,60	25,00	1.400,00	0,00016
Luva em aço linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	5,00	0,60	25,00	900,00	0,00025
Punho linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	5,00	0,60	25,00	1.750,00	0,00013

2.5.4.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.5.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação de material de 3ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).

2.5.5 Desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto

O serviço consiste na execução de desmonte a frio de material de 3ª categoria com a utilização de argamassa expansiva.

2.5.5.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.5.5.2 Metodologia executiva

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

- execução de furos na rocha por meio de marteleto;
- preparo manual da argamassa expansiva;
- preenchimento manual dos furos com a argamassa expansiva.

2.5.5.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- marteleto perfurador a ar comprimido: líder de equipe;
- compressor de ar.



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 profundidade, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

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

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

2.5.5.4 Mão de obra

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

- 1 servente para preparar a argamassa e preencher os furos.

2.5.5.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 23.

Tabela 23 - Parâmetros adotados - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto

Parâmetros	Variáveis e expressões de cálculo	Valor
Diâmetro do furo	ϕ	40 mm
Afastamento	A_f	0,40 m
Espaçamento	E	0,40 m
Área da malha referencial	$A_m = A_f \times E$	0,1600 m ²
Razão de perfuração	$R_p = \frac{1}{A_m}$	6,25000 m/m ³
Razão de argamassa expansiva	R_a	2,00 kg/m

a) argamassa expansiva para desmonte de rocha

Consiste em agente expansivo não explosivo utilizado no desmonte de rochas.



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

$$Q = R_p \times R_a \times (1 + k)$$

onde:

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

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

R_a representa a razão de argamassa expansiva, em quilogramas por metro;

k representa o coeficiente de perda.

A tabela 24 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 24 - Consumo de argamassa expansiva - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto

Razão de perfuração (m/m³)	Razão de argamassa (kg/m)	Coeficiente de perda (%)	Consumo (kg/m³)
6,25000	2,00	5,00	13,12500

b) série de brocas integrais S12

Consiste em insumo acoplado ao martelete para execução dos furos em material de 3ª categoria.

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

$$Q = \frac{R_p}{V_{mb}}$$

onde:

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

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

V_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade.

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.

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 útil 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 25 apresenta os parâmetros referenciais adotados no cálculo da vida útil média da broca.

Tabela 25 - Vida útil média da broca - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto

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

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

Tabela 26 - Consumo de série de brocas - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto

Razão de perfuração (m/m³)	Vida útil média da broca (m/un)	Consumo (un/m³)
6,25000	195,00	0,03205

2.5.5.6 Operações de transporte

A tabela 27 apresenta o parâmetro referencial adotado, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 27 - Serviços empregados nas operações de transporte - desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0421	Argamassa expansiva para desmonte de rocha e demolição 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



2.5.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de desmonte de materiais de 3ª categoria a frio com argamassa expansiva a céu aberto deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*).

2.5.6 Desmonte de matacões ou bloco de rocha por meio de explosivos

O serviço consiste no desmonte de matacões ou blocos de rocha por meio do martelete perfurador e explosivos.

2.5.6.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 106/2009: *Terraplenagem - Cortes*;
- ANM NRM 16/2002: *Operações com explosivos e acessórios*;
- NR 16/2024: *Atividades e operações perigosas*.

2.5.6.2 Metodologia executiva

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

- execução de furos na rocha por meio de martelete perfurador;
- montagem manual do circuito de detonação;
- detonação da rocha.

2.5.6.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- martelete perfurador a ar comprimido: líder de equipe;
- compressor de ar.

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

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

onde:

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

H representa a profundidade, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;



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

2.5.6.4 Mão de obra

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

- 1 *blaster* para a montagem do circuito de detonação;
- 1 auxiliar de *blaster* para auxiliar a montagem do circuito de detonação.

2.5.6.5 Materiais e atividades auxiliares

a) emulsão explosiva encartuchada

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

O consumo referencial adotado é de 0,060 kg por unidade de serviço executado.

b) nonel de iniciação para fogacho - C = 6,0 m

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

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

c) série de brocas integrais S12

Consiste em insumo acoplado ao martelete para execução dos furos nos matacões ou blocos de rocha.

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

$$Q = \frac{R_p}{V_{mb}}$$

onde:

Q representa o consumo de broca, em unidades de broca por metro cúbico;
 R_p representa a razão de perfuração linear, em metros por metro cúbico;
 V_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade.

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.



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 útil 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 28 apresenta os parâmetros referenciais adotados no cálculo da vida útil média da broca.

Tabela 28 - Vida útil média da broca - desmonte de matacões ou bloco de rocha por meio de explosivos

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

A tabela 29 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 29 - Consumo de série de brocas - desmonte de matacões ou bloco de rocha por meio de explosivos

Razão de perfuração (m/m³)	Vida útil média da broca (m/un)	Consumo (un/m³)
0,55000	195,00	0,00282

2.5.6.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.5.6.7 Critérios de medição

A medição do serviço de desmonte de matacões ou bloco de rocha com explosivos deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente fragmentado.

2.5.7 Pré-fissuramento de material de 3ª categoria

O serviço consiste na execução de pré-fissuramento em material de 3ª categoria por meio do emprego de explosivos.

A atividade possui por finalidade promover o corte do maciço rochoso de modo a obter uma superfície plana bem-acabada, conforme apresentado na figura 6.



Figura 6 - Pré-fissuramento de material de 3ª categoria



Fonte: GERALDI, J. L. P. **Desmonte de rocha a céu aberto**. 55 slides. Disponível em: <https://docplayer.com.br/110940510-Desmonte-de-rocha-a-ceu-aberto-plano-de-fogo-a-ceu-aberto-e-desmontes-esculturais-com-jose-lucio-pinheiro-geraldi.html> >

2.5.7.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 106/2009: *Terraplenagem - Cortes*;
- ANM NRM 16/2002: *Operações com explosivos e acessórios*;
- NR 16/2024: *Atividades e operações perigosas*.

2.5.7.2 Metodologia executiva

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

- execução de furos paralelos e coplanares ao longo da linha de corte do maciço rochoso por meio de perfuratriz sobre esteiras;
- montagem manual do circuito de detonação;
- detonação da rocha.

2.5.7.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento perfuratriz 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:



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

onde:

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

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.

2.5.7.4 Mão de obra

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

- 1 *blaster* para a montagem do circuito de detonação;
- 2 auxiliares de *blaster* para auxiliar a montagem do circuito de detonação.

2.5.7.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 30.

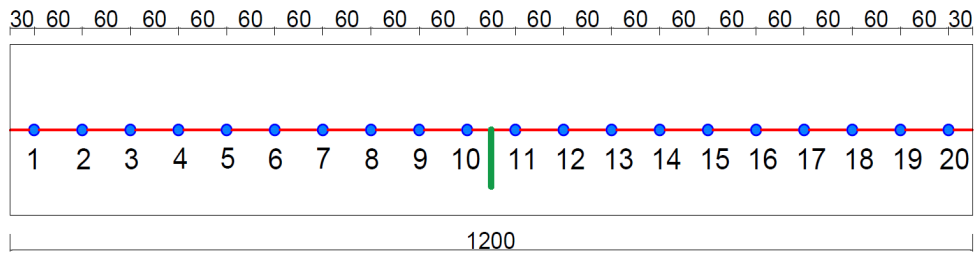
Tabela 30 - Parâmetros do plano de fogo - pré-fissuramento de material de 3ª categoria

Parâmetros	Variáveis e expressões de cálculo	Valor
Diâmetro do furo	ϕ	64 mm
Extensão da bancada	E_t	12,00 m
Espaçamento	E	0,60 m
Altura da bancada	H	5,00 m
Área referencial	$A = H \times E_t$	60,00 m ²
Número de furos	$N_f = \frac{E_t}{E}$	20 un
Profundidade total de perfuração	$H_t = H \times N_f$	100,00 m

O croqui constante da figura 7 apresenta o plano de fogo adotado como referência para o pré-fissuramento em material de 3ª categoria.



Figura 7 - Plano de fogo para pré-fissuramento de material de 3ª categoria



- Furo
 - Nonel inicializador
 - Nonel de ligação
- Fonte: FGV IBRE

a) emulsão explosiva encartuchada

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

O consumo referencial adotado é de 0,300 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:

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

onde:

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

N representa o número de nonel iniciador, em unidades;

A representa a área referencial, em metros quadrados.

A tabela 31 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 31 - Consumo de nonel iniciador - pré-fissuramento de material de 3ª categoria

Número de nonéis (un)	Área referencial (m²)	Consumo (un/m²)
1	60,00	0,01667

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:

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

onde:

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

Q_f representa a quantidade de furos, em unidades;

A representa a área referencial, em metros quadrados.

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

Tabela 32 - Consumo de nonel de coluna - pré-fissuramento de material de 3ª categoria

Quantidade de furos (un)	Área referencial (m²)	Consumo (un/m²)
20	60,00	0,33333

d) nonel de ligação - C = 6,0 m

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

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

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

onde:

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

N representa o número de nonéis de ligação, em unidades;

A representa a área referencial, em metros quadrados.

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

Tabela 33 - Consumo de nonel de ligação - pré-fissuramento de material de 3ª categoria

Número de nonéis (un)	Área referencial (m²)	Consumo (un/m²)
2	60,00	0,03333

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:

$$Q = \frac{H_t}{V_u \times A}$$

onde:

Q representa o consumo do equipamento seccionado, em unidades por metro quadrado;

H_t representa a profundidade total de perfuração, em metros;

V_u representa a vida útil do insumo, em metros por unidade;

A representa a área referencial, em metros quadrados.

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

Tabela 34 - Consumo dos equipamentos seccionados - pré-fissuramento de material de 3ª categoria

Descrição	Profundidade de perfuração (m)	Vida útil média (m/un)	Área referencial (m²)	Consumo (un/m²)
Coroa de botões esféricos linha T38	100,00	650,00	60,00	0,00256
Haste linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	100,00	1.400,00	60,00	0,00119
Luva em aço linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	100,00	900,00	60,00	0,00185
Punho linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	100,00	1.750,00	60,00	0,00095

2.5.7.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.5.7.7 Critérios de medição

A medição do serviço de pré-fissuramento de materiais de 3ª categoria deve ser realizada em metros quadrados, em função da área da superfície efetivamente obtida.

2.5.8 Desmonte de blocos de rocha com martelo pneumático

O serviço consiste na execução de desmonte mecânico cuidadoso de blocos de rocha por meio do martelo perfurador.



2.5.8.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.5.8.2 Metodologia executiva

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

- execução de desmonte de blocos de rocha por meio de martelete perfurador.

2.5.8.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- martelete perfurador a ar comprimido: líder de equipe;
- compressor de ar.

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

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

onde:

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

S representa a área da superfície do bloco a ser desmontado, em metros quadrados;

H representa a profundidade, em metros;

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 martelete, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.5.8.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar o desmonte de blocos de rocha.



2.5.8.5 Materiais e atividades auxiliares

a) ponteiro para marteleto - D = 22 mm e C = 1,00 m

Consiste em insumo acoplado ao marteleto para executar o desmonte de blocos de rocha.

O consumo referencial adotado é de 0,04 un por unidade de serviço executado.

2.5.8.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.5.8.7 Critérios de medição

A medição do serviço de desmonte de blocos de rocha com marteleto pneumático deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído.

2.6 Escavação, carga e transporte

2.6.1 Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria com *motoscraper*

O serviço consiste na execução de escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria por meio de *motoscraper* e trator sobre esteiras.

2.6.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.1.2 Metodologia executiva

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

- escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria por meio de *moto scraper* na DMT estabelecida, com auxílio de trator sobre esteiras para o deslocamento dos carregadores.

2.6.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta em patrulha pelos seguintes equipamentos:

- trator de esteiras com lâmina: líder de equipe;
- *moto scraper*.



a) trator de esteiras com lâmina

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 *moto scraper*, 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 do trator de esteiras, em minutos.

b) *moto scraper*

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 *moto scraper*, 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 do *moto scraper*, em minutos.

2.6.1.4 *Mão de obra*

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

- 1 servente para auxiliar a escavação e carga.

2.6.1.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

2.6.1.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.



2.6.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação, carga e transporte em materiais de 1ª categoria com *moto scraper* deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.6.2 Escavação e transporte de material de 1ª categoria com trator de esteiras - DMT de até 50 m

O serviço consiste na execução de escavação e transporte de material de 1ª categoria por meio do trator sobre esteiras para Distância Média de Transporte – DMT de até 50 m.

2.6.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.2.2 Metodologia executiva

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

- escavação e transporte de material de 1ª categoria por meio de trator sobre esteiras com lâmina.

2.6.2.3 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_{ap} representa a capacidade da lâmina, 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.



2.6.2.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a escavação.

2.6.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.6.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.6.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação e transporte de material de 1ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.6.3 Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria com carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante

O serviço consiste na execução de escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria por meio de carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante.

2.6.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.3.2 Metodologia executiva

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

- escavação do material de 1ª categoria por meio do trator sobre esteiras com lâmina;
- carga do material em caminhão basculante por meio da carregadeira de pneus;
- transporte do material por meio do caminhão basculante na DMT estabelecida;
- descarga livre do material por meio do caminhão basculante.



2.6.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta em patrulha pelos seguintes equipamentos:

- carregadeira de pneus: líder de equipe;
- trator de esteiras com lâmina;
- caminhão basculante.

a) carregadeira de pneus

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
C_{ap} representa a capacidade da carregadeira de pneus, 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) trator de esteiras com lâmina

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 lâmina do trator, 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) caminhão basculante

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 caçamba, 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.

2.6.3.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a escavação e carga.

2.6.3.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.6.3.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.6.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação, carga e transporte em materiais de 1ª categoria com carregadeira, trator de esteiras e caminhão basculante deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.6.4 Escavação e transporte de material de 2ª categoria com trator de esteiras - DMT de até 50 m

O serviço consiste na execução de escavação e transporte de material de 2ª categoria por meio do trator sobre esteiras, com lâmina e escarificador, para DMT de até 50 m.

2.6.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.



2.6.4.2 Metodologia executiva

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

- escarificação do material de 2ª categoria por meio do trator sobre esteiras com escarificador;
- escavação e transporte do material por meio do trator sobre esteiras com lâmina.

2.6.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta em patrulha pelos seguintes equipamentos:

- trator de esteiras com lâmina: líder de equipe;
- trator de esteiras com escarificador.

a) trator de esteiras com lâmina

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;
Cap representa a capacidade da lâmina do trator, 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) trator de esteiras com escarificador

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
D representa a distância, em metros;
E representa o espaçamento do escarificador, em metros;
H representa a profundidade, em metros;



F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

2.6.4.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a escavação.

2.6.4.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.6.4.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.6.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação e transporte de material de 2ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.6.5 Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria com carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante

O serviço consiste na execução de escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria por meio de carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante.

2.6.5.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.5.2 Metodologia executiva

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

- escarificação do material de 2ª categoria por meio do trator sobre esteiras com escarificador;
- escavação do material por meio do trator sobre esteiras com lâmina;
- carga do material em caminhão basculante por meio da carregadeira de pneus;



- transporte do material por meio do caminhão basculante na DMT estabelecida;
- descarga livre do material por meio do caminhão basculante.

2.6.5.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta em patrulha pelos seguintes equipamentos:

- carregadeira de pneus: líder de equipe;
- trator de esteiras com escarificador;
- trator de esteiras com lâmina;
- caminhão basculante.

a) carregadeira de pneus

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
Cap representa a capacidade da carregadeira de pneus, 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) trator de esteiras com escarificador

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
D representa a distância, em metros;
E representa a espaçamento do escarificador, em metros;
H representa a profundidade, em metros;
F_e representa o fator de eficiência;
T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.



c) trator de esteiras com lâmina

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;
Cap representa a capacidade da lâmina do trator, 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

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 caçamba, 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.

2.6.5.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a escavação e carga.

2.6.5.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.6.5.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



2.6.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação, carga e transporte em materiais de 2ª categoria com carregadeira, trator de esteiras e caminhão basculante deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.6.6 Escavação, carga e transporte de material de 1ª ou 2ª categoria com escavadeira e caminhão basculante

O serviço consiste na execução de escavação, carga e transporte de material de 1ª ou 2ª categoria por meio de escavadeira hidráulica e caminhão basculante.

2.6.6.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.6.2 Metodologia executiva

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

- escavação do material por meio da escavadeira hidráulica;
- carga de material em caminhão basculante por meio da escavadeira hidráulica;
- transporte do material por meio do caminhão basculante na DMT estabelecida;
- descarga livre do material por meio do caminhão basculante.

2.6.6.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta em patrulha pelos seguintes equipamentos:

- escavadeira hidráulica sobre esteiras: líder de equipe;
- caminhão basculante.

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_{ap} representa a capacidade da caçamba, 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) caminhão basculante

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 caçamba, 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.

2.6.6.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a escavação e carga.

2.6.6.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.6.6.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.6.6.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação, carga e transporte em materiais de 1ª ou 2ª categoria com escavadeira e caminhão basculante deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.



2.6.7 Escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

O serviço consiste na execução de escavação e transporte de material de 3ª categoria por meio de perfuratriz, explosivos e trator sobre esteiras para DMT de até 50 m.

2.6.7.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 106/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.7.2 Metodologia executiva

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

- execução de furos no maciço rochoso por meio de perfuratriz sobre esteiras;
- montagem manual do circuito de detonação;
- detonação do maciço rochoso;
- execução de furos nas rochas com maiores dimensões por meio de martelete perfurador para o desmonte secundário;
- montagem manual do circuito de detonação para o desmonte secundário;
- detonação secundária (fogacho);
- transporte do material por meio de trator sobre esteiras com lâmina.

2.6.7.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz sobre esteiras: líder de equipe;
- martelete perfurador a ar comprimido;
- compressor de ar;
- trator sobre esteiras com lâmina.

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) trator de esteiras com lâmina

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 lâmina do trator, 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 marteleiro perfurador e o compressor de ar operam em conjunto, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.6.7.4 Mão de obra

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

- 1 *blaster* para a montagem do circuito de detonação;
- 2 auxiliares de *blaster* para auxiliar a montagem do circuito de detonação.

2.6.7.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 35.

Tabela 35 - Parâmetros do plano de fogo - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

Parâmetros	Variáveis e expressões de cálculo	Valor
Número de furos	N_f	28 un
Diâmetro do furo	ϕ	64 mm
Afastamento	A_f	2,00 m

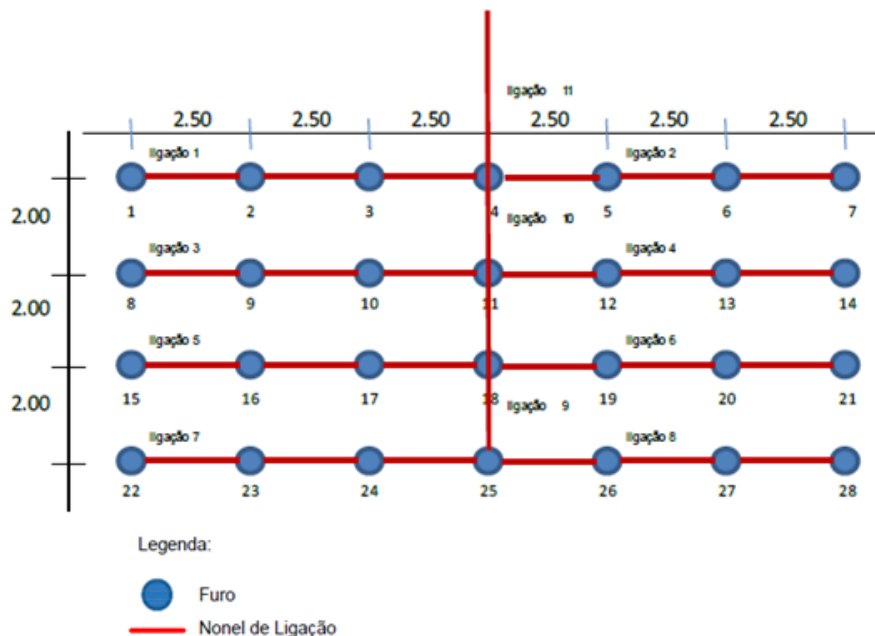


Tabela 35 - Parâmetros do plano de fogo - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m (2/2)

Parâmetros	Variáveis e expressões de cálculo	Valor
Espaçamento	E	2,50 m
Altura da bancada	H	5,00 m
Subfuração	$S_f = 0,3 \times A_f$	0,60 m
Comprimento da furação	$C_f = H + S_f$	5,60 m
Volume produzido por furo	$V_f = A_f \times E \times H$	25,00 m³
Volume de rocha a detonar	$V_t = V_f \times N_f$	700,00 m³
Volume de fogacho	$V_a = 0,10 \times V_t$	70,00 m³
Tampão	$T = 0,70 \text{ a } 1,00 \times A_f$	1,40 a 2,00 = 1,70 m
Altura de carga de fundo	$H_f = 1,30 \times A_f$	2,60 m
Altura de carga de coluna	$H_c = (H + S_f) - T - H_f$	1,30 m
Razão de carga linear do fundo	$L_f = \frac{\phi^2}{1.000}$	4,096 kg/m
Razão de carga linear de coluna	$L_c = 40\% \times L_f$	1,638 kg/m
Carga total por furo	$Q = (L_f \times H_f) + (L_c \times H_c)$	12,779 kg

O croqui constante da figura 8 apresenta o plano de fogo adotado como referência para escavação em material de 3ª categoria.

Figura 8 - Plano de fogo para escavação em material de 3ª categoria



Fonte: FGV IBRE

a) emulsão explosiva encartuchada

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

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



$$Q = (1 + k) \times \frac{Q_f}{V_f}$$

onde:

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

k representa o coeficiente adicional para fogacho;

Q_f representa a carga total por furo, em quilogramas;

V_f representa o volume produzido no corte por furo, em metros cúbicos.

A tabela 36 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 36 - Consumo de emulsão explosiva encartuchada - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

Coeficiente adicional para fogacho (%)	Carga total por furo (kg)	Volume produzido (m³)	Consumo (kg/m³)
10,00	12,779	25,00	0,56228

b) nonel iniciador - C = 150,0 m

Consiste em sistema de iniciação não elétrico utilizado para 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 o número de nonel iniciador, em unidades;

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

A tabela 37 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 37 - Consumo de nonel iniciador - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

Número de nonéis (un)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (un/m³)
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:

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

onde:

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

Q_t representa a quantidade de furos, em unidades;

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

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

Tabela 38 - Consumo de nonel de coluna - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

Quantidade 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 de iniciação não elétrico utilizado para conectar o circuito de detonação.

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

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

onde:

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

N representa o número de nonéis de ligação, em unidades;

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

A tabela 39 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 39 - Consumo de nonel de ligação - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

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

e) nonel de iniciação para fogacho - C = 6,0 m

Consiste em sistema de iniciação não elétrico para fogacho utilizado na detonação secundária.



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

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

onde:

Q representa o consumo de nonel de iniciação para fogacho, em unidades por metro cúbico;

N representa o número de nonéis de iniciação, em unidades;

V_a representa o volume de fogacho, em metros cúbicos.

A tabela 40 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 40 - Consumo de nonel de iniciação para fogacho - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

Número de nonéis (un)	Volume de fogacho (m³)	Consumo (un/m³)
11	70,00	0,15714

f) série de brocas integrais S12

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

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

$$Q = \frac{R_p}{V_{mb}}$$

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_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade.

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 útil 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 41 apresenta os parâmetros referenciais adotados no cálculo da vida útil média da broca.

Tabela 41 - Vida útil média da broca - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

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

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

Tabela 42 - Consumo de série de brocas - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

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

g) 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 do equipamento seccionado, 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 útil média dos equipamentos seccionados, em metros por unidade;

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

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

Tabela 43 - Consumo dos equipamentos seccionados - escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m

Equipamento seccionado para perfuratriz	Altura da bancada (m)	Subfuração (m)	Volume produzido por furo (m³)	Vida útil média (m/un)	Consumo (un/m³)
Coroa de botões esféricos linha T38	5,00	0,60	25,00	650,00	0,00034
Haste linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	5,00	0,60	25,00	1.400,00	0,00016
Luva em aço linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	5,00	0,60	25,00	900,00	0,00025
Punho linha T38 para perfuratriz sobre esteiras	5,00	0,60	25,00	1.750,00	0,00013

2.6.7.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.6.7.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação e transporte de material de 3ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.6.8 Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria

O serviço consiste na execução de escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria por meio da perfuratriz sobre esteiras, explosivos, trator sobre esteiras, carregadeira de pneus e caminhão basculante.

2.6.8.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.8.2 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 por meio de perfuratriz sobre esteiras;
- montagem manual do circuito de detonação;
- detonação do maciço rochoso;
- execução de furos nas rochas com maiores dimensões por meio de martelete perfurador para o desmonte secundário;
- montagem manual do circuito de detonação para o desmonte secundário;
- detonação secundária (fogacho);
- conformação em montes do material por meio de trator sobre esteiras;
- carga do material em caminhão basculante por meio de carregadeira de pneus;
- transporte do material por meio de caminhão basculante na DMT estabelecida.

2.6.8.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz sobre esteiras: líder de equipe;
- martelete perfurador a ar comprimido;
- compressor de ar;
- trator sobre esteiras com lâmina;
- carregadeira de pneus para rocha;
- caminhão basculante para rocha.

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) trator de esteiras com lâmina

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 lâmina do trator, 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) carregadeira de pneus

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
C_{ap} representa a capacidade da caçamba, 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 martelete perfurador e o compressor de ar operam em conjunto, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.6.8.4 Mão de obra

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

- 1 *blaster* para a montagem do circuito de detonação;
- 2 auxiliares de *blaster* para auxiliar a montagem do circuito de detonação.

2.6.8.5 Materiais e atividades auxiliares

Os materiais dos serviços em epígrafe seguem a mesma metodologia de cálculo e consumos apresentados na seção 2.6.7.5, referente ao serviço de “Escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m”.

2.6.8.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.6.8.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação, carga e transporte de materiais de 3ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.6.9 Escavação, carga e transporte de solos moles com escavadeira e caminhão basculante

O serviço consiste na execução de escavação, carga e transporte de solos moles por meio de escavadeira e caminhão basculante.

2.6.9.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 104/2009: *Terraplenagem - Cortes*.

2.6.9.2 Metodologia executiva

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

- escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 0 a 50 m:
 - escavação, carga e transporte de solo mole por meio de escavadeira hidráulica de longo alcance.



- escavação, carga e transporte de solos moles - DMT maior que 50 m:
 - escavação de solo mole por meio de escavadeira hidráulica sobre esteiras;
 - carga de solo mole em caminhão basculante por meio de escavadeira hidráulica;
 - transporte do material por meio do caminhão basculante com caçamba estanque na DMT estabelecida;
 - descarga livre do material por meio de caminhão basculante com caçamba estanque.

2.6.9.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta em patrulha pelos seguintes equipamentos:

- escavadeira hidráulica: líder de equipe;
- caminhão basculante.

a) escavadeira hidráulica

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 caçamba, 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) caminhão basculante

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 caçamba, 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.

2.6.9.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a escavação e carga.

2.6.9.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.6.9.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.6.9.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação, carga e transporte de solos moles com escavadeira e caminhão basculante deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente extraído, medido e avaliado no corte (volume *in natura*), respeitada a distância percorrida entre o corte e a aplicação.

2.7 Compactação

2.7.1 Compactação de aterro

O serviço consiste na execução de compactação de camada de aterro, com energia normal ou intermediária.

2.7.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 108/2009: *Terraplenagem - Aterros*.

2.7.1.2 Metodologia executiva

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

- distribuição e conformação do material por meio da motoniveladora;
- homogeneização do material por meio do trator com grade de discos;
- correção do teor de umidade do solo por meio do caminhão tanque;
- compactação por meio do rolo compactador pé de carneiro vibratório.



2.7.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido: líder de equipe;
- caminhão tanque;
- trator agrícola sobre pneus;
- grade de discos rebocável;
- motoniveladora.

a) rolo compactador pé de carneiro

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

$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{Q_p}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;
e representa a espessura da camada, em metros;
L representa a largura útil, em metros;
F_e representa o fator de eficiência;
Q_p representa a quantidade de passadas do rolo compactador.

b) caminhão tanque

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
C_{ap} representa a capacidade, em litros;
F_e representa o fator de eficiência;
Q representa o consumo, em litros por metro cúbico;
T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

c) trator agrícola com grade de discos rebocável

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



$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{Q_p}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;
e representa a espessura da camada, em metros;
L representa a largura útil, em metros;
F_e representa o fator de eficiência;
Q_p representa a quantidade de passadas do trator agrícola.

A grade de discos é acoplada ao trator agrícola, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

d) motoniveladora

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

$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{Q_p}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;
e representa a espessura da camada, em metros;
L representa a largura útil, em metros;
F_e representa o fator de eficiência;
Q_p representa a quantidade de passadas da motoniveladora.

2.7.1.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a compactação do aterro.

2.7.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.7.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



2.7.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de compactação de aterro deve ser realizada em metros cúbicos, em função da nota de serviço expedida e da seção transversal projetada efetivamente executada, separando as parcelas referentes ao corpo e à camada final do aterro.

2.7.2 Compactação de camada final de aterro em rocha

O serviço consiste na execução da compactação de camada final de aterro em rocha.

2.7.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 108/2009: *Terraplenagem - Aterros*.

2.7.2.2 Metodologia executiva

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

- distribuição e conformação do material por meio de motoniveladora;
- compactação por meio do rolo compactador liso vibratório.

2.7.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- motoniveladora: líder de equipe;
- rolo compactador liso vibratório autopropelido.

a) motoniveladora

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

$$P = \frac{60 \times D \times e \times L \times F_e}{Q_p \times T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
D representa a distância de operação, em metros;
e representa a espessura da camada, em metros;
L representa a largura útil, em metros;
F_e representa o fator de eficiência;



Q_p representa a quantidade de passadas da motoniveladora;
 T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

b) rolo compactador liso vibratório autopropelido

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

$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{Q_p}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;
e representa a espessura, em metros;
L representa a largura útil, em metros;
 F_e representa o fator de eficiência;
 Q_p representa a quantidade de passadas do rolo compactador.

2.7.2.4 Mão de obra

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

- 3 serventes para auxiliar a compactação do aterro.

2.7.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) material pétreo produzido em britador de mandíbulas móvel - camada final de aterro em rocha

Consiste na produção de material pétreo empregado na camada final de aterro em rocha por meio do britador de mandíbulas móvel.

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

$$Q = \frac{\rho_c}{\rho_s}$$

onde:

Q representa o consumo de material pétreo, em metros cúbicos por metro cúbico;
 ρ_c representa a massa específica compactada, em toneladas por metro cúbico;
 ρ_s representa a massa específica solta, em toneladas por metro cúbico.

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

**Tabela 44 - Consumo de material pétreo - compactação de camada final de aterro de rocha**

Massa específica compactada (t/m³)	Massa específica solta (t/m³)	Consumo (m³/m³)
2,10000	1,50000	1,40000

2.7.2.6 Operações de transporte

A tabela 45 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 45 - Serviços empregados nas operações de transporte - compactação de camada final de aterro

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
4816017	Material pétreo produzido em britador de mandíbulas móvel - camada final de aterro em rocha	1,50000 t/kg	5914351	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 14 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ e descarga livre
			5915319	Transporte com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em leito natural
			5915320	Transporte com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário
			5915321	Transporte com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada

2.7.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de compactação de camada final de aterro de rocha deve ser realizada em metros cúbicos, em função da nota de serviço expedida e da seção transversal projetada efetivamente executada.

O serviço auxiliar “rocha para britagem com perfuratriz sobre esteira - camada final de aterro em rocha”, presente na composição de custos unitários “compactação de camada final de aterro de rocha”, requer que o volume de rocha desmontado, posteriormente britado e destinado, exclusivamente, à execução desse serviço, não seja quantificado em outro item qualquer de desmonte de rocha do orçamento, a fim de se evitar duplicidade de remuneração.

2.8 Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria**2.8.1 Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria oriundo de corte**

O serviço consiste na construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria proveniente de corte.

2.8.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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



- DNIT ES 108/2009: *Terraplenagem - Aterros*.

2.8.1.2 Metodologia executiva

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

- distribuição e conformação de material por meio de trator sobre esteiras com lâmina.

2.8.1.3 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:

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

onde:

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

C_{ap} representa a capacidade da lâmina do trator, em metros cúbicos;

F_{ca} representa o fator de carga;

F_{cv} representa o fator de conversão;

F_e representa o fator de eficiência;

Q_p representa a quantidade de passadas do trator;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

2.8.1.4 Mão de obra

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

- 3 serventes para auxiliar a construção do aterro.

2.8.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.8.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.8.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de construção de aterros com materiais de 3ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função da nota de serviço expedida e da seção transversal projetada efetivamente executada.



2.9 Camada drenante

2.9.1 Camada drenante com conformação de trator de esteiras

O serviço consiste na execução de camada drenante com a utilização de trator de esteiras com o intuito de interceptar e remover o fluxo de água do solo.

2.9.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.9.1.2 Metodologia executiva

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

- descarga de areia por meio de caminhão basculante;
- distribuição e conformação do material por meio de trator sobre esteiras com lâmina.

2.9.1.3 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:

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

onde:

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

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

F_e representa o fator de eficiência;

F_{cv} representa o fator de conversão;

F_{ca} representa o fator de carga;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

2.9.1.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar a descarga e espalhamento do material drenante.



2.9.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) areia

Consiste em agregado miúdo utilizado como material granular para a execução da camada drenante.

O consumo referencial adotado é de 1,10000 m³ por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10,00%.

2.9.1.6 Operações de transporte

A tabela 46 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 46 - Serviços empregados nas operações de transporte - camada drenante com conformação de trator de esteiras

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0081	Areia grossa	1,50000 t/m ³	5914647	Carga, manobra e descarga de areia, brita, pedra de mão ou solos em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com carregadeira (exclusa) e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia em leito natural
			5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia com revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
4816019	Areia extraída com escavadeira hidráulica de longo alcance	1,50000 t/m ³	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com carregadeira de 3,40 m ³ e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia em leito natural
			5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia com revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada

2.9.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de camada drenante deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente executado.



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

A tabela 47 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de terraplenagem, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 47 - Relação das composições de custos por subgrupo - terraplenagem

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Desmatamento, destocamento e limpeza - área com árvores de diâmetro até 0,15 m	5501700
2.1.2 Destocamento de árvores de diâmetro superior a 0,15 m	5501701 e 5501702
2.1.3 Limpeza mecanizada da camada vegetal	5502985
2.2.1 Expurgo de jazida	5502986
2.3.1 Manutenção de caminhos de serviço	5503018
2.3.2 Umedecimento de caminho de serviço	5503020
2.4.1 Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria	5501706
2.5.1 Escavação de vala em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico	5502972, 5502968, 5502969, 5502970 e 5502971
2.5.2 Escavação em material de 3ª categoria - com escavadeira e rompedor hidráulico	5502967, 5502963, 5502964, 5502965 e 5502966
2.5.3 Fragmentação de blocos de rocha com escavadeira e rompedor hidráulico	5502977
2.5.4 Escavação em material de 3ª categoria - com perfuratriz sobre esteiras	5502993
2.5.5 Desmonte de material de 3ª categoria a frio - com argamassa expansiva a céu aberto	5505766
2.5.6 Desmonte de matacões ou bloco de rocha por meio de explosivos	5515739
2.5.7 Pré-fissuramento de material de 3ª categoria	5505768
2.5.8 Desmonte de blocos de rocha com martelete pneumático	5500991
2.6.1 Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria com <i>motoscraper</i>	5501716, 5501717, 5501712, 5501713, 5501711, 5501714 e 5501715
2.6.2 Escavação e transporte de material de 1ª categoria com trator de esteiras - DMT de até 50 m	5501710
2.6.3 Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria com carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante	5501880, 5501906, 5501932, 5501881, 5501907, 5501933, 5501882, 5501908, 5501934, 5501883, 5501909, 5501935, 5501884, 5501910, 5501936, 5501885, 5501911, 5501937, 5501886, 5501912, 5501938, 5501876, 5501902, 5501928, 5501877, 5501903, 5501929, 5501875, 5501901, 5501927, 5501878, 5501904, 5501930, 5501879, 5501905, 5501931, 5502825, 5502826 e 5502827
2.6.4 Escavação e transporte de material de 2ª categoria com trator de esteiras - DMT de até 50 m	5502187



Tabela 47 - Relação das composições de custos por subgrupo - terraplenagem (2/2)

Subgrupo	Código SICRO
2.6.5 Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria com carregadeira de pneus, trator de esteiras e caminhão basculante	5502356, 5502382, 5502408, 5502357, 5502383, 5502409, 5502358, 5502384, 5502410, 5502359, 5502385, 5502411, 5502360, 5502386, 5502412, 5502361, 5502387, 5502413, 5502362, 5502388, 5502414, 5502352, 5502378, 5502404, 5502353, 5502379, 5502405, 5502351, 5502377, 5502403, 5502354, 5502380, 5502406, 5502355, 5502381, 5502407, 5502857, 5502859 e 5502858
2.6.6 Escavação, carga e transporte de material de 1ª ou 2ª categoria com escavadeira e caminhão basculante	5502114, 5502140, 5502166, 5502115, 5502141, 5502167, 5502116, 5502142, 5502168, 5502117, 5502143, 5502169, 5502118, 5502144, 5502170, 5502119, 5502145, 5502171, 5502120, 5502146, 5502172, 5502110, 5502136, 5502162, 5502111, 5502137, 5502163, 5502109, 5502135, 5502161, 5502112, 5502138, 5502164, 5502113, 5502139, 5502165, 5502834, 5502835, 5502836, 5502590, 5502616, 5502642, 5502591, 5502617, 5502643, 5502592, 5502618, 5502644, 5502593, 5502619, 5502645, 5502594, 5502620, 5502646, 5502595, 5502621, 5502647, 5502596, 5502622, 5502648, 5502586, 5502612, 5502638, 5502587, 5502613, 5502639, 5502585, 5502611, 5502637, 5502588, 5502614, 5502640, 5502589, 5502615, 5502641, 5502880, 5502881 e 5502882
2.6.7 Escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de até 50 m	5502663
2.6.8 Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria	5502747, 5502773, 5502799, 5502748, 5502774, 5502800, 5502749, 5502775, 5502801, 5502750, 5502776, 5502802, 5502751, 5502777, 5502803, 5502752, 5502778, 5502804, 5502753, 5502779, 5502805, 5502743, 5502769, 5502795, 5502744, 5502770, 5502796, 5502742, 5502768, 5502794, 5502745, 5502771, 5502797, 5502746, 5502772, 5502798, 5502886, 5502887 e 5502888
2.6.9 Escavação, carga e transporte de solos moles com escavadeira e caminhão basculante	5502820, 5502904, 5502930, 5502956, 5502905, 5502931, 5502957, 5502906, 5502932, 5502958, 5502907, 5502933, 5502959, 5502908, 5502934, 5502960, 5502909, 5502935, 5502961, 5502910, 5502936, 5502962, 5502900, 5502926, 5502952, 5502901, 5502927, 5502953, 5502899, 5502925, 5502951, 5502902, 5502928, 5502954, 5502903, 5502929, 5502955, 5502889, 5502996 e 5502997
2.7.1 Compactação de aterro	5503041 e 5502978
2.7.2 Compactação de camada final de aterro em rocha	5502822
2.8.1 Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria oriundo de corte	5502979
2.9.1 Camada drenante com conformação de trator de esteiras	5502806 e 5502807