



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

# **Caderno técnico Concreto Projetado**

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 Concreto Projetado**



### 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 concreto projetado .. 5

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perdas adotadas para concreto projetado via seca .....	3
Tabela 2 - Perdas adotadas para concreto projetado via úmida .....	3
Tabela 3 - Massas específicas referenciais dos solos e agregados.....	4
Tabela 4 - Massas específicas referenciais dos materiais e misturas.....	4
Tabela 5 - Dosagem de aditivos .....	4
Tabela 6 - Parâmetros referenciais da produção horária dos equipamentos de confeção de concreto em betoneira para projeção via seca .....	5
Tabela 7 - Consumo de materiais para confeção de uma betonada de concreto com resistência característica à compressão de 20 MPa para projeção via seca .....	6
Tabela 8 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 20 MPa para projeção via seca - confeção em betoneira .....	9
Tabela 9 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 25 MPa para projeção via seca - confeção em betoneira .....	9
Tabela 10 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 30 MPa para projeção via seca - confeção em betoneira .....	10
Tabela 11 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 40 MPa para projeção via seca - confeção em betoneira .....	10
Tabela 12 - Serviços empregados nas operações de transporte - confeção de concreto para projeção via seca.....	10
Tabela 13 - Conversão para transporte - confeção de concreto para projeção via seca .....	11
Tabela 14 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 30 MPa para projeção via úmida - confeção em central dosadora .....	13
Tabela 15 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 40 MPa para projeção via úmida - confeção em central dosadora .....	14
Tabela 16 - Serviços empregados nas operações de transporte - confeção de concreto para projeção via úmida .....	14
Tabela 17 - Conversão para transporte - confeção de concreto para projeção via úmida .....	14
Tabela 18 - Consumo de acessórios da bomba - lançamento de concreto projetado via seca .....	17
Tabela 19 - Consumo de concreto para projeção via seca - lançamento de concreto projetado via seca.....	18



Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de concreto projetado via seca.....	18
Tabela 21 - Conversão para transporte - lançamento de concreto projetado via seca.....	19
Tabela 22 - Consumo de concreto para projeção via úmida - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV .....	20
Tabela 23 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV .....	21
Tabela 24 - Consumo de insumos - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI .....	23
Tabela 25 - Consumo de concreto para projeção via úmida - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI .....	24
Tabela 26 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI .....	24
Tabela 27 - Conversão para transporte - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI .....	24
Tabela 28 - Relação das composições de custos por subgrupo - concreto projetado .....	26



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Parâmetros referenciais.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SERVIÇOS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Confecção de concreto para projeção.....</b>	<b>5</b>
2.1.1	Confecção de concreto para projeção via seca.....	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>8</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>8</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>9</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>10</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>11</i>
2.1.2	Confecção de concreto para projeção via úmida.....	11
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>11</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>12</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>12</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>13</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>13</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>14</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>15</i>
<b>2.2</b>	<b>Lançamento de concreto projetado.....</b>	<b>15</b>
2.2.1	Lançamento de concreto projetado via seca .....	15
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>15</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>15</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>15</i>
2.2.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>16</i>
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>17</i>
2.2.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>18</i>
2.2.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>19</i>
2.2.2	Lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV .....	19
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>19</i>
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>19</i>
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>19</i>



2.2.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	20
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	20
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	20
2.2.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	21
2.2.3	Lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI .....	21
2.2.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	21
2.2.3.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	21
2.2.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	22
2.2.3.4	<i>Mão de obra</i> .....	22
2.2.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	22
2.2.3.6	<i>Operações de transporte</i> .....	24
2.2.3.7	<i>Critérios de medição</i> .....	25
<b>APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - CONCRETO PROJETADO</b> .....		<b>26</b>





## 1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, concreto projetado consiste no lançamento de mistura homogênea de cimento, agregados, água e aditivos sobre superfícies, por meio do emprego de equipamento que impulsiona o material em alta velocidade, promovendo a adesão ao substrato.

A projeção do concreto pode ser realizada por via seca ou via úmida. No processo por via seca, os materiais são conduzidos do mangote até o bico projetor, sem a adição de água. No sentido oposto, na execução por via úmida a mistura é confeccionada previamente, sendo lançada homogeneizada.

As bombas de projeção devem conter manômetro, operando em conjunto com compressor de ar comprimido acoplado ao sistema, de modo a controlar as pressões adequadamente, promovendo o transporte da mistura ao longo do mangote até o bico de projeção de forma contínua, uniforme e ininterrupta.

### 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 concreto projetado são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de concreto projetado 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

Os fatores de conversão empregados no âmbito das atividades de concreto projetado correspondem ao percentual efetivamente consolidado na superfície de aplicação, estabelecido por meio da relação direta entre o volume total bombeado e a perda de material por reflexão, sendo definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$F_{cv} = 1 - F_{pr}$$

onde:

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

$F_{pr}$  representa o fator de perda por projeção.

c) fator de perda da produção e fator de perda por projeção

O fator de perda da produção consiste na queda de eficiência na projeção do concreto em função das condições de acesso, de confinamento e da inclinação das superfícies de aplicação.



As tabelas 1 e 2 apresentam os parâmetros referenciais adotados, respectivamente para via seca e úmida.

**Tabela 1 - Perdas adotadas para concreto projetado via seca**

Superfície	Equipamento de referência	Fator de perda da produção	Fator de perda por projeção
Pisos	Bomba para concreto projetado via seca	0,84	0,15000
Inclinadas e verticais	Bomba para concreto projetado via seca	0,72	0,30000
Teto	Bomba para concreto projetado via seca	0,50	0,50000

**Tabela 2 - Perdas adotadas para concreto projetado via úmida**

Superfície	Seção (m <sup>2</sup> )	Equipamento de referência	Fator de perda da produção	Fator de perda por projeção
Túnel classe I	20 a 40	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,48	0,15000
	40 a 60	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,57	0,15000
	60 a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,67	0,15000
	Superior a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,84	0,15000
Túnel classe II	20 a 40	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,42	0,17500
	40 a 60	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,51	0,17500
	60 a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,61	0,17500
	Superior a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,77	0,17500
Túnel classe III	20 a 40	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,36	0,20000
	40 a 60	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,45	0,20000
	60 a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,57	0,20000
	Superior a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,73	0,20000
Túnel classe IV	20 a 40	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,30	0,22500
	40 a 60	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,39	0,22500
	60 a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,49	0,22500
	Superior a 90	<i>Robot</i> para concreto projetado	0,66	0,22500
Túnel classe V	20 a 40	Bomba para concreto projetado via úmida	0,24	0,25000
	40 a 60	Bomba para concreto projetado via úmida	0,27	0,25000
	60 a 90	Bomba para concreto projetado via úmida	0,30	0,25000
	Superior a 90	Bomba para concreto projetado via úmida	0,36	0,25000
Túnel classe VI	20 a 40	Bomba para concreto projetado via úmida	0,18	0,27500
	40 a 60	Bomba para concreto projetado via úmida	0,20	0,27500
	60 a 90	Bomba para concreto projetado via úmida	0,24	0,27500
	Superior a 90	Bomba para concreto projetado via úmida	0,30	0,27500



d) fator de carga:

- materiais de 1ª categoria:  $F_{ca} = 0,90$ .

No que tange as massas específicas de materiais e misturas adotadas como referência no âmbito das atividades de confecção de concretos e argamassas, as tabelas 3 e 4 apresentam os respectivos valores.

**Tabela 3 - Massas específicas referenciais dos solos e agregados**

<b>Materiais</b>	<b>Massa específica Natural (t/m³)</b>	<b>Massa específica Solta (t/m³)</b>	<b>Massa específica Compactada (t/m³)</b>
Materiais de 1ª categoria	1,87500	1,50000	2,06300
Materiais de 2ª categoria	2,08500	1,50000	2,08500
Materiais de 3ª categoria	2,63000	1,50000	2,10000
Solos	1,87500	1,50000	2,06300
Brita	2,63000	1,50000	2,10000
Areia	-	1,50000	1,72500

**Tabela 4 - Massas específicas referenciais dos materiais e misturas**

<b>Materiais</b>	<b>Massa específica Volumétrica (t/m³)</b>
Concreto de cimento Portland	2,40000
Concreto armado	2,50000
Argamassa de cimento e areia	2,10000
Argamassa de cimento, cal hidratada e areia	1,80000
Nata de cimento	1,90000
Cal hidratada	1,40000
Cimento	1,40000

Concernente às dosagens referenciais dos insumos utilizados na confecção de concretos e argamassas, é previsto um percentual de perdas de 5% para os materiais.

No que tange ao emprego de aditivos, o consumo referencial é definido por meio de percentual incidente sobre a massa do cimento, consoante aos parâmetros referenciais apresentados na tabela 5.

**Tabela 5 - Dosagem de aditivos**

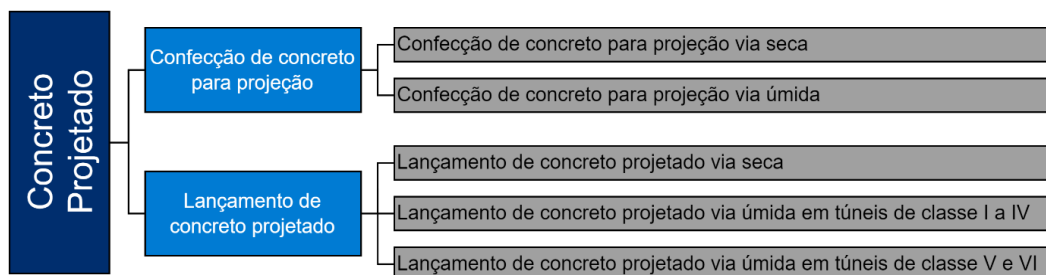
<b>Aditivo</b>	<b>Dosagem</b>	<b>Finalidade</b>
Acelerador de pega	5,00%	Aprimorar a aderência e reduzir as perdas por reflexão
Superplastificante	0,50%	Reduzir consumo de água e cimento



## 2 SERVIÇOS

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

**Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de concreto projetado**



Fonte: FGV IBRE

### 2.1 Confecção de concreto para projeção

As condições de contorno adotadas como referência para confecção de concreto em betoneira para projeção via seca estabelecem que os agregados se encontram armazenados no mesmo plano horizontal do equipamento e do ponto de aplicação da mistura. Os sacos de cimento estão posicionados ao lado da betoneira.

A tabela 6 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

**Tabela 6 - Parâmetros referenciais da produção horária dos equipamentos de confecção de concreto em betoneira para projeção via seca**

Parâmetro referencial	Valor adotado
Capacidade de rendimento final da mistura	0,40000 m <sup>3</sup>
Capacidade do carrinho de mão	80,00 l ou 120,00 kg
Distância percorrida pelo carrinho de mão	15,00 m
Velocidade de ida do carrinho de mão carregado	16,67 m/min
Velocidade de retorno do carrinho de mão vazio	25,00 m/min
Taxa de carregamento dos agregados no carrinho de mão por servente	1,00 kg/s
Tempo de carga dos agregados no carrinho de mão (para 2 serventes)	1,00 min
Tempo de descarga dos agregados na caçamba da betoneira pelo carrinho de mão	0,17 min
Tempo de carga de insumos ensacados na betoneira (por saco)	0,17 min
Tempo por operação de descarga da caçamba no tambor da betoneira	0,42 min
Tempo de mistura	2,00 min
Tempo de descarga da mistura seca da betoneira	0,75 min

O carrinho de mão é utilizado para o transporte dos agregados entre as baias e a betoneira. Sua quantidade é estabelecida por meio do equilíbrio da patrulha mecânica, de forma a atender plenamente a produção da betoneira.



A atividade se inicia com a carga manual dos agregados, se deslocando até a betoneira para a descarga na caçamba, com posterior retorno à baia. O procedimento é realizado de forma sucessiva até a conclusão da jornada estabelecida.

Com base nos parâmetros constantes da tabela 6, obtém-se o seguinte tempo de ciclo do carrinho de mão:

- tempo de carga:  $120,00 \text{ kg} / (1,00 \text{ kg/s/servente} \times 2 \text{ serventes}) = 60 \text{ s} = 1,00 \text{ min}$ ;
- tempo de ida:  $15,00 \text{ m} / 16,67 \text{ m/min} = 0,90 \text{ min}$ ;
- tempo de retorno:  $15,00 \text{ m} / 25,00 \text{ m/min} = 0,60 \text{ min}$ ;
- tempo de descarga:  $0,17 \text{ min}$ ;
- tempo total de ciclo:  $1,00 \text{ min} + 0,90 \text{ min} + 0,60 \text{ min} + 0,17 \text{ min} = 2,67 \text{ min}$ .

Em virtude das particularidades das condições de contorno associadas à confecção do concreto em betoneira, é descrito de forma detalhada o procedimento de cálculo do tempo de ciclo de operação do equipamento, adotando como referência o concreto com resistência característica à compressão de 20 MPa para projeção via seca.

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

**Tabela 7 - Consumo de materiais para confecção de uma betonada de concreto com resistência característica à compressão de 20 MPa para projeção via seca**

Cimento (kg)	Areia (m³)	Brita (m³)
116,33516	0,31084	0,23070

O tempo de descarga de cada carrinho de mão na betoneira é de 0,17 min, mesmo valor considerado para cada saco de cimento. No que tange à carga do cimento na caçamba do equipamento, admite-se o carregamento fracionário proporcional, ao passo que a sobra de um saco será utilizada posteriormente para complementação da dosagem seguinte, de forma sucessiva. Aplicando os parâmetros, obtém-se:

- tempo de carga da caçamba da betoneira:
  - tempo de carga do cimento:  $116,33516 \text{ kg} / 50,00 \text{ kg} = 2,33 \text{ operações} \times 0,17 \text{ min} = 0,40 \text{ min}$ ;
  - tempo de carga da areia e da brita:  $4 \text{ operações de carrinhos de mão} \times 0,17 \text{ min} = 0,68 \text{ min}$ .

Para descarga dos materiais no tambor da betoneira são necessárias 3 operações de elevação da caçamba, uma para cada insumo (brita, cimento e areia), obtendo:

- tempo de descarga da caçamba no tambor da betoneira:  $3 \text{ operações} \times 0,42 \text{ min} = 1,26 \text{ min}$ .



Concluído o processo de mistura, os materiais secos são descarregados ao lado da betoneira, cujo tempo de descarga corresponde a:

- tempo de descarga da mistura seca da betoneira = 0,75 min.

Aos valores estabelecidos, adiciona-se o tempo relativo ao processo de mistura, obtendo:

- tempo total de ciclo da betoneira: 0,40 min + 0,68 min + 1,26 min + 0,75 min + 2,00 min = 5,09 min.

### 2.1.1 Confeção de concreto para projeção via seca

O serviço consiste na execução de mistura de materiais empregados no concreto para projeção via seca, em betoneira.

#### 2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*;
- DNIT ES 087/2006: *Execução e acabamento do concreto projetado*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 14026/2012: *Concreto projetado - Especificação*;
- ABNT NBR 11768/2019: *Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 1: Requisitos*;
- ABNT NBR 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*.

#### 2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- carga manual dos agregados em carrinho de mão;
- pesagem dos insumos por meio da balança plataforma digital;
- transporte dos agregados até a betoneira por meio de carrinho de mão;
- carga manual da betoneira com os agregados;
- carga manual do cimento na betoneira;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga livre da mistura.



### 2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- betoneira com motor a gasolina: líder de equipe;
- balança plataforma digital;
- transportador manual carrinho de mão.

a) betoneira com motor a gasolina

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

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

onde:

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

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

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

b) transportador manual carrinho de mão

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

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

onde:

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

$C_{ap}$  representa a capacidade do carrinho de mão, em toneladas;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

$F_{cv}$  representa o fator de conversão, em toneladas por metro cúbico;

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

É empregada uma unidade de balança plataforma digital para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

### 2.1.1.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 4 serventes para operação dos carrinhos de mão.





### 2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto para projeção via seca utiliza os seguintes insumos em sua confecção:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- aditivo acelerador de pega: consiste em aditivo do concreto com finalidade de aprimorar a aderência e reduzir as perdas por reflexão;
- aditivo superplastificante: consiste em aditivo do concreto, cuja função é reduzir o consumo de água e cimento em 20%.

a) concreto com resistência característica à compressão  $f_{ck} = 20$  MPa

A tabela 8 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo dos materiais.

**Tabela 8 - Consumos dos insumos em serviço de concreto  $f_{ck} = 20$  MPa para projeção via seca - confecção em betoneira**

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa ( $t/m^3$ )	Massa específica ( $t/m^3$ )	Consumo ( $un/m^3$ )
Brita 0	$m^3$	-	0,86514	1,50000	0,57676
Areia média lavada	$m^3$	-	1,16567	1,50000	0,77711
Cimento Portland	kg	-	0,29084	1,40000	290,83789
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00145	-	1,45419
Aditivo acelerador de pega	kg	5,000	0,01454	-	14,54189

b) concreto com resistência característica à compressão  $f_{ck} = 25$  MPa

A tabela 9 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo dos materiais.

**Tabela 9 - Consumos dos insumos em serviço de concreto  $f_{ck} = 25$  MPa para projeção via seca - confecção em betoneira**

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa ( $t/m^3$ )	Massa específica ( $t/m^3$ )	Consumo ( $un/m^3$ )
Brita 0	$m^3$	-	0,86514	1,50000	0,57676
Areia média lavada	$m^3$	-	1,13667	1,50000	0,75778
Cimento Portland	kg	-	0,32502	1,40000	325,01689
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00163	-	1,62508
Aditivo acelerador de pega	kg	5,000	0,01625	-	16,25084



c) concreto com resistência característica à compressão  $f_{ck} = 30$  MPa

A tabela 10 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo dos materiais.

**Tabela 10 - Consumos dos insumos em serviço de concreto  $f_{ck} = 30$  MPa para projeção via seca - confecção em betoneira**

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 0	m³	-	0,86514	1,50000	0,57676
Areia média lavada	m³	-	1,10427	1,50000	0,73618
Cimento Portland	kg	-	0,36321	1,40000	363,21257
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00182	-	1,81606
Aditivo acelerador de pega	kg	5,000	0,01816	-	18,16063

d) concreto com resistência característica à compressão  $f_{ck} = 40$  MPa

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo dos materiais.

**Tabela 11 - Consumos dos insumos em serviço de concreto  $f_{ck} = 40$  MPa para projeção via seca - confecção em betoneira**

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 0	m³	-	0,86514	1,50000	0,57676
Areia média lavada	m³	-	1,02759	1,50000	0,68506
Cimento Portland	kg	-	0,45360	1,40000	453,59760
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00227	-	2,26799
Aditivo acelerador de pega	kg	5,000	0,02268	-	22,67988

#### 2.1.1.6 Operações de transporte

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

**Tabela 12 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para projeção via seca**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 0 e areia média lavada	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ (exclusa) e descarga livre
	5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário



**Tabela 12 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para projeção via seca (2/2)**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 0 e areia média lavada	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada
Aditivo acelerador de pega, aditivo superplastificante e cimento Portland CP II - 32 - saco	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

A tabela 13 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 13 - Conversão para transporte - confecção de concreto para projeção via seca**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0005	Brita 0	1,50000 t/m <sup>3</sup>
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m <sup>3</sup>
M0103	Aditivo acelerador de pega para concreto e argamassa projetados	0,00100 t/kg
M0010	Aditivo superplastificante para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0424	Cimento Portland CP II - 32 – saco	0,00100 t/kg

#### 2.1.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto para projeção via seca deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

#### 2.1.2 Confecção de concreto para projeção via úmida

O serviço consiste na confecção de concreto para projeção via úmida em central dosadora rasga saco com capacidade de 30 m<sup>3</sup>/h.

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

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

- DNIT ES 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*;
- DNIT ES 087/2006: *Execução e acabamento do concreto projetado*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 11768/2019: *Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 1: Requisitos*;



- ABNT NBR 14026/2012: *Concreto projetado - Especificação*;
- ABNT NBR 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*;
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle*.

#### 2.1.2.2 Metodologia executiva

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

- abastecimento da central dosadora com areia e brita por meio da carregadeira de pneus;
- abastecimento manual da central dosadora com cimento em saco;
- dosagem e descarga dos insumos no caminhão betoneira por meio da central dosadora;
- aplicação manual do aditivo no tambor do caminhão betoneira.

#### 2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- central de concreto: líder de equipe;
- grupo gerador;
- carregadeira de pneus.

a) central de concreto com grupo gerador

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

$$P = C_{ap} \times F_e$$

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;  
 $C_{ap}$  representa a capacidade da central dosadora, em metros cúbicos por hora;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência.

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

b) carregadeira de pneus

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



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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;  
 $C_{ap}$  representa a capacidade da carregadeira, em metros cúbicos;  
 $F_{ca}$  representa o fator de carga;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência;  
 $F_{cv}$  representa o fator de conversão, em metros cúbicos por metro cúbico;  
 $T_c$  representa o tempo total de ciclo, em minutos.

#### 2.1.2.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar as atividades de usinagem do concreto;
- 1 servente para abastecimento da central com o cimento.

#### 2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto para projeção via úmida utiliza os seguintes insumos em sua confecção:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- aditivo acelerador de pega: consiste em aditivo do concreto com finalidade de aprimorar a aderência e reduzir as perdas por reflexão;
- aditivo superplastificante: consiste em aditivo do concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento.

a) concreto com resistência característica à compressão  $f_{ck} = 30$  MPa

A tabela 14 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo dos materiais.

**Tabela 14 - Consumos dos insumos em serviço de concreto  $f_{ck} = 30$  MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora**

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 0	m³	-	0,86514	1,50000	0,57676
Areia média lavada	m³	-	1,12605	1,50000	0,75070
Cimento Portland	kg	-	0,33753	1,40000	337,53017
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00169	-	1,68765
Aditivo acelerador de pega	kg	5,000	0,01688	-	16,87651



b) concreto com resistência característica à compressão  $f_{ck} = 40$  MPa

A tabela 15 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo dos materiais.

**Tabela 15 - Consumos dos insumos em serviço de concreto  $f_{ck} = 40$  MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora**

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 0	m³	-	0,86514	1,50000	0,57676
Areia média lavada	m³	-	1,05480	1,50000	0,70320
Cimento Portland	kg	-	0,42152	1,40000	421,52418
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00211	-	2,10762
Aditivo acelerador de pega	kg	5,000	0,02108	-	21,07621

#### 2.1.2.6 Operações de transporte

A tabela 16 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 16 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para projeção via úmida**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 0 e areia média lavada	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ (exclusa) e descarga livre
	5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada
Aditivo acelerador de pega, aditivo superplastificante e cimento Portland CP II - 32 - saco	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

A tabela 17 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 17 - Conversão para transporte - confecção de concreto para projeção via úmida**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0005	Brita 0	1,50000 t/m³
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0103	Aditivo acelerador de pega para concreto e argamassa projetados	0,00100 t/kg



**Tabela 17 - Conversão para transporte - confecção de concreto para projeção via úmida (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0010	Aditivo superplastificante para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg

### 2.1.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto para projeção via úmida deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

## 2.2 Lançamento de concreto projetado

### 2.2.1 Lançamento de concreto projetado via seca

O serviço consiste na projeção de concreto com bomba, por meio do processo via seca.

#### 2.2.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 087/2006: *Execução e acabamento do concreto projetado*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 14026/2012: *Concreto projetado - Especificação*.

#### 2.2.1.2 Metodologia executiva

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

- carga manual da mistura seca na bomba de projeção;
- bombeamento da mistura seca ao longo do mangote por meio de bomba de projeção;
- fornecimento de água por meio do caminhão tanque;
- incorporação de água à mistura no bico de projeção;
- lançamento do concreto projetado por meio da bomba.

#### 2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- bomba para concreto projetado via seca: líder de equipe;



- compressor de ar portátil;
- grupo gerador;
- caminhão tanque.

a) bomba para concreto projetado via seca

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

$$P = C_{ap} \times F_{cv} \times F_p \times F_e$$

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;  
 $C_{ap}$  representa a capacidade da bomba, em metros cúbicos por hora;  
 $F_{cv}$  representa o fator de conversão;  
 $F_p$  representa o fator de perda da produção para projeção via seca;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência.

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

b) caminhão tanque com capacidade de 6.000 l

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 do caminhão tanque, em litros;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência;  
 $Q$  representa o consumo de água, em litros por metro cúbico;  
 $T_c$  representa o tempo total de ciclo, em minutos.

#### 2.2.1.4 Mão de obra

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

- 1 ajudante especializado para operação do mangote;
- 2 serventes para auxílio na operação do mangote;
- 2 serventes para carga da mistura seca com pá na bomba de projeção.





### 2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) bico para bomba de projeção, discos de aço e de borracha e mangote

Consistem em insumos acoplados à bomba para concreto projetado, consoante aos seguintes elementos:

- bico: consiste em bico cônico acoplado na extremidade do mangote para direcionar o lançamento do concreto;
- discos de aço e borracha: consistem em insumos consumíveis da bomba de projeção;
- mangote: consiste em tubo flexível que permite a movimentação da extremidade de lançamento do concreto.

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

$$Q = \frac{Q_t}{V_u \times F_{cv}}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em unidades de medida por metro cúbico;  
 $Q_t$  representa a quantidade do insumo por bomba, em unidades de medida;  
 $V_u$  representa a vida útil do material em função do volume de concreto bombeado pelo equipamento, em metros cúbicos;  
 $F_{cv}$  representa o fator de conversão entre o volume bombeado e o volume projetado.

A tabela 18 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 18 - Consumo de acessórios da bomba - lançamento de concreto projetado via seca**

Código SICRO	Descrição	Quantidade	Vida útil	Superfície	Fator de conversão	Consumo
M0350	Bico para bomba de projeção	1 un	150,00 m³	Pisos	0,85000	0,00784 un/m³
				Inclinadas e verticais	0,70000	0,00952 un/m³
				Teto	0,50000	0,01333 un/m³
M0346	Disco de aço para bomba de projeção via seca	2 un	70,00 m³	Pisos	0,85000	0,03361 un/m³
				Inclinadas e verticais	0,70000	0,04082 un/m³
				Teto	0,50000	0,05714 un/m³
M0348	Disco de borracha para bomba de projeção via seca	2 un	70,00 m³	Pisos	0,85000	0,03361 un/m³
				Inclinadas e verticais	0,70000	0,04082 un/m³
				Teto	0,50000	0,05714 un/m³
M0351	Mangote para bomba de projeção	20,00 m	200,00 m³	Pisos	0,85000	0,11765 m/m³
				Inclinadas e verticais	0,70000	0,14286 m/m³
				Teto	0,50000	0,20000 m/m³



b) concreto para projeção via seca

Consiste na execução de mistura dos insumos para projeção de concreto via seca.

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

$$Q = \frac{V}{(1 - F_{pr})}$$

onde:

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

V representa o volume de concreto consolidado na superfície, em metros cúbicos por metro cúbico;

F<sub>pr</sub> representa o fator de perda por projeção via seca do concreto.

A tabela 19 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 19 - Consumo de concreto para projeção via seca - lançamento de concreto projetado via seca**

Superfície	Volume (m³/m³)	Fator de perda por projeção	Consumo (m³/m³)
Pisos	1,00	0,15000	1,17647
Inclinadas e verticais	1,00	0,30000	1,42857
Teto	1,00	0,50000	2,00000

**2.2.1.6 Operações de transporte**

A tabela 20 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de concreto projetado via seca**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Bico para bomba de projeção, discos de aço e de borracha e mangote	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

A tabela 21 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



Tabela 21 - Conversão para transporte - lançamento de concreto projetado via seca

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0350	Bico para bomba de projeção	0,00180 t/un
M0346	Disco de aço para bomba de projeção via seca	0,00900 t/un
M0348	Disco de borracha para bomba de projeção via seca	0,00650 t/un
M0351	Mangote para bomba de projeção	0,00300 t/m

### 2.2.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de lançamento de concreto projetado via seca deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente consolidado na superfície de aplicação.

## 2.2.2 Lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV

O serviço consiste na projeção de concreto em túneis de classes I a IV com *robot*, por meio do processo via úmida.

### 2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 087/2006: *Execução e acabamento do concreto projetado*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 14026/2012: *Concreto projetado - Especificação*.

### 2.2.2.2 Metodologia executiva

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

- descarga do concreto no *robot* por meio de caminhão betoneira;
- projeção do concreto por meio de *robot*.

### 2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento *robot* para concreto projetado, 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:

$$P = C_{ap} \times F_{cv} \times F_p \times F_e$$



onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;  
 $C_{ap}$  representa a capacidade do *robot*, em metros cúbicos por hora;  
 $F_{cv}$  representa o fator de conversão;  
 $F_p$  representa o fator de perda da produção para projeção via úmida;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência.

#### 2.2.2.4 Mão de obra

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

- 2 frentistas de túnel para operação do mangote.

#### 2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) concreto para projeção via úmida

Consiste na confecção de concreto para projeção via úmida.

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

$$Q = \frac{V}{(1 - F_{pr})}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em metros cúbicos por metro cúbico;  
V representa o volume de concreto consolidado na superfície, em metros cúbicos por metro cúbico;  
 $F_{pr}$  representa o fator de perda por projeção via úmida do concreto.

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

**Tabela 22 - Consumo de concreto para projeção via úmida - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV**

Superfície	Volume (m³/m³)	Fator perda por projeção	Consumo (m³/m³)
Túnel classe I	1,00	0,15000	1,17647
Túnel classe II	1,00	0,17500	1,21212
Túnel classe III	1,00	0,20000	1,25000
Túnel classe IV	1,00	0,22500	1,29032

#### 2.2.2.6 Operações de transporte

A tabela 23 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 23 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
1207708	Concreto fck = 30 MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	2,40000 t/m³	5909007	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 30 m³/h e descarga livre
			5914539	Transporte com caminhão betoneira - rodovia em leito natural
			5914554	Transporte com caminhão betoneira - rodovia em revestimento primário
			5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada
1207709	Concreto fck = 40 MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	2,40000 t/m³	5909007	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 30 m³/h e descarga livre
			5914539	Transporte com caminhão betoneira - rodovia em leito natural
			5914554	Transporte com caminhão betoneira - rodovia em revestimento primário
			5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada

#### 2.2.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente consolidado na superfície de aplicação.

#### 2.2.3 Lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI

O serviço consiste na projeção de concreto em túneis de classes V e VI com bomba, por meio do processo via úmida.

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

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

- DNIT ES 087/2006: *Execução e acabamento do concreto projetado*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 14026/2012: *Concreto projetado - Especificação*.

##### 2.2.3.2 Metodologia executiva

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



- descarga do concreto na bomba projetora por meio de caminhão betoneira;
- projeção do concreto por meio de bomba.

#### 2.2.3.3 *Produção horária e equipe mecânica*

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

- bomba para concreto projetado via úmida: líder de equipe;
- compressor de ar portátil.

a) bomba para concreto projetado via úmida com compressor de ar portátil

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

$$P = C_{ap} \times F_{cv} \times F_p \times F_e$$

onde:

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

$C_{ap}$  representa a capacidade da bomba, em metros cúbicos por hora;

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

$F_p$  representa o fator de perda da produção para projeção via úmida;

$F_e$  representa o fator de eficiência.

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

#### 2.2.3.4 *Mão de obra*

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

- 2 frentistas de túnel para operação do mangote.

#### 2.2.3.5 *Materiais e atividades auxiliares*

a) bico para bomba de projeção, discos de aço e de borracha e mangote

Consistem em insumos acoplados à bomba para concreto projetado, consoante aos seguintes elementos:

- bico: consiste em bico cônico acoplado na extremidade do mangote para direcionar o lançamento do concreto;
- discos de aço e borracha: consistem em insumos consumíveis da bomba de projeção;
- mangote: consiste em tubo flexível que permite a movimentação da extremidade de lançamento do concreto.



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

$$Q = \frac{Q_t}{V_u \times F_{cv}}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em unidades de medida por metro cúbico;  
 $Q_t$  representa a quantidade do insumo por bomba, em unidades de medida;  
 $V_u$  representa a vida útil do material em função do volume de concreto bombeado pelo equipamento, em metros cúbicos;  
 $F_{cv}$  representa o fator de conversão entre o volume bombeado e o volume projetado.

A tabela 24 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 24 - Consumo de insumos - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI**

Código SICRO	Descrição	Quantidade	Vida útil	Superfície	Fator de conversão	Consumo
M0350	Bico para bomba de projeção	1 un	150,00 m³	Túnel classe V	0,75000	0,00889 un/m³
				Túnel classe VI	0,72500	0,00920 un/m³
M0346	Disco de aço para bomba de projeção via seca	2 un	250,00 m³	Túnel classe V	0,75000	0,01067 un/m³
				Túnel classe VI	0,72500	0,01103 un/m³
M0348	Disco de borracha para bomba de projeção via seca	2 un	180,00 m³	Túnel classe V	0,75000	0,01481 un/m³
				Túnel classe VI	0,72500	0,01533 un/m³
M0351	Mangote para bomba de projeção	20,00 m	200,00 m³	Túnel classe V	0,75000	0,13333 m/m³
				Túnel classe VI	0,72500	0,13793 m/m³

b) concreto para projeção via úmida

Consiste na confecção de concreto para projeção via úmida.

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

$$Q = \frac{V}{(1 - F_{pr})}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em metros cúbicos por metro cúbico;  
V representa o volume de concreto consolidado na superfície, em metros cúbicos por metro cúbico;  
 $F_{pr}$  representa o fator de perda por projeção via úmida do concreto.



A tabela 25 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 25 - Consumo de concreto para projeção via úmida - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI**

Superfície	Volume (m³/m³)	Fator de perda por projeção	Consumo (m³/m³)
Túnel classe V	1,00	0,25000	1,33333
Túnel classe VI	1,00	0,27500	1,37931

#### 2.2.3.6 Operações de transporte

A tabela 26 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 26 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Bico para bomba de projeção, discos de aço e de borracha e mangote	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
Concreto fck = 30 MPa e concreto fck = 40 MPa	5909007	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 30 m³/h e descarga livre
	5914539	Transporte com caminhão betoneira - rodovia em leito natural
	5914554	Transporte com caminhão betoneira - rodovia em revestimento primário
	5914569	Transporte com caminhão betoneira - rodovia pavimentada

A tabela 27 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 27 - Conversão para transporte - lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0350	Bico para bomba de projeção	0,00180 t/un
M0347	Disco de aço para bomba de projeção via úmida	0,00900 t/un
M0349	Disco de borracha para bomba de projeção via úmida	0,00700 t/un
M0351	Mangote para bomba de projeção	0,00300 t/m
1207708	Concreto fck = 30 MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	2,40000 t/m³
1207709	Concreto fck = 40 MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	2,40000 t/m³





#### *2.2.3.7 Critérios de medição*

A medição dos serviços de lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente consolidado na superfície de aplicação.



## APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - CONCRETO PROJETADO

A tabela 28 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de concreto projetado, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

**Tabela 28 - Relação das composições de custos por subgrupo - concreto projetado**

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Confeção de concreto para projeção via seca	1207700, 1207701, 1207702 e 1207703
2.1.2 Confeção de concreto para projeção via úmida	1207708 e 1207709
2.2.1 Lançamento de concreto projetado via seca	1207710, 1207711, 1207713, 1207714, 1207715, 1207717, 1207718, 1207719, 1207721, 1207722, 1207723 e 1207725
2.2.2 Lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe I a IV	1207728, 1207727, 1207726, 1208329, 1207685, 1207684, 1207683, 1208337, 1207691, 1207690, 1207689, 1208345, 1207697, 1207696, 1207695, 1208353, 1207682, 1207681, 1207729, 1208333, 1207688, 1207687, 1207686, 1208341, 1207694, 1207693, 1207692, 1208349, 1207660, 1207699, 1207698 e 1208357
2.2.3 Lançamento de concreto projetado via úmida em túneis de classe V e VI	1207663, 1207662, 1207661, 1208361, 1207669, 1207668, 1207667, 1208369, 1207666, 1207665, 1207664, 1208365, 1207672, 1207671, 1207670 e 1208373