



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Concreto

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



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	8
--	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Massas específicas referenciais dos solos e agregados.....	3
Tabela 2 - Massas específicas referenciais de materiais e misturas.....	3
Tabela 3 - Dosagem de aditivos em argamassas	3
Tabela 4 - Dosagem de aditivos em concretos	4
Tabela 5 - Classificação do cimento Portland	6
Tabela 6 - Parâmetros referenciais da produção horária dos equipamentos de confeção de concreto em betoneira	9
Tabela 7 - Consumo de materiais para confeção de uma betonada de concreto convencional com resistência característica à compressão de 20 MPa.....	10
Tabela 8 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 15 MPa - confeção em betoneira	14
Tabela 9 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 20 MPa - confeção em betoneira	14
Tabela 10 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 25 MPa - confeção em betoneira	14
Tabela 11 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 30 MPa - confeção em betoneira	15
Tabela 12 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 35 MPa - confeção em betoneira	15
Tabela 13 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fck = 40 MPa - confeção em betoneira	15
Tabela 14 - Serviços empregados nas operações de transporte - confeção de concreto convencional em betoneira.....	16
Tabela 15 - Conversão para transporte - confeção de concreto em betoneira	16
Tabela 16 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 20 MPa - confeção em betoneira.....	20
Tabela 17 - Serviços empregados nas operações de transporte - confeção de concreto autoadensável em betoneira	20
Tabela 18 - Conversão para transporte - confeção de concreto autoadensável em betoneira	21
Tabela 19 - Consumos dos insumos em serviço de concreto modificado com polímero fck = 25 MPa	24
Tabela 20 - Consumos dos insumos em serviço de concreto modificado com polímero fck = 30 MPa	24



Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto modificado com polímero.....	25
Tabela 22 - Conversão para transporte - confecção de concreto modificado com polímero	25
Tabela 23 - Consumos dos insumos em serviço de concreto poroso $f_{ck} = 25$ MPa	28
Tabela 24 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto poroso em betoneira.....	29
Tabela 25 - Conversão para transporte - confecção de concreto poroso em betoneira	29
Tabela 26 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para pré-moldados $f_{ck} = 25$ MPa	32
Tabela 27 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para pré-moldados em betoneira.....	33
Tabela 28 - Conversão para transporte - confecção de concreto para pré-moldados em betoneira.....	33
Tabela 29 - Consumos dos insumos em serviço de concreto magro	36
Tabela 30 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto magro em betoneira.....	36
Tabela 31 - Conversão para transporte - confecção de concreto magro em betoneira	37
Tabela 32 - Consumos dos insumos em serviço de concreto ciclópico $f_{ck} = 20$ MPa.....	38
Tabela 33 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto ciclópico.....	38
Tabela 34 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 20$ MPa - confecção em central dosadora	41
Tabela 35 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 25$ MPa - confecção em central dosadora	42
Tabela 36 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 30$ MPa - confecção em central dosadora	42
Tabela 37 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto convencional em central dosadora	42
Tabela 38 - Conversão para transporte - confecção de concreto convencional em central dosadora.....	43
Tabela 39 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável $f_{ck} = 20$ MPa - confecção em central dosadora.....	46
Tabela 40 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável $f_{ck} = 25$ MPa - confecção em central dosadora.....	47
Tabela 41 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável $f_{ck} = 30$ MPa - confecção em central dosadora.....	47



Tabela 42 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 35 MPa - confecção em central dosadora	47
Tabela 43 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 40 MPa - confecção em central dosadora	48
Tabela 44 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 45 MPa - confecção em central dosadora	48
Tabela 45 Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 50 MPa - confecção em central dosadora	48
Tabela 46 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto autoadensável em central dosadora	49
Tabela 47 - Conversão para transporte - confecção de concreto autoadensável em central dosadora	49
Tabela 48 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso fck = 20 MPa	52
Tabela 49 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso fck = 25 MPa	52
Tabela 50 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso fck = 30 MPa	53
Tabela 51 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso fck = 35 MPa	53
Tabela 52 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso fck = 40 MPa	53
Tabela 53 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto submerso em central dosadora	54
Tabela 54 - Conversão para transporte - confecção de concreto submerso em central dosadora	54
Tabela 55 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica fck = 25 MPa	57
Tabela 56 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica fck = 30 MPa	57
Tabela 57 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica fck = 35 MPa	57
Tabela 58 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica fck = 40 MPa	58
Tabela 59 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica fck = 45 MPa	58
Tabela 60 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica fck = 50 MPa	58
Tabela 61 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto com microssílica em central dosadora	59



Tabela 62 - Conversão para transporte - confecção de concreto com microssilica em central dosadora.....	59
Tabela 63 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento fck = 25 MPa	62
Tabela 64 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento fck = 30 MPa	62
Tabela 65 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento fck = 35 MPa	63
Tabela 66 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento fck = 40 MPa	63
Tabela 67 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para bombeamento em central dosadora	63
Tabela 68 - Conversão para transporte - confecção de concreto para bombeamento em central dosadora.....	64
Tabela 69 - Consumos dos insumos em serviço de concreto fctm,k = 4,5 MPa	67
Tabela 70 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para sub-base fck = 7,5 MPa	67
Tabela 71 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para pavimento rígido em central dosadora	67
Tabela 72 - Conversão para transporte - confecção de concreto para pavimento rígido em central dosadora.....	68
Tabela 73 - Parâmetros referenciais da produção horária dos equipamentos de confecção de microconcreto.....	69
Tabela 74 - Consumo de materiais para confecção de um ciclo de microconcreto convencional em misturador.....	70
Tabela 75 - Consumos de pedrisco em serviços de microconcreto	73
Tabela 76 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de microconcreto.....	74
Tabela 77 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento livre de concreto	76
Tabela 78 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento manual de concreto.....	79
Tabela 79 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável	81
Tabela 80 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento mecânico de concreto com bomba lança	83
Tabela 81 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:1	88
Tabela 82 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:2	88



Tabela 83 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:3	88
Tabela 84 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:4	88
Tabela 85 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia com aditivo aglutinante 1:8.....	89
Tabela 86 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa de cimento e areia em betoneira	89
Tabela 87 - Conversão para transporte - confecção de argamassa de cimento e areia em betoneira	90
Tabela 88 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia com microssílica.....	92
Tabela 89 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa de cimento e areia com microssílica em betoneira	93
Tabela 90 - Conversão para transporte - confecção de argamassa de cimento e areia com microssílica em betoneira	93
Tabela 91 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:0,5:3,5	96
Tabela 92 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:0,5:8	96
Tabela 93 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:1:6	96
Tabela 94 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:6	97
Tabela 95 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:7	97
Tabela 96 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:8	97
Tabela 97 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:9	97
Tabela 98 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:10	98
Tabela 99 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa com cal hidratada em betoneira	98
Tabela 100 - Conversão para transporte - confecção de argamassa com cal hidratada em betoneira	99
Tabela 101 - Parâmetros referenciais da produção horária dos equipamentos de confecção de argamassa pré-dosada	99
Tabela 102 - Consumo de materiais para confecção de um ciclo de argamassa pré-dosada convencional em misturador	100



Tabela 103 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa para reparos e grauteamento	103
Tabela 104 - Consumos de argamassa polimérica em serviços de argamassa projetada	105
Tabela 105 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa polimérica para reparos e reforços estruturais	106
Tabela 106 - Relação das composições de custos por subgrupo - concreto .	107



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	8
2.1	Confecção de concreto em betoneira.....	8
2.1.1	Confecção de concreto convencional em betoneira	11
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>11</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>11</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>12</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>13</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>13</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>16</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>16</i>
2.1.2	Confecção de concreto autoadensável em betoneira.....	17
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>17</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>17</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>18</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>19</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>19</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>20</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>21</i>
2.1.3	Confecção de concreto modificado com polímero.....	21
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>21</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>22</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>22</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra</i>	<i>23</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>24</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>25</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>25</i>
2.1.4	Confecção de concreto poroso	25
2.1.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>26</i>
2.1.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>26</i>
2.1.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>26</i>
2.1.4.4	<i>Mão de obra</i>	<i>28</i>



2.1.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	28
2.1.4.6	<i>Operações de transporte</i>	28
2.1.4.7	<i>Critérios de medição</i>	29
2.1.5	Confecção de concreto para mourões pré-moldados.....	30
2.1.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	30
2.1.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	30
2.1.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	30
2.1.5.4	<i>Mão de obra</i>	32
2.1.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	32
2.1.5.6	<i>Operações de transporte</i>	32
2.1.5.7	<i>Critérios de medição</i>	33
2.1.6	Confecção de concreto magro.....	34
2.1.6.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	34
2.1.6.2	<i>Metodologia executiva</i>	34
2.1.6.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	34
2.1.6.4	<i>Mão de obra</i>	35
2.1.6.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	36
2.1.6.6	<i>Operações de transporte</i>	36
2.1.6.7	<i>Critérios de medição</i>	37
2.1.7	Confecção de concreto ciclópico.....	37
2.1.7.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	37
2.1.7.2	<i>Metodologia executiva</i>	37
2.1.7.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	37
2.1.7.4	<i>Mão de obra</i>	38
2.1.7.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	38
2.1.7.6	<i>Operações de transporte</i>	38
2.1.7.7	<i>Critérios de medição</i>	39
2.2	Confecção de concreto em central dosadora	39
2.2.1	Confecção de concreto convencional em central dosadora.....	39
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	39
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	39
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	40
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	41
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	41
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	42



2.2.1.7	<i>Critérios de medição</i>	44
2.2.2	Confecção de concreto autoadensável em central dosadora	44
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	44
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	44
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	45
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	46
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	46
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	49
2.2.2.7	<i>Critérios de medição</i>	50
2.2.3	Confecção de concreto submerso	50
2.2.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	50
2.2.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	50
2.2.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	51
2.2.3.4	<i>Mão de obra</i>	52
2.2.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	52
2.2.3.6	<i>Operações de transporte</i>	53
2.2.3.7	<i>Critérios de medição</i>	54
2.2.4	Confecção de concreto com microssílica	54
2.2.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	55
2.2.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	55
2.2.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	55
2.2.4.4	<i>Mão de obra</i>	56
2.2.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	56
2.2.4.6	<i>Operações de transporte</i>	59
2.2.4.7	<i>Critérios de medição</i>	59
2.2.5	Confecção de concreto para bombeamento.....	59
2.2.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	60
2.2.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	60
2.2.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	60
2.2.5.4	<i>Mão de obra</i>	61
2.2.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	61
2.2.5.6	<i>Operações de transporte</i>	63
2.2.5.7	<i>Critérios de medição</i>	64
2.2.6	Confecção de concreto para pavimento rígido	64
2.2.6.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	64



2.2.6.2	<i>Metodologia executiva</i>	65
2.2.6.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	65
2.2.6.4	<i>Mão de obra</i>	66
2.2.6.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	66
2.2.6.6	<i>Operações de transporte</i>	67
2.2.6.7	<i>Critérios de medição</i>	68
2.3	Confecção de microconcreto em misturador	68
2.3.1	Confecção de microconcreto para reparos e grauteamento	71
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	71
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	71
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	71
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	72
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	73
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	74
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	74
2.4	Lançamento de concreto usinado	74
2.4.1	Lançamento livre de concreto	75
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	75
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	75
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	75
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i>	76
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	76
2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i>	76
2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i>	76
2.4.2	Lançamento manual de concreto	77
2.4.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	77
2.4.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	77
2.4.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	77
2.4.2.4	<i>Mão de obra</i>	78
2.4.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	78
2.4.2.6	<i>Operações de transporte</i>	78
2.4.2.7	<i>Critérios de medição</i>	79
2.4.3	Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável	79
2.4.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	79
2.4.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	79



2.4.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	80
2.4.3.4	<i>Mão de obra</i>	80
2.4.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	80
2.4.3.6	<i>Operações de transporte</i>	81
2.4.3.7	<i>Critérios de medição</i>	81
2.4.4	<i>Lançamento mecânico de concreto com bomba lança</i>	81
2.4.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	81
2.4.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	82
2.4.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	82
2.4.4.4	<i>Mão de obra</i>	83
2.4.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	83
2.4.4.6	<i>Operações de transporte</i>	83
2.4.4.7	<i>Critérios de medição</i>	83
2.5	Adensamento de concreto	84
2.5.1	<i>Adensamento de concreto por vibrador de imersão</i>	84
2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	84
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	84
2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	84
2.5.1.4	<i>Mão de obra</i>	84
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	85
2.5.1.6	<i>Operações de transporte</i>	85
2.5.1.7	<i>Critérios de medição</i>	85
2.6	Confecção de argamassa em betoneira	85
2.6.1	<i>Confecção de argamassa de cimento e areia</i>	85
2.6.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	85
2.6.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	85
2.6.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	86
2.6.1.4	<i>Mão de obra</i>	87
2.6.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	87
2.6.1.6	<i>Operações de transporte</i>	89
2.6.1.7	<i>Critérios de medição</i>	90
2.6.2	<i>Confecção de argamassa de cimento e areia com microsilica</i>	90
2.6.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	90
2.6.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	90
2.6.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	91



2.6.2.4	<i>Mão de obra</i>	92
2.6.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	92
2.6.2.6	<i>Operações de transporte</i>	92
2.6.2.7	<i>Critérios de medição</i>	93
2.6.3	Confecção de argamassa de cimento, cal hidratada e areia	93
2.6.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	94
2.6.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	94
2.6.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	94
2.6.3.4	<i>Mão de obra</i>	95
2.6.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	95
2.6.3.6	<i>Operações de transporte</i>	98
2.6.3.7	<i>Critérios de medição</i>	99
2.7	Confecção de argamassa em misturador	99
2.7.1	Confecção de argamassa para reparos e grauteamento	101
2.7.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	101
2.7.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	101
2.7.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	101
2.7.1.4	<i>Mão de obra</i>	102
2.7.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	102
2.7.1.6	<i>Operações de transporte</i>	102
2.7.1.7	<i>Critérios de medição</i>	103
2.7.2	Confecção de argamassa polimérica para reparos e reforços estruturais.....	103
2.7.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	103
2.7.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	103
2.7.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	104
2.7.2.4	<i>Mão de obra</i>	105
2.7.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	105
2.7.2.6	<i>Operações de transporte</i>	105
2.7.2.7	<i>Critérios de medição</i>	106
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - CONCRETO		107



1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, concreto e argamassa consistem em misturas homogêneas de cimento, agregados, água e eventualmente componentes minoritários, nas quais, por meio da hidratação do aglomerante, forma-se uma pasta resistente que adere aos fragmentos dos demais insumos gerando um bloco monolítico.

Em virtude do amplo emprego na construção de dispositivos e elementos estruturais no âmbito dos empreendimentos de infraestrutura de transportes, os serviços de confecção de concretos requerem de um rígido controle tecnológico. Nesse sentido, torna-se imprescindível o controle da qualidade na dosagem dos insumos utilizados, de modo a permitir que se obtenham as características e as propriedades físicas requeridas.

Importante destacar que a modelagem referencial dos serviços de confecção de concreto não prevê seu adensamento na aplicação, ao passo que tal atividade deve ser remunerada por meio de composição de custo específica como item de orçamento.

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 à pesquisa em literatura acadêmica, em pareceres consultivos, bem como a catálogos fornecidos por empresas de engenharia e fabricantes de equipamentos, 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 são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de concreto 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

De forma genérica, os fatores de conversão empregados no âmbito das atividades de concreto correspondem ao consumo dos insumos que compõem as misturas em associação com o equipamento vinculado à carga desses, cujos valores remetem às respectivas dosagens referenciais.

No caso específico da projeção de argamassa polimérica de alto desempenho para reparos superficiais, utiliza-se o fator de conversão de 0,75, que está associado à perda de 25% do volume de argamassa bombeada na projeção.

c) fator de carga:

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

No que tange às massas específicas de materiais e misturas adotadas como referência no âmbito das atividades de confecção de concretos e argamassas, as tabelas 1 e 2 apresentam os respectivos valores.



Tabela 1 - Massas específicas referenciais dos solos e agregados

Materiais	Massa específica natural (t/m³)	Massa específica solta (t/m³)	Massa específica compactada (t/m³)
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 2 - Massas específicas referenciais de materiais e misturas

Materiais	Massa específica volumétrica (t/m³)
Concreto de cimento Portland	2,40000
Concreto armado	2,50000
Concreto poroso	1,80000
Microconcreto convencional para reparos e grauteamento	2,46675
Microconcreto autoadensável para reparos e grauteamento	2,12625
Argamassa de cimento e areia	2,10000
Argamassa de cimento, cal hidratada e areia	1,80000
Argamassa convencional para reparos e grauteamento	2,21200
Argamassa autoadensável para reparos e grauteamento	2,11875
Argamassa polimérica de alto desempenho	1,73850
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, as tabelas 3 e 4 apresentam os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 3 - Dosagem de aditivos em argamassas

Aditivo	Mistura incorporada	Dosagem	Efeito desejado
Aditivo aglutinante	Argamassa de cimento e areia	100,00 ml para cada 50,00 kg de cimento	Aumentar a coesão e lubrificação da argamassa
Microsílica	Argamassa de cimento e areia com microsílica	8,00% sobre o peso de cimento	Aprimorar propriedades mecânicas e durabilidade
Superplastificante	Argamassa de cimento e areia com microsílica	0,20% sobre o peso de cimento e microsílica	Aumentar trabalhabilidade da argamassa



Tabela 4 - Dosagem de aditivos em concretos

Aditivo	Mistura incorporada	Dosagem	Efeito desejado
Aditivo modificador de viscosidade	Concreto autoadensável em central dosadora	0,20% sobre o peso de cimento e silicato de alumínio	Aumentar a coesão e durabilidade de concretos de alto desempenho
Aditivo plastificante e retardador	Concreto convencional em betoneira	0,30% sobre o peso de cimento	Reduzir o consumo de água e cimento em 10%
	Concreto convencional em central dosadora	0,30% sobre o peso de cimento	Reduzir o consumo de água e cimento em 10%
	Concreto modificado com polímero	0,30% sobre o peso de cimento	Reduzir o consumo de água e cimento em 10%
	Concreto para pavimento rígido	0,30% sobre o peso de cimento	Reduzir o consumo de água e cimento em 10%
	Concreto submerso	0,40% sobre o peso de cimento	Reduzir consumo de água e cimento em 5% e aumentar parcialmente a trabalhabilidade
	Concreto para bombeamento	0,40% sobre o peso de cimento	Aumentar a trabalhabilidade do concreto
Látex SBR	Concreto modificado com polímero	17,50% sobre o peso de cimento	Aprimorar propriedades mecânicas, durabilidade, coesão e reduzir permeabilidade e fissuração
Microssílica (em substituição parcial do cimento)	Concreto com microssílica	8,00% sobre o peso de cimento para fck = 25 a 40 MPa	Aprimorar propriedades mecânicas e durabilidade
		10,00% sobre o peso de cimento para fck = 45 e 50 MPa	Aprimorar propriedades mecânicas e durabilidade
Silicato de alumínio (em substituição parcial do cimento)	Concreto autoadensável em betoneira	10% sobre o peso de cimento	Aprimorar propriedades mecânicas
	Concreto autoadensável em central dosadora	10% sobre o peso de cimento	Aprimorar propriedades mecânicas
Superplastificante	Concreto autoadensável em betoneira	0,5% sobre o peso de cimento e silicato de alumínio	Reduzir consumo de água e cimento em 15% e aumentar parcialmente a trabalhabilidade
	Concreto autoadensável em central dosadora	0,5% sobre o peso de cimento e silicato de alumínio	Reduzir consumo de água e cimento em 15% e aumentar parcialmente a trabalhabilidade
	Concreto poroso em betoneira	0,5% sobre o peso de cimento	Reduzir consumo de água e cimento em 10%
	Concreto com microssílica	0,5% sobre o peso de cimento e microssílica	Reduzir consumo de água e cimento em 20%

Para determinação da resistência do concreto em função de sua dosagem, deve se levar em consideração a condição de preparo da mistura, cujos parâmetros são estabelecidos por meio da norma ABNT NBR 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*, consoante aos seguintes elementos:



- condição A: aplicável a todas as classes de concreto, em que o cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados;
- condição B: pode ser aplicada às classes C10 a C20, em que o cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados medidos em massa combinada com volume;
- condição C: pode ser aplicada apenas aos concretos de classe C10 e C15, em que o cimento é medido em massa, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados e da determinação da consistência do concreto, conforme disposto na ABNT NBR 16889/2020: *Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*, ou outro método normalizado.

A modelagem referencial do SICRO para confecção dos concretos foi baseada na “condição A” de preparo, com utilização dos seguintes insumos básicos:

- agregado miúdo: consiste em areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, cujos grãos passam pela peneira de 4,8 mm e ficam retidos na peneira de 0,075 mm, cujo emprego se encontra condicionado ao atendimento das diretrizes constantes da Especificação de Material DNER nº 038/1997 - *Agregado miúdo para concreto de cimento*;
- agregado graúdo: consistem em materiais granulares provenientes de rochas, comprovadamente inertes e de características semelhantes, cujos grãos passam na peneira da malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira de 4,8 mm, tais como, seixo rolado, cascalho e pedra britada, cujo emprego se encontra condicionado ao atendimento das diretrizes constantes da Especificação de Material DNER nº 037/1997 - *Agregado graúdo para concreto de cimento*;
- cimento Portland: consiste em aglomerante hidráulico obtido pela moagem do clínquer, ao qual se adiciona, durante o referido processo, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Na operação de moagem é permitida a adição de materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonáticos.

A tabela 5 apresenta a classificação do cimento Portland de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e pela Especificação de Material DNER nº 036/95 - *Cimento Portland - Recebimento e Aceitação do DNIT*.



Tabela 5 - Classificação do cimento Portland

Sigla	Denominação	Classe de resistência aos 28 dias (MPa)	Composição			
			Clínquer + CaSO ₄	Escória	Pozolana	Filler
CP I	Cimento Portland comum	25 - 32 - 40	100	-	-	-
CP I - S	Cimento Portland comum com adição	25 - 32 - 40	99 - 95	1 - 5	1 - 5	1 - 5
CP II - E	Cimento Portland composto com escória	25 - 32 - 40	94 - 56	6 - 34	-	0 - 10
CP II - Z	Cimento Portland composto com pozolana	25 - 32 - 40	94 - 76	-	6 - 14	0 - 10
CP II - F	Cimento Portland composto com filler	25 - 32 - 40	94 - 90	-	-	6 - 10
CP III	Cimento Portland de alto-forno	25 - 32 - 40	65 - 25	35 - 70	-	0 - 5
CP IV	Cimento Portland pozolânico	25 - 32	85 - 45	-	15 - 50	0 - 5
CP V - ARI	Cimento Portland de alta resistência inicial	7 dias - 34 MPa	100 - 95	-	-	0 - 5

Destaca-se que o cimento Portland comum CP II - E classe 32 é adotado como referência no SICRO.

Para confecção de concreto, são empregados os seguintes equipamentos:

- betoneira: consiste em equipamento estacionário, geralmente utilizado para produzir concretos em atividades com baixo consumo da mistura. O modelo referencial possui caçamba para a carga dos materiais, sendo elevados até a abertura do tambor e descarregados;
- centrais dosadoras: consistem em equipamentos que quantificam a proporção dos insumos integrantes do concreto por meio de balanças, de acordo com o traço estabelecido. Concluída a dosagem, os materiais são descarregados em caminhões betoneiras, onde a mistura é homogeneizada e transportada até o local de aplicação;
- central dosadora e misturadora: consiste em equipamento que quantifica a proporção dos insumos integrantes do concreto por meio de balanças, de acordo com o traço estabelecido, promovendo a mistura e descarregando o concreto homogeneizado em caminhões basculantes específicos para o transporte.

Para confecção de argamassa, são empregados os seguintes equipamentos:

- misturador de argamassa;
- betoneira.

A dosagem dos concretos e argamassas foi realizada de forma empírica, por meio de método desenvolvido pela Fundação Getúlio Vargas – FGV, entidade responsável pela revisão do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO.



Os parâmetros referenciais foram extraídos da norma ABNT NBR 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*, em que se adotou a relação água/cimento máxima de 0,60 para concretos estruturais e consumo mínimo de cimento Portland de 280,00 kg/m³, sendo capazes de suportar a classe de agressividade ambiental I para estruturas de concreto armado e protendido, bem como garantir a durabilidade de dispositivos em concreto armado para a classe de agressividade ambiental II. Dessas premissas estabelecidas, excetuam-se os seguintes elementos:

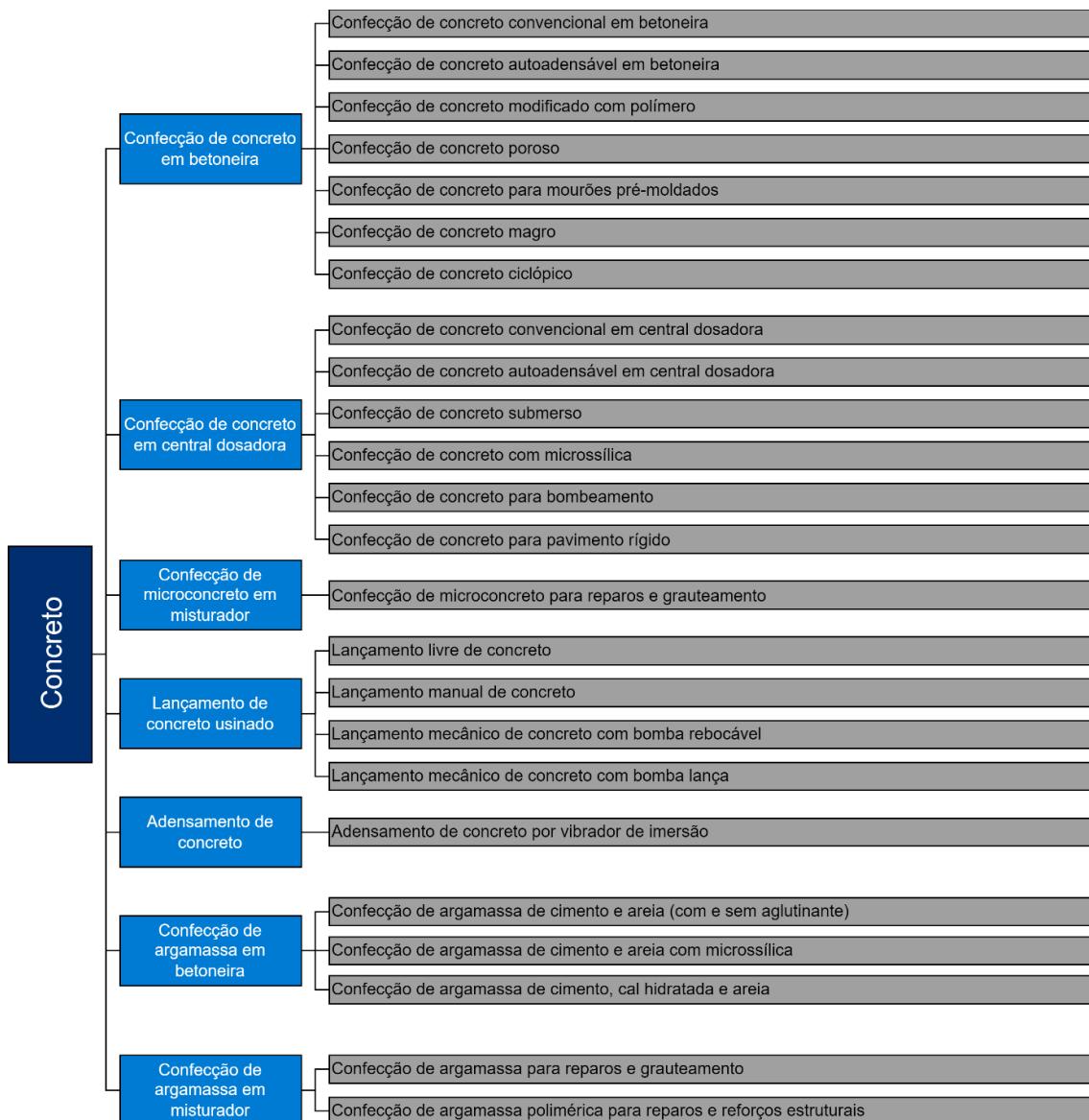
- concretos com resistência característica à compressão igual a 20 MPa possuem limite máximo da relação água/cimento de 0,65 e consumo mínimo de cimento de 260,00 kg/m³, adequado para estruturas de concreto armado para classe de agressividade ambiental I;
- concreto magro, concreto para sub-base e concreto com resistência à compressão de 15 MPa não apresentam limitação quanto ao consumo mínimo de cimento ou à relação água/cimento máxima, visto que esses não possuem função estrutural;
- concreto submerso apresenta um consumo mínimo de cimento igual a 400,00 kg/m³, em conformidade com as diretrizes da ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.



2 SERVIÇOS

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

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de concreto



Fonte: FGV IBRE

2.1 Confecção de concreto em betoneira

As condições de contorno adotadas como referência para confecção de concreto em betoneira 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

Parâmetro referencial	Valor adotado
Capacidade de rendimento final da mistura	0,40000 m ³
Capacidade do carrinho de mão	80,00 l ou 120,00 kg
Capacidade da gerica	180,00 l ou 350,00 kg
Distância percorrida pelo carrinho de mão e pela gerica	15,00 m
Velocidade de ida do carrinho de mão/gerica carregado	16,67 m/min
Velocidade de retorno do carrinho de mão/gerica 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 do concreto na gerica	0,25 min
Tempo de lançamento do concreto da gerica	0,50 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 min;
- tempo total de ciclo: $1,00 \text{ min} + 0,90 \text{ min} + 0,60 \text{ min} + 0,17 \text{ min} = 2,67 \text{ min}$.

A gerica é empregada no transporte do concreto fresco até o local de aplicação. A relação entre sua produção horária e a da betoneira acarreta seu subdimensionamento, ao passo que, para o início de um novo ciclo de confecção, é necessário que todo concreto produzido seja descarregado. Nesse sentido, para determinar a quantidade necessária, relaciona-se o volume de concreto produzido em um ciclo com a capacidade da gerica, obtendo-se 3 unidades do equipamento.



A atividade inicia com a carga do concreto produzido na betoneira, se deslocando até o local de lançamento, descarregando a mistura, com posterior retorno. 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 da gerica:

- tempo de carga: 0,25 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: 0,50 min;
- tempo total de ciclo: $0,25 \text{ min} + 0,90 \text{ min} + 0,60 \text{ min} + 0,50 \text{ min} = 2,25 \text{ min}$.

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 convencional com resistência característica à compressão de 20 MPa.

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 7 - Consumo de materiais para confecção de uma betonada de concreto convencional com resistência característica à compressão de 20 MPa

Cimento (kg)	Areia (m³)	Brita (m³)
112,86083	0,25334	0,29403

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: $112,86083 \text{ kg} / 50,00 \text{ kg} = 2,26 \text{ operações}$
 $\times 0,17 \text{ min} = 0,38 \text{ min}$;
 - 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: $3 \text{ operações} \times 0,42 \text{ min} = 1,26 \text{ min}$.



A dosagem da água de amassamento é realizada simultaneamente durante o processo de carga e mistura dos insumos, sendo adicionado 50% do volume quando a brita é inserida e o restante após o carregamento da areia.

Concluído o processo de mistura, o concreto é descarregado em gericas para o transporte até o ponto de aplicação. A capacidade nominal do equipamento é de 180,00 litros com restrição de carga de 350,00 kg. Adota-se o parâmetro restritivo em massa, resultando na necessidade de 3 gericas, conforme demonstrado em tópico anterior ($0,40000 \text{ m}^3 \times 2.400,00 \text{ kg/m}^3 / 350,00 \text{ kg}$), cujo tempo de descarga corresponde a:

- tempo de descarga da mistura do tambor da betoneira nas gericas: 3 gericas x 0,25 min = 0,75 min.

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

- tempo total de ciclo da betoneira: 0,38 min + 0,68 min + 1,26 min + 0,75 min + 2,00 min = 5,07 min.

2.1.1 Confeção de concreto convencional em betoneira

O serviço consiste na confecção de concreto convencional em betoneira com lançamento por meio de gericá.

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*;
- 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 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 a brita e colocação de 50% da água de amassamento;
- carga manual do cimento na betoneira;
- carga manual da betoneira com areia, o restante da água e o aditivo plastificante;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga do concreto nas gericas;
- transporte do concreto por meio de gerica;
- lançamento manual do concreto.

2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

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

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.

c) transportador manual gerica

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 da gerica, 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 à bateria 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:

- 1 pedreiro para o lançamento do concreto;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 4 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das gericas.

2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Para confecção de concreto convencional são utilizados os seguintes insumos:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- aditivo plastificante e retardador de pega: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento, bem como retardar o tempo de pega.



a) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 15$ MPa

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

Tabela 8 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 15$ MPa - confecção em betoneira

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,97518	1,50000	0,65012
Cimento Portland	kg	-	0,25248	1,40000	252,48076
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00076	-	0,75744

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

A tabela 9 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 9 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 20$ MPa - confecção em betoneira

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,95001	1,50000	0,63334
Cimento Portland	kg	-	0,28215	1,40000	282,15207
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00085	-	0,84646

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

A tabela 10 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 10 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 25$ MPa - confecção em betoneira

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,92189	1,50000	0,61459
Cimento Portland	kg	-	0,31531	1,40000	315,31031
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00095	-	0,94593



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

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 11 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 30$ MPa - confecção em betoneira

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,89045	1,50000	0,59363
Cimento Portland	kg	-	0,35237	1,40000	352,36529
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00106	-	1,05710

e) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 35$ MPa

A tabela 12 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 12 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 35$ MPa - confecção em betoneira

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,85532	1,50000	0,57021
Cimento Portland	kg	-	0,39377	1,40000	393,77493
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00118	-	1,18132

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

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

Tabela 13 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 40$ MPa - confecção em betoneira

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,81605	1,50000	0,54403
Cimento Portland	kg	-	0,44005	1,40000	440,05099
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00132	-	1,32015



2.1.1.6 Operações de transporte

A tabela 14 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 14 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto convencional em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 1, brita 2 e areia média lavada	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com carregadeira de 3,40 m ³ (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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
Areia extraída e brita produzida	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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
Aditivo e cimento	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 15 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 15 - Conversão para transporte - confecção de concreto em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m ³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m ³
M0192	Brita 2	1,50000 t/m ³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m ³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m ³ /h	1,50000 t/m ³

2.1.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto convencional em betoneira deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.



2.1.2 Confeção de concreto autoadensável em betoneira

O serviço consiste na confecção de concreto autoadensável em betoneira, com resistência característica à compressão de 20 MPa e lançamento por meio de gericá.

A adição de superplastificante tem por objetivo permitir a redução da água de amassamento, promovendo incremento da resistência e elevada plasticidade da mistura.

O concreto autoadensável apresenta como característica a capacidade de fluir com maior facilidade dentro das fôrmas, passando pelas armaduras e preenchendo os espaços sob o efeito de seu próprio peso, sem a necessidade do uso de equipamento de vibração.

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*;
- ABNT NBR 15823/2017: *Concreto autoadensável*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 15894/2010: *Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta*;
- 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*.

2.1.2.2 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 a brita e colocação de 50% da água de amassamento;
- carga manual do cimento e silicato de alumínio na betoneira;
- carga manual da betoneira com areia, o restante da água e o aditivo superplastificante;



- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga do concreto nas gericas;
- transporte do concreto por meio de gericas;
- lançamento manual do concreto.

2.1.2.3 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;
- transportador manual gericas.

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.



c) transportador manual gerica

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 da gerica, 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 à bateria para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.1.2.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para lançamento do concreto;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 4 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das gericas.

2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Para confecção de concreto autoadensável são utilizados os seguintes insumos:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- silicato de alumínio: consiste em insumo pozolânico utilizado para melhorar as propriedades mecânicas do concreto;
- aditivo superplastificante: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento e aumentar a trabalhabilidade.

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



Tabela 16 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 20 MPa - confecção em betoneira

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m³	-	1,04873	1,50000	0,69915
Cimento Portland	kg	-	0,35115	1,40000	351,15370
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00193	-	1,93135
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,03512	-	35,11537

2.1.2.6 Operações de transporte

A tabela 17 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 17 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto autoadensável em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 0, brita 1 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
Brita 0, brita 1 e areia média lavada	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada
Areia extraída e brita produzida	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ 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 superplastificante, cimento Portland e silicato de alumínio	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 18 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



Tabela 18 - Conversão para transporte - confecção de concreto autoadensável em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0010	Aditivo superplastificante para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0005	Brita 0	1,50000 t/m³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
M0012	Silicato de alumínio	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m³/h	1,50000 t/m³

2.1.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto autoadensável em betoneira deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de concreto efetivamente aplicado.

2.1.3 Confecção de concreto modificado com polímero

O serviço consiste na confecção de concreto modificado com polímero látex *Styrene Butadiene Rubber* – SBR em betoneira com lançamento por meio de gericá.

A aplicação do aditivo látex ou SBR tem por objetivo o aumento qualitativo em suas propriedades mecânicas, conferindo desempenho superior em relação aos concretos convencionais.

Dentre as principais características da adição de látex ao concreto, destacam-se:

- ampliação das resistências à tração e à flexão;
- minimização da fissuração;
- redução da permeabilidade e capilaridade;
- aumento da coesão e da aderência inicial das argamassas;
- redução das atividades de cura;
- aumento da durabilidade.

2.1.3.1 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*;
- 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 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*.

2.1.3.2 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 a brita e colocação de 50% da água de amassamento;
- carga manual do cimento na betoneira;
- carga manual da betoneira com areia, o restante da água, aditivo plastificante e látex;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga do concreto nas gericas;
- transporte do concreto por meio de gericas;
- lançamento manual do concreto.

2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

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

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.

c) transportador manual gerica

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 da gerica, 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 à bateria para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.1.3.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para lançamento do concreto;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 4 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das gericas.



2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

Para confecção de concreto modificado com polímero são utilizados os seguintes insumos:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- látex SBR: consiste em aditivo do concreto com finalidade de aprimorar propriedades mecânicas, durabilidade, coesão e reduzir permeabilidade e fissuração;
- aditivo plastificante e retardador de pega: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento, bem como retardar o tempo de pega.

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

A tabela 19 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 19 - Consumos dos insumos em serviço de concreto modificado com polímero $f_{ck} = 25$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,92189	1,50000	0,61459
Cimento Portland	kg	-	0,31531	1,40000	315,31031
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00095	-	0,94593
Aditivo látex SBR	l	17,500	-	-	55,17930

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

A tabela 20 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 20 - Consumos dos insumos em serviço de concreto modificado com polímero $f_{ck} = 30$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,89045	1,50000	0,59363
Cimento Portland	kg	-	0,35237	1,40000	352,36529
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00106	-	1,05710
Aditivo látex SBR	l	17,500	-	-	61,66393



2.1.3.6 Operações de transporte

A tabela 21 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto modificado com polímero

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 1, brita 2 e areia média lavada	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com carregadeira de 3,40 m ³ (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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
Aditivo látex SBR, aditivo plastificante e cimento Portland	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 22 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 22 - Conversão para transporte - confecção de concreto modificado com polímero

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M1370	Aditivo látex de polímero SBR para concreto e argamassa	0,00100 t/l
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m ³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m ³
M0192	Brita 2	1,50000 t/m ³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg

2.1.3.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto modificado com polímero deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de concreto efetivamente aplicado.

2.1.4 Confecção de concreto poroso

O serviço consiste na confecção de concreto poroso para tubos em betoneira, com resistência característica à compressão de 25 MPa e lançamento por meio de gerica.



Concretos porosos ou permeáveis possuem vazios interligados que permitem a percolação da água em seu interior.

2.1.4.1 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*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 16416/2015: *Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos*;
- 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*.

2.1.4.2 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 a brita e colocação de 50% da água de amassamento;
- carga manual do cimento na betoneira;
- carga manual da betoneira com areia, o restante da água e o aditivo superplastificante;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga do concreto nas gericas;
- transporte do concreto por meio de gericas;
- lançamento manual do concreto.

2.1.4.3 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;
- transportador manual gérica.

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.

c) transportador manual gérica

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 da gérica, 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 à bateria para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.1.4.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para lançamento do concreto;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das gericas.

2.1.4.5 Materiais e atividades auxiliares

Para confecção de concreto poroso são utilizados os seguintes insumos:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- aditivo superplastificante: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento e aumentar a trabalhabilidade.

A tabela 23 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 23 - Consumos dos insumos em serviço de concreto poroso fck = 25 MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 0	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,26705	1,50000	0,17803
Cimento Portland	kg	-	0,33024	1,40000	330,23679
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00165	-	1,65118

2.1.4.6 Operações de transporte

A tabela 24 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



Tabela 24 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto poroso em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
Areia média lavada e brita 0	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com carregadeira de 3,40 m ³ (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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
Areia extraída e brita produzida	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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
Aditivo superplastificante e cimento Portland	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 25 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 25 - Conversão para transporte - confecção de concreto poroso em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0010	Aditivo superplastificante para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m ³
M0005	Brita 0	1,50000 t/m ³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m ³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m ³ /h	1,50000 t/m ³

2.1.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de confecção de concreto poroso deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de concreto efetivamente aplicado.



2.1.5 Confeção de concreto para mourões pré-moldados

O serviço consiste na confecção de concreto para mourões pré-moldados em betoneira, com resistência característica à compressão de 25 MPa e lançamento por meio de gericá.

Em função da esbelteza do mourão, existem restrições acerca das dimensões do material pétreo a ser utilizado na confecção do concreto. Consequentemente, é adotado um diâmetro máximo de 19 mm para os agregados na dosagem da mistura.

2.1.5.1 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*;
- DNER EM 174/1994: *Mourões de concreto armado para cercas de arame farpado*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*.

2.1.5.2 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 a brita e colocação de 50% da água de amassamento;
- carga manual do cimento na betoneira;
- carga manual da betoneira com areia e o restante da água;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga do concreto nas gericas;
- transporte do concreto por meio de gericá;
- lançamento manual do concreto.

2.1.5.3 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;
- transportador manual gerica.

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.

c) transportador manual gerica

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 da gérica, 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 à bateria para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.1.5.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para lançamento do concreto;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 4 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das géricas.

2.1.5.5 Materiais e atividades auxiliares

Para confecção de concreto para mourões pré-moldados são utilizados os seguintes insumos:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante.

A tabela 26 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 26 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para pré-moldados $f_{ck} = 25$ MPa

Material	Unidade	Massa (t/m ³)	Massa específica (t/m ³)	Consumo (un/m ³)
Brita 1	m ³	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m ³	0,87165	1,50000	0,58110
Cimento Portland	kg	0,36693	1,40000	366,92977

2.1.5.6 Operações de transporte

A tabela 27 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



Tabela 27 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para pré-moldados em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 1 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
Areia extraída e brita produzida	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ 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
Cimento Portland	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 28 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 28 - Conversão para transporte - confecção de concreto para pré-moldados em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m³/h	1,50000 t/m³

2.1.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de confecção de concreto para pré-moldados deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de concreto efetivamente aplicado.



2.1.6 Confeção de concreto magro

O serviço consiste na confecção de concreto magro em betoneira com lançamento por meio de gérica.

2.1.6.1 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*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*.

2.1.6.2 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;
- transporte dos agregados até a betoneira por meio de carrinho de mão;
- carga manual da betoneira com a brita e colocação de 50% da água de amassamento;
- carga manual do cimento na betoneira;
- carga manual da betoneira com areia e o restante da água;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga do concreto nas géricas;
- transporte do concreto por meio de gérica;
- lançamento manual do concreto.

2.1.6.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

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

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.

c) transportador manual gérica

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 da gérica, 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.

2.1.6.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para lançamento do concreto;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;



- 4 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das gericas.

2.1.6.5 Materiais e atividades auxiliares

Para confecção de concreto magro são utilizados os seguintes insumos:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante.

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

Tabela 29 - Consumos dos insumos em serviço de concreto magro

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 2	m³	1,10262	1,500	0,73508
Areia média lavada	m³	0,89922	1,500	0,59948
Cimento Portland	kg	0,28053	1,400	280,53418

2.1.6.6 Operações de transporte

A tabela 30 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 30 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto magro em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 2 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
Areia extraída e brita produzida	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ 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
Cimento Portland	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 31 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 31 - Conversão para transporte - confecção de concreto magro em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0192	Brita 2	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m³/h	1,50000 t/m³

2.1.6.7 Critérios de medição

A medição do serviço de confecção de concreto magro deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de concreto efetivamente aplicado.

2.1.7 Confecção de concreto ciclópico

O serviço consiste na confecção de concreto ciclópico, composto pela mistura de concreto com resistência característica à compressão de 20 MPa confeccionado em betoneira e pedras de mão, as quais são lançadas manualmente sobre a massa, ocupando 30% do volume total.

2.1.7.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção.*

2.1.7.2 Metodologia executiva

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

- confecção do concreto em betoneira;
- lançamento do concreto por meio de gericá;
- posicionamento manual das pedras de mão sobre o concreto.

2.1.7.3 Produção horária e equipe mecânica

A produtividade da equipe é estabelecida pelo método teórico, consoante aos parâmetros empregados na atividade de confecção de concreto $f_{ck} = 20$ MPa em betoneira e lançamento manual.



2.1.7.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para colocação manual das pedras de mão.

2.1.7.5 Materiais e atividades auxiliares

Para confecção de concreto ciclópico são utilizados os seguintes insumos:

- pedra de mão: consiste em agregado graúdo;
- concreto fck = 20 MPa: consiste na confecção de concreto convencional de fck = 20 MPa em betoneira com lançamento manual.

A tabela 32 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material e da atividade.

Tabela 32 - Consumos dos insumos em serviço de concreto ciclópico fck = 20 MPa

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Pedra de mão	m³	0,78900	1,50000	0,52600
Concreto fck = 20 MPa	m³	-	-	0,70000

2.1.7.6 Operações de transporte

A tabela 33 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 33 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto ciclópico

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1097	Pedra de mão ou rachão	1,50000 t/m³	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ (exclusa) e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
			5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada
4816016	Rachão ou pedra de mão produzida	1,50000 t/m³	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural



Tabela 33 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto ciclópico (2/2)

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
4816016	Rachão ou pedra de mão produzida	1,50000 t/m³	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada

2.1.7.7 Critérios de medição

A medição do serviço de confecção de concreto ciclópico deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume da mistura na proporção referencial efetivamente aplicada.

2.2 Confecção de concreto em central dosadora

2.2.1 Confecção de concreto convencional em central dosadora

O serviço consiste na confecção de concretos convencionais em centrais dosadoras.

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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*;
- 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 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*;
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle*.

2.2.1.2 Metodologia executiva

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

- central de 30 m³/h:
 - 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.
- central de 40 m³/h:
 - abastecimento da central dosadora com areia e brita por meio da carregadeira de pneus;
 - abastecimento da central com cimento por meio de caminhão silo;
 - dosagem e descarga dos insumos no caminhão betoneira por meio da central dosadora;
 - aplicação manual do aditivo no tambor do caminhão betoneira.

2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas 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, 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.

2.2.1.4 Mão de obra

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

- em central dosadora com capacidade de 30 m³/h:
 - 1 servente para auxiliar as atividades de usinagem do concreto;
 - 1 servente para abastecimento da central com o cimento ensacado.
- em central dosadora com capacidade de 40 m³/h:
 - 1 servente para auxiliar as atividades de usinagem do concreto.

2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto convencional 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 plastificante e retardador de pega: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento, bem como retardar o tempo de pega.

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

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

Tabela 34 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 20$ MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m ³)	Massa específica (t/m ³)	Consumo (un/m ³)
Brita 2	m ³	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m ³	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m ³	-	0,95639	1,50000	0,63759
Cimento Portland	Kg	-	0,27464	1,40000	274,63730
Aditivo plastificante	Kg	0,300	0,00082	-	0,82391



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

A tabela 35 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 35 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 25$ MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,93698	1,50000	0,62465
Cimento Portland	kg	-	0,29752	1,40000	297,52374
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00089	-	0,89257

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

A tabela 36 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 36 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ck} = 30$ MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	0,91158	1,50000	0,60772
Cimento Portland	kg	-	0,32745	1,40000	327,44990
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00098	-	0,98235

2.2.1.6 Operações de transporte

A tabela 37 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 37 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto convencional em central dosadora

Descrição	Código SICRO	Descrição
Cimento Portland CP II - 32 - a granel	5914363	Carga, manobra e descarga de cimento ou cal hidratada a granel em caminhão silo de 30 m^3
	5914364	Transporte de cimento ou cal hidratada a granel com caminhão silo de 30 m^3 - rodovia em leito natural
Cimento Portland CP II - 32 - a granel	5914365	Transporte de cimento ou cal hidratada a granel com caminhão silo de 30 m^3 - rodovia em revestimento primário
	5914366	Transporte de cimento ou cal hidratada a granel com caminhão silo de 30 m^3 - rodovia pavimentada



Tabela 37 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto convencional em central dosadora (2/2)

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 1, brita 2 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
Areia extraída e brita produzida	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ 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
Cimento Portland CP II - 32 - saco e Aditivo plastificante e retardador de pega	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 38 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 38 - Conversão para transporte - confecção de concreto convencional em central dosadora

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m³
M0192	Brita 2	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m³/h	1,50000 t/m³
M1954	Cimento Portland CP II - 32 - a granel	0,00100 t/kg



2.2.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto convencional em central dosadora deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.2.2 Confecção de concreto autoadensável em central dosadora

O serviço consiste na confecção de concretos autoadensáveis em central dosadora rasga saco com capacidade de 30 m³/h.

A adição de superplastificante tem por objetivo permitir a redução da água de amassamento, promovendo incremento da resistência e elevada plasticidade da mistura.

O concreto autoadensável apresenta como característica a capacidade de fluir com maior facilidade dentro das fôrmas, passando pelas armaduras e preenchendo os espaços sob o efeito de seu próprio peso, sem a necessidade do uso de equipamento de vibração.

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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*;
- 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 15894/2010: *Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta*;
- 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*.

2.2.2.2 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 dos aditivos no tambor do caminhão betoneira.

2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas 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, 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.



2.2.2.4 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 cimento e silicato de alumínio.

2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto autoadensável utiliza os seguintes insumos em sua confecção:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- silicato de alumínio: consiste em insumo pozolânico utilizado para melhorar as propriedades mecânicas do concreto;
- aditivo superplastificante: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento e aumentar a trabalhabilidade;
- aditivo modificador de viscosidade: consiste em aditivo empregado exclusivamente no concreto $f_{ck} = 50$ MPa com finalidade de aumentar a coesão e reduzir a viscosidade da mistura.

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

A tabela 39 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 39 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável $f_{ck} = 20$ MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m^3	-	1,07231	1,50000	0,71487
Cimento Portland	kg	-	0,32632	1,40000	326,32398
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00179	-	1,79478
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,03263	-	32,63240

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

A tabela 40 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



Tabela 40 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 25 MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m³	-	1,03590	1,50000	0,69060
Cimento Portland	kg	-	0,36467	1,40000	364,67327
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00201	-	2,00570
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,03647	-	36,46733

c) concreto com resistência característica à compressão fck = 30 MPa

A tabela 41 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 41 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 30 MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m³	-	0,99521	1,50000	0,66347
Cimento Portland	kg	-	0,40753	1,40000	407,52933
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00224	-	2,24141
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,04075	-	40,75293

d) concreto com resistência característica à compressão fck = 35 MPa

A tabela 42 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 42 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 35 MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m³	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m³	-	0,94973	1,50000	0,63315
Cimento Portland	kg	-	0,45542	1,40000	455,42180
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00250	-	2,50482
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,04554	-	45,54218



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

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

Tabela 43 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável $f_{ck} = 40$ MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m^3	-	0,89891	1,50000	0,59927
Cimento Portland	kg	-	0,50894	1,40000	508,94254
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00280	-	2,79918
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,05089	-	50,89425

f) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 45$ MPa

A tabela 44 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 44 - Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável $f_{ck} = 45$ MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m^3	-	0,84212	1,50000	0,56141
Cimento Portland	kg	-	0,56875	1,40000	568,75300
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00313	-	3,12814
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,05688	-	56,87530

g) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 50$ MPa

A tabela 45 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 45 Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável $f_{ck} = 50$ MPa - confecção em central dosadora

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Brita 0	m^3	-	0,43257	1,50000	0,28838
Areia média lavada	m^3	-	0,77865	1,50000	0,51910



Tabela 45 Consumos dos insumos em serviço de concreto autoadensável fck = 50 MPa - confecção em central dosadora (2/2)

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Cimento Portland	kg	-	0,63559	1,40000	635,59232
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00350	-	3,49576
Aditivo modificador de viscosidade	kg	0,200	0,00140	-	1,39830
Silicato de alumínio	kg	10,000	0,06356	-	63,55923

2.2.2.6 Operações de transporte

A tabela 46 apresenta 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 - confecção de concreto autoadensável em central dosadora

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 0, brita 1 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 superplastificante, aditivo modificador de viscosidade, cimento Portland CP II - 32 - saco e silicato de alumínio	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 47 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 47 - Conversão para transporte - confecção de concreto autoadensável em central dosadora

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0010	Aditivo superplastificante para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0005	Brita 0	1,50000 t/m³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg



Tabela 47 - Conversão para transporte - confecção de concreto autoadensável em central dosadora (2/2)

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0012	Silicato de alumínio	0,00100 t/kg
M0011	Aditivo modificador de viscosidade para concreto e argamassa	0,00100 t/kg

2.2.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto autoadensável em central dosadora deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.2.3 Confecção de concreto submerso

O serviço consiste na confecção de concretos submersos em central dosadora rasga saco com capacidade de 30 m³/h.

Para aplicação em meio submerso, o concreto deve apresentar uma elevada plasticidade. A mistura é lançada por meio de tubo tremonha (metálico ou PVC).

Em consonância à recomendação normativa vigente, os concretos submersos devem apresentar obrigatoriamente um consumo mínimo de cimento de 400,00 kg/m³.

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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção;*
- 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 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento;*
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle.*

2.2.3.2 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.

2.2.3.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas 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, 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.



2.2.3.4 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 cimento.

2.2.3.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto submerso 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 plastificante e retardador de pega: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento, bem como retardar o tempo de pega.

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

A tabela 48 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 48 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m^3	-	0,57099	1,50000	0,38066
Cimento Portland	kg	-	0,42000	1,40000	420,00000
Aditivo plastificante	kg	0,400	0,00168	-	1,68000

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

A tabela 49 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 49 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m^3	-	0,62622	1,50000	0,41748
Cimento Portland	kg	-	0,42000	1,40000	420,00000
Aditivo plastificante	kg	0,400	0,00168	-	1,68000



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

A tabela 50 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 50 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso $f_{ck} = 30$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,76932	1,50000	0,51288
Cimento Portland	kg	-	0,43440	1,40000	434,40466
Aditivo plastificante	kg	0,400	0,00174	-	1,73762

d) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 35$ MPa

A tabela 51 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 51 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso $f_{ck} = 35$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,71751	1,50000	0,47834
Cimento Portland	kg	-	0,48546	1,40000	485,45550
Aditivo plastificante	kg	0,400	0,00194	-	1,94182

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

A tabela 52 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 52 - Consumos dos insumos em serviço de concreto submerso $f_{ck} = 40$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,65960	1,50000	0,43973
Cimento Portland	kg	-	0,54251	1,40000	542,50577
Aditivo plastificante	kg	0,400	0,00217	-	2,17002

2.2.3.6 Operações de transporte

A tabela 53 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



Tabela 53 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto submerso em central dosadora

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 1 e areia média lavada	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com carregadeira de 3,40 m ³ (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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
Cimento Portland CP II - 32 - saco e aditivo plastificante e retardador de pega	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 54 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 54 - Conversão para transporte - confecção de concreto submerso em central dosadora

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m ³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m ³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg

2.2.3.7 Critérios de medição

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

2.2.4 Confecção de concreto com microssílica

O serviço consiste na confecção de concretos com microssílica em central dosadora rasga saco com capacidade de 30 m³/h.

A microssílica proporciona a redução da exsudação e da segregação do concreto, conferindo maior resistência mecânica, durabilidade e acabamento às peças, elevando a capacidade de proteção contra processos químicos em situações de alta agressividade ambiental.



2.2.4.1 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*;
- 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 13956/2012: *Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta*;
- 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*.

2.2.4.2 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 da microssílica e do aditivo no tambor do caminhão betoneira.

2.2.4.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas 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, 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.

2.2.4.4 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 cimento e microssilica.

2.2.4.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto com microssilica utiliza os seguintes insumos em sua confecção:

- brita: consiste em agregado graúdo;
- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- microssilica: consiste em insumo pozzolânico utilizado para melhorar as propriedades mecânicas e durabilidade do concreto;
- aditivo superplastificante: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento e aumentar a trabalhabilidade.



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

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

Tabela 55 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica $f_{ck} = 25$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	1,00863	1,50000	0,67242
Cimento Portland	kg	-	0,27222	1,40000	272,22222
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00147	-	1,47000
Microssílica	kg	8,000	0,02178	-	21,77778

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

A tabela 56 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 56 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica $f_{ck} = 30$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	1,02600	1,50000	0,68400
Cimento Portland	kg	-	0,28226	1,40000	282,26424
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00152	-	1,52423
Microssílica	kg	8,000	0,02258	-	22,58114

c) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 35$ MPa

A tabela 57 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 57 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssílica $f_{ck} = 35$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,99471	1,50000	0,66314
Cimento Portland	kg	-	0,31544	1,40000	315,43567
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00170	-	1,70335
Microssílica	kg	8,000	0,02523	-	25,23485



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

A tabela 58 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 58 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssilica $f_{ck} = 40$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,95976	1,50000	0,63984
Cimento Portland	kg	-	0,35251	1,40000	352,50538
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00190	-	1,90353
Microssilica	kg	8,000	0,02820	-	28,20043

e) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 45$ MPa

A tabela 59 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 59 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssilica $f_{ck} = 45$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,91827	1,50000	0,61218
Cimento Portland	kg	-	0,38677	1,40000	386,76909
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00213	-	2,12723
Microssilica	kg	10,000	0,03868	-	38,67691

f) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 50$ MPa

A tabela 60 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 60 - Consumos dos insumos em serviço de concreto com microssilica $f_{ck} = 50$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,87432	1,50000	0,58288
Cimento Portland	kg	-	0,43222	1,40000	432,22183
Aditivo superplastificante	kg	0,500	0,00238	-	2,37722
Microssilica	kg	10,000	0,04322	-	43,22218



2.2.4.6 Operações de transporte

A tabela 61 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 61 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto com microssilica em central dosadora

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 1 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
Cimento Portland CP II - 32 - saco, aditivo superplastificante e microssilica	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 62 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 62 - Conversão para transporte - confecção de concreto com microssilica em central dosadora

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0010	Aditivo superplastificante para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
M0029	Silica ativa para concreto e argamassa (microssilica)	0,00100 t/kg

2.2.4.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de concreto com microssilica deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.2.5 Confecção de concreto para bombeamento

O serviço consiste na confecção de concretos para bombeamento em centrais dosadoras com capacidades de 30 m³/h e 40 m³/h.



2.2.5.1 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*;
- 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 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*;
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle*.

2.2.5.2 Metodologia executiva

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

- central de 30 m³/h:
 - 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.
- central de 40 m³/h:
 - abastecimento da central dosadora com areia e brita por meio da carregadeira de pneus;
 - abastecimento da central com cimento por meio de caminhão silo;
 - dosagem e descarga dos insumos no caminhão betoneira por meio da central dosadora;
 - aplicação manual do aditivo no tambor do caminhão betoneira.

2.2.5.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas 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, 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.

2.2.5.4 Mão de obra

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

- em central dosadora com capacidade de 30 m³/h:
 - 1 servente para auxiliar as atividades de usinagem do concreto;
 - 1 servente para abastecimento da central com o cimento ensacado.
- em central dosadora com capacidade de 40 m³/h:
 - 1 servente para auxiliar as atividades de usinagem do concreto.

2.2.5.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto para bombeamento 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 plastificante e retardador de pega: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento, bem como retardar o tempo de pega.

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

A tabela 63 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 63 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento $f_{ck} = 25$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m^3	-	0,88922	1,50000	0,59281
Cimento Portland	kg	-	0,34623	1,40000	346,23135
Aditivo plastificante	kg	0,400	0,00138	-	1,38493

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

A tabela 64 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 64 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento $f_{ck} = 30$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m^3	-	0,85967	1,50000	0,57311
Cimento Portland	kg	-	0,38106	1,40000	381,05672
Aditivo plastificante	kg	0,4000	0,00152	-	1,52423

c) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 35$ MPa

A tabela 65 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 65 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento fck = 35 MPa**

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,82167	1,50000	0,54778
Cimento Portland	kg	-	0,42584	1,40000	425,83815
Aditivo plastificante	kg	0,40	0,00170	-	1,70335

d) concreto com resistência característica à compressão fck = 40 MPa

A tabela 66 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 66 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para bombeamento fck = 40 MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Brita 1	m³	-	1,03220	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m³	-	0,77922	1,50000	0,51948
Cimento Portland	kg	-	0,47588	1,40000	475,88226
Aditivo plastificante	kg	0,400	0,00190	-	1,90353

2.2.5.6 Operações de transporte

A tabela 67 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 67 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para bombeamento em central dosadora

Descrição	Código SICRO	Descrição
Cimento Portland CP II - 32 - a granel	5914363	Carga, manobra e descarga de cimento ou cal hidratada a granel em caminhão silo de 30 m³
	5914364	Transporte de cimento ou cal hidratada a granel com caminhão silo de 30 m³ - rodovia em leito natural
	5914365	Transporte de cimento ou cal hidratada a granel com caminhão silo de 30 m³ - rodovia em revestimento primário
	5914366	Transporte de cimento ou cal hidratada a granel com caminhão silo de 30 m³ - rodovia pavimentada
Brita 1 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



Tabela 67 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para bombeamento em central dosadora (2/2)

Descrição	Código SICRO	Descrição
Areia extraída e brita produzida	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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada
Cimento Portland CP II - 32 - saco e aditivo plastificante e retardador de pega	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 68 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 68 - Conversão para transporte - confecção de concreto para bombeamento em central dosadora

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m ³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m ³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m ³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m ³ /h	1,50000 t/m ³
M1954	Cimento Portland CP II - 32 - a granel	0,00100 t/kg

2.2.5.7 Critérios de medição

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

2.2.6 Confecção de concreto para pavimento rígido

O serviço consiste na confecção de concretos para pavimento rígido em central dosadora rasga saco com capacidade de 30 m³/h.

2.2.6.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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



- DNIT 065/2004: *Pavimento Rígido - Sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração*;
- DNIT ES 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*;
- 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 12655/2022: *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento*;
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle*.

2.2.6.2 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.

2.2.6.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas 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, 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.

2.2.6.4 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 cimento ensacado.

2.2.6.5 Materiais e atividades auxiliares

O concreto para pavimento rígido 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 plastificante e retardador de pega: consiste em aditivo para concreto com finalidade de reduzir o consumo de água e cimento, bem como retardar o tempo de pega.

a) concreto com resistência característica à tração na flexão $f_{ctm,k} = 4,5$ MPa

A tabela 69 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



Tabela 69 - Consumos dos insumos em serviço de concreto $f_{ctm,k} = 4,5$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 1	m^3	-	1,03200	1,50000	0,68813
Areia média lavada	m^3	-	0,91244	1,50000	0,60829
Cimento Portland	kg	-	0,38325	1,40000	383,25434
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00115	-	1,14976

b) concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 7,5$ MPa

A tabela 70 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 70 - Consumos dos insumos em serviço de concreto para sub-base $f_{ck} = 7,5$ MPa

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Brita 2	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Brita 1	m^3	-	0,55131	1,50000	0,36754
Areia média lavada	m^3	-	1,02089	1,50000	0,68059
Cimento Portland	kg	-	0,19861	1,40000	198,60840
Aditivo plastificante	kg	0,300	0,00060	-	0,59583

2.2.6.6 Operações de transporte

A tabela 71 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 71 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para pavimento rígido em central dosadora

Descrição	Código SICRO	Descrição
Brita 1, brita 2 e areia média lavada	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m^3 - carga com carregadeira de 3,40 m^3 (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 em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m^3 - rodovia pavimentada
Areia extraída e brita produzida	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m^3 - rodovia em leito natural
	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m^3 - rodovia em revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m^3 - rodovia pavimentada



Tabela 71 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de concreto para pavimento rígido em central dosadora (2/2)

Descrição	Código SICRO	Descrição
Cimento Portland CP II - 32 - saco e aditivo plastificante e retardador de pega	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 72 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 72 - Conversão para transporte - confecção de concreto para pavimento rígido em central dosadora

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0191	Brita 1	1,50000 t/m³
M0192	Brita 2	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m³/h	1,50000 t/m³

2.2.6.7 Critérios de medição

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

2.3 Confecção de microconcreto em misturador

O microconcreto consiste em mistura elaborada com agregado de pequena dimensão (até 9,5 mm).

As condições de contorno adotadas como referência para confecção de microconcreto em misturador 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 do misturador.

A tabela 73 apresenta os parâmetros referenciais adotados.



Tabela 73 - Parâmetros referenciais da produção horária dos equipamentos de confecção de microconcreto

Parâmetro referencial	Valor adotado
Capacidade de rendimento final da mistura	0,20000 m ³
Capacidade do carrinho de mão	80,00 l ou 120,00 kg
Capacidade gerica	180,00 l ou 350,00 kg
Distância percorrida pelo carrinho de mão e pela gerica	15,00 m
Velocidade de ida do carrinho de mão/gerica carregado	16,67 m/min
Velocidade de retorno do carrinho de mão/gerica vazio	25,00 m/min
Taxa de carregamento dos agregados no carrinho de mão por servente	1,00 kg/s
Tempo de carga do pedrisco no carrinho de mão (para 2 serventes)	1,00 min
Tempo de descarga no pedrisco no misturador pelo carrinho de mão	0,17 min
Tempo de carga da argamassa pré-dosada no misturador (por saco)	0,17 min
Tempo de mistura	5,00 min
Tempo de descarga do microconcreto na gerica	0,25 min
Tempo de lançamento do microconcreto da gerica	0,50 min

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

A atividade se inicia com a carga manual do pedrisco, se deslocando até o misturador para a descarga, 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 73, obtém-se o seguinte tempo de ciclo:

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

A gerica é empregada no transporte do microconcreto fresco até o local de aplicação. A relação entre sua produção horária e a do misturador acarreta seu subdimensionamento, ao passo que, para o início de um novo ciclo de confecção, é necessário que todo microconcreto produzido seja descarregado. Nesse sentido, para determinar a quantidade necessária, relaciona-se o volume de microconcreto produzido em um ciclo com a capacidade da gerica, obtendo-se 2 unidades do equipamento.



A atividade inicia com a carga do microconcreto produzido no misturador, se deslocando até o local de lançamento, descarregando a mistura, com posterior retorno. O procedimento é realizado de forma sucessiva até a conclusão da jornada estabelecida.

Com base nos parâmetros constantes da tabela 73, obtém-se o seguinte tempo de ciclo da gerica:

- tempo de carga: 0,25 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: 0,50 min;
- tempo total de ciclo: $0,25 \text{ min} + 0,90 \text{ min} + 0,60 \text{ min} + 0,50 \text{ min} = 2,25 \text{ min}$.

Em virtude das particularidades das condições de contorno associadas à confecção do microconcreto em misturador, é descrito de forma detalhada o procedimento de cálculo do tempo de ciclo de operação do equipamento.

A tabela 74 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 74 - Consumo de materiais para confecção de um ciclo de microconcreto convencional em misturador

Argamassa pré-dosada (kg)	Argamassa pré-dosada (saco)	Pedrisco (m³)
362,25000	14,49000	0,07245

O tempo de descarga de cada carrinho de mão no misturador é de 0,17 min, mesmo valor considerado para cada saco de argamassa pré-dosada. No que tange à carga do material no tambor 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 do misturador:
 - tempo de carga da argamassa: $362,250 \text{ kg} / 25,00 \text{ kg} = 14,49 \text{ operações} \times 0,17 \text{ min} = 2,46 \text{ min}$;
 - tempo de carga do pedrisco: $1 \text{ operação de carrinhos de mão} \times 0,17 \text{ min} = 0,17 \text{ min}$.

Concluído o processo de mistura, o microconcreto é descarregado em gericas para o transporte até o ponto de aplicação. A capacidade nominal do equipamento é de 180,00 litros com restrição de carga de 350,00 kg. Adota-se o parâmetro restritivo em massa, resultando na necessidade de 2 gericas, conforme demonstrado em tópico anterior ($0,20000 \text{ m}^3 \times 2.466,75000 \text{ kg/m}^3 / 350,00 \text{ kg}$), cujo tempo de descarga corresponde a:

- tempo de descarga do misturador nas gericas: $2 \text{ gericas} \times 0,25 \text{ min} = 0,50 \text{ min}$.



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

- tempo total de ciclo do misturador: 2,46 min + 0,17 min + 0,50 min + 5,00 min = 8,13 min.

2.3.1 Confeção de microconcreto para reparos e grauteamento

O serviço consiste na confeção de microconcreto convencional ou autoadensável em misturador de argamassa.

2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- carga manual do pedrisco no carrinho de mão;
- transporte do pedrisco até o misturador por meio do carrinho de mão;
- carga manual do pedrisco no misturador;
- carga manual da argamassa pré-dosada e dosagem da água;
- homogeneização dos insumos por meio do misturador;
- descarga do microconcreto nas gericas;
- transporte do microconcreto por meio da gerica;
- lançamento manual do microconcreto.

2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

- misturador de argamassa: líder de equipe;
- transportador manual carrinho de mão;
- transportador manual gerica.

a) misturador de argamassa

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

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



onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
C_{ap} representa a capacidade do misturador, 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.

c) transportador manual gerica

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 da gerica, 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.

2.3.1.4 Mão de obra

São empregados para o desenvolvimento dos serviços os seguintes profissionais:

- 1 pedreiro para lançamento do microconcreto;
- 2 serventes para carga do carrinho de mão;
- 1 servente para operação do carrinho de mão;
- 2 serventes para operação das gericas.



2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) argamassa pré-dosada para grauteamento

Consiste em argamassa pré-dosada para grauteamento.

O consumo referencial foi estabelecido por meio de referencial técnico especializado, cujo valor adotado corresponde a 1.811,250 kg por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 5%.

b) argamassa pré-dosada autoadensável para grauteamento

Consiste em argamassa pré-dosada autoadensável para grauteamento.

O consumo referencial foi estabelecido por meio de referencial técnico especializado, cujo valor adotado corresponde a 1.653,750 kg por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 5%.

c) pedrisco

Consiste em agregado miúdo.

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

$$Q = \frac{D_o \times T_x}{\rho} \times (1 + k)$$

onde:

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

D_o representa a dosagem de argamassa pré-dosada, em quilogramas por metro cúbico;

T_x representa a taxa média de adição de pedrisco em massa;

ρ representa a massa específica do pedrisco, em quilogramas por metro cúbico;

k representa a perda de material.

A tabela 75 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 75 - Consumos de pedrisco em serviços de microconcreto

Tipo de mistura	Dosagem de argamassa (kg/m³)	Taxa de adição de pedrisco (%)	Massa específica do pedrisco (kg/m³)	Perda (%)	Consumo (m³/m³)
Microconcreto convencional	1.725,00	30,00	1.500,00	5,00	0,36225
Microconcreto autoadensável	1.575,00	20,00	1.500,00	5,00	0,22050



2.3.1.6 Operações de transporte

A tabela 76 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 76 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de microconcreto

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0083	Argamassa pré-dosada para grauteamento	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
M0084	Argamassa pré-dosada autoadensável para grauteamento	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
M1103	Pedrisco	1,50000 t/m³	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ (exclusa) e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
			5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada

2.3.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de microconcreto para reparos e grauteamento deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.4 Lançamento de concreto usinado

Para os concretos executados em centrais dosadoras, confeccionados em obra ou adquiridos comercialmente, o processo de aplicação e de lançamento é modelado por meio de composições de custos específicas, de forma a permitir a adequação do serviço às particularidades estabelecidas em projeto.



2.4.1 Lançamento livre de concreto

O serviço consiste no lançamento livre de concreto, produzido em centrais dosadoras com capacidades de 30 m³/h e 40 m³/h, por meio de caminhão betoneira.

2.4.1.1 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*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle*.

2.4.1.2 Metodologia executiva

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

- carga dos insumos no caminhão betoneira por meio da central dosadora;
- homogeneização dos insumos por meio de caminhão betoneira;
- lançamento do concreto por meio do caminhão betoneira;
- espalhamento e arremate manual do concreto.

2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produtividade do serviço está associada ao desempenho da central de concreto.

a) central de concreto

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.



2.4.1.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para realizar o arremate do concreto;
- 3 serventes para realizar o espalhamento do concreto.

2.4.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) concreto

Consiste na confecção de concreto em central dosadora.

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

O consumo referencial adotado é de 1,00 m³ por unidade de serviço executado.

2.4.1.6 Operações de transporte

A tabela 77 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 77 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento livre de concreto

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
1110000	Concreto	2,40000 t/m ³	5909007	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 30 m ³ /h e descarga livre
			5919538	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m ³ /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

2.4.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de lançamento livre de concreto deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente lançado.



2.4.2 Lançamento manual de concreto

O serviço consiste no lançamento manual de concreto produzido em centrais dosadoras com capacidades de 30 m³/h e 40 m³/h, por meio de gericas.

2.4.2.1 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*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle*.

2.4.2.2 Metodologia executiva

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

- carga dos insumos no caminhão betoneira por meio da central dosadora;
- homogeneização dos insumos por meio de caminhão betoneira;
- descarga do concreto em gericas por meio do caminhão betoneira;
- lançamento do concreto por meio de gericas;
- espalhamento e arremate manual do concreto.

2.4.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produtividade do serviço está associada ao desempenho da central de concreto. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- transportador manual gerica.

a) central de concreto

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.



b) transportador manual gerica

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 da gerica, 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.

2.4.2.4 Mão de obra

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

- em central dosadora com capacidade de 30 m³/h:
 - 1 pedreiro para realizar o arremate do concreto;
 - 3 serventes para realizar o espalhamento do concreto;
 - 8 serventes para operação das gericas.
- em central dosadora com capacidade de 40 m³/h:
 - 1 pedreiro para realizar o arremate do concreto;
 - 3 serventes para realizar o espalhamento do concreto;
 - 11 serventes para operação das gericas.

2.4.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) concreto

Consiste na confecção de concreto em central dosadora.

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

O consumo referencial adotado é de 1,00 m³ por unidade de serviço executado.

2.4.2.6 Operações de transporte

A tabela 78 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 78 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento manual de concreto

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
1110000	Concreto	2,40000 t/m ³	5909007	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 30 m ³ /h e descarga livre
			5919538	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m ³ /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

2.4.2.7 Critérios de medição

Os serviços de lançamento manual de concreto devem ser medidos em metros cúbicos, em função do volume efetivamente lançado.

2.4.3 Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável

O serviço consiste no lançamento de concreto produzido em centrais dosadoras com capacidades de 30 m³/h e 40 m³/h, por meio de bomba rebocável.

2.4.3.1 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;*
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos;*
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle.*

2.4.3.2 Metodologia executiva

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

- carga dos insumos no caminhão betoneira por meio da central dosadora;
- homogeneização dos insumos por meio de caminhão betoneira;
- lançamento do concreto por meio de bomba rebocável;
- espalhamento e arremate manual do concreto.



2.4.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A produtividade do serviço está associada ao desempenho da central de concreto. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- bomba de concreto rebocável.

a) central de concreto

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.

b) bomba de concreto rebocável

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 bomba rebocável, em metros cúbicos por hora;
 F_e representa o fator de eficiência.

2.4.3.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para realizar o arremate do concreto;
- 4 serventes para auxiliar na operação do mangote de lançamento da bomba;
- 3 serventes para realizar o espalhamento da mistura.

2.4.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) concreto

Consiste na confecção de concreto em central dosadora para lançamento mecânico.



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

O consumo referencial adotado é de 1,00 m³ por unidade de serviço executado.

2.4.3.6 Operações de transporte

A tabela 79 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 79 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
1110000	Concreto	2,40000 t/m ³	5909007	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 30 m ³ /h e descarga livre
			5919538	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m ³ /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

2.4.3.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente lançado.

2.4.4 Lançamento mecânico de concreto com bomba lança

O serviço consiste no lançamento de concreto produzido em central dosadora com capacidade de 40 m³/h, por meio de bomba lança montada sobre chassi de caminhão.

2.4.4.1 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;*



- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- ABNT NBR 7212/2021: *Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle*.

2.4.4.2 Metodologia executiva

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

- carga dos insumos no caminhão betoneira por meio da central dosadora;
- homogeneização dos insumos por meio de caminhão betoneira;
- lançamento do concreto por meio de bomba lança;
- espalhamento e arremate manual do concreto.

2.4.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A produtividade do serviço está associada ao desempenho da central de concreto. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- bomba de concreto com lança sobre chassi.

a) central de concreto

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.

b) bomba para concreto com lança sobre chassi

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 bomba lança, em metros cúbicos por hora;
 F_e representa o fator de eficiência.



2.4.4.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para realizar o arremate do concreto;
- 3 serventes para realizar o espalhamento da mistura;
- 1 servente para auxiliar na operação do mangote de lançamento da bomba.

2.4.4.5 Materiais e atividades auxiliares

a) concreto

Consiste na confecção de concreto em central dosadora para lançamento mecânico.

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

O consumo referencial adotado é de 1,00 m³ por unidade de serviço executado.

2.4.4.6 Operações de transporte

A tabela 80 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 80 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento mecânico de concreto com bomba lança

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
1110000	Concreto	2,40000 t/m ³	5919538	Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m ³ /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

2.4.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de lançamento mecânico de concreto com bomba lança deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente lançado.



2.5 Adensamento de concreto

2.5.1 Adensamento de concreto por vibrador de imersão

O serviço consiste no adensamento de concreto por meio de vibrador de imersão.

Destaca-se que, o adensamento não é usualmente empregado na confecção de elementos não estruturais, bem como em dispositivos produzidos em fôrmas vibratórias, extrusoras e em concreto autoadensável.

2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*;
- DNIT ES 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*.

2.5.1.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento manual da agulha do vibrador no concreto;
- adensamento do concreto por meio do vibrador de imersão.

2.5.1.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- vibrador de imersão para concreto.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 9,00 m³/h.

a) vibrador de imersão para concreto

É empregada uma unidade do vibrador de imersão para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.5.1.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 servente para operar o vibrador de imersão.



2.5.1.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

2.5.1.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

2.5.1.7 *Critérios de medição*

A medição do serviço de adensamento de concreto deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente adensado.

2.6 **Confecção de argamassa em betoneira**

A modelagem referencial se baseia na metodologia e parâmetros apresentados na seção 2.1 do presente Caderno Técnico.

2.6.1 Confecção de argamassa de cimento e areia

O serviço consiste na confecção de argamassa de cimento e areia com o lançamento por meio de gericas.

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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção.*

2.6.1.2 *Metodologia executiva*

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

- carga manual da areia em carrinho de mão;
- transporte da areia até a betoneira por meio de carrinho de mão;
- carga manual da areia na betoneira;
- carga manual do cimento na betoneira e dosagem da água;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga da argamassa nas gericas;
- transporte da argamassa por meio de gericas;
- lançamento manual da argamassa.



2.6.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

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

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.

c) transportador manual gerica

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 da gerica, 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.

2.6.1.4 Mão de obra

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

- em traços da argamassa de 1:1:
 - 1 pedreiro para lançamento da argamassa;
 - 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
 - 2 serventes para operar os carrinhos de mão;
 - 3 serventes para operar as gericas.
- em traços da argamassa de 1:2 e 1:3:
 - 1 pedreiro para lançamento da argamassa;
 - 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
 - 3 serventes para operar os carrinhos de mão;
 - 3 serventes para operar as gericas.
- em traços da argamassa de 1:4 e 1:8:
 - 1 pedreiro para lançamento da argamassa;
 - 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
 - 4 serventes para operar os carrinhos de mão;
 - 3 serventes para operar as gericas.

2.6.1.5 Materiais e atividades auxiliares

A argamassa de cimento e areia utiliza os seguintes insumos em sua confecção:

- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- aditivo aglutinante: consiste em aditivo da argamassa com finalidade de aumentar a coesão e lubrificação, exclusivamente para o traço de cimento e areia 1:8.

a) argamassa de cimento e areia 1:1

A tabela 81 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



Tabela 81 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:1

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	0,72461	1,50000	0,48307
Cimento Portland	kg	0,97075	1,40000	970,75472

b) argamassa de cimento e areia 1:2

A tabela 82 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 82 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:2

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,25588	1,50000	0,83725
Cimento Portland	kg	0,62238	1,40000	622,37903

c) argamassa de cimento e areia 1:3

A tabela 83 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 83 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:3

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,50653	1,50000	1,00435
Cimento Portland	kg	0,45801	1,40000	458,01187

d) argamassa de cimento e areia 1:4

A tabela 84 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 84 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia 1:4

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,65246	1,50000	1,10164
Cimento Portland	kg	0,36232	1,40000	362,32394

e) argamassa de cimento e areia com aditivo aglutinante 1:8

A tabela 85 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



Tabela 85 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia com aditivo aglutinante 1:8

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,90400	1,50000	1,26933
Cimento Portland	kg	0,19738	1,40000	197,37852
Aditivo aglutinante	l	0,00039	-	0,39476

2.6.1.6 Operações de transporte

A tabela 86 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 86 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa de cimento e areia em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
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
Areia extraída	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ 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 aglutinante 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
Aditivo aglutinante e cimento Portland CP II - 32 - saco	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

A tabela 87 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



Tabela 87 - Conversão para transporte - confecção de argamassa de cimento e areia em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0026	Aditivo aglutinante para argamassa	0,00100 t/l
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³

2.6.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de argamassa de cimento e areia deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.6.2 Confecção de argamassa de cimento e areia com microssílica

O serviço consiste na confecção de argamassa de cimento e areia com microssílica em betoneira e lançamento por meio de gericas.

2.6.2.1 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;*
- ABNT NBR 13956/2012: *Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta.*

2.6.2.2 Metodologia executiva

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

- carga manual da areia em carrinho de mão;
- transporte da areia até a betoneira por meio de carrinho de mão;
- carga manual da areia na betoneira;
- carga manual do cimento na betoneira;
- carga manual da microssílica e aditivo superplastificante na betoneira e dosagem da água;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga da argamassa nas gericas;
- transporte da argamassa por meio de gericas;
- lançamento manual da argamassa.



2.6.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

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

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.

c) transportador manual gerica

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 da gerica, 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.

2.6.2.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para o lançamento da argamassa;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das gericas.

2.6.2.5 Materiais e atividades auxiliares

A argamassa de cimento e areia com microssílica utiliza os seguintes insumos em sua confecção:

- areia fina: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- microssílica: consiste em insumo pozolânico adicionado à mistura a fim de aprimorar propriedades mecânicas e durabilidade do concreto;
- aditivo superplastificante: consiste em aditivo para concreto com finalidade de aumentar a trabalhabilidade da argamassa.

A tabela 88 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 88 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento e areia com microssílica

Material	Unidade	Porcentagem em massa (%)	Massa (t/m^3)	Massa específica (t/m^3)	Consumo (un/m^3)
Areia fina lavada	m^3	-	1,45377	1,50000	0,96918
Cimento Portland	kg	-	0,45612	1,40000	456,11702
Aditivo superplastificante	kg	0,200	0,00099	-	0,98521
Microssílica	kg	8,000	0,03649	-	36,48936

2.6.2.6 Operações de transporte

A tabela 89 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



Tabela 89 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa de cimento e areia com microssílica em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
Areia fina 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
Areia extraída	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ 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 superplastificante, sílica ativa (microssílica) 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 90 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 90 - Conversão para transporte - confecção de argamassa de cimento e areia com microssílica em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0010	Aditivo superplastificante para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M1383	Areia fina lavada	1,50000 t/m³
M0029	Sílica ativa para concreto e argamassa (microssílica)	0,00100 t/kg
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³

2.6.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de argamassa de cimento e areia com microssílica deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.6.3 Confecção de argamassa de cimento, cal hidratada e areia

O serviço consiste na confecção de argamassa de cimento, cal hidratada e areia em betoneira e lançamento por meio de gericas.



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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção.*

2.6.3.2 Metodologia executiva

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

- carga manual da areia em carrinho de mão;
- transporte da areia até a betoneira por meio de carrinho de mão;
- carga manual da areia na betoneira;
- carga manual do cimento na betoneira;
- carga manual da cal hidratada na betoneira e dosagem da água;
- homogeneização dos insumos por meio da betoneira;
- descarga da argamassa nas gericas;
- transporte da argamassa por meio de gericas;
- lançamento manual da argamassa.

2.6.3.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

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

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.

c) transportador manual gerica

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 da gerica, 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.

2.6.3.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para o lançamento da argamassa;
- 2 serventes para carga dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação dos carrinhos de mão;
- 3 serventes para operação das gericas.

2.6.3.5 Materiais e atividades auxiliares

A argamassa de cimento e areia utiliza os seguintes insumos em sua confecção:

- areia média: consiste em agregado miúdo;
- cimento Portland: consiste em insumo aglomerante;
- cal hidratada: consiste em insumo aglomerante com finalidade de melhorar a plasticidade e trabalhabilidade da argamassa.



a) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:0,5:3,5

A tabela 91 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 91 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:0,5:3,5

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,23105	1,50000	0,82070
Cal hidratada	kg	0,06240	1,40000	62,40095
Cimento Portland	kg	0,34945	1,40000	349,44532

b) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:0,5:8

A tabela 92 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 92 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:0,5:8

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,55909	1,50000	1,03939
Cal hidratada	kg	0,03134	1,40000	31,33705
Cimento Portland	kg	0,17549	1,40000	175,48747

c) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:1:6

A tabela 93 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 93 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:1:6

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,41422	1,50000	0,94281
Cal hidratada	kg	0,07825	1,40000	78,25439
Cimento Portland	kg	0,21911	1,40000	219,11229

d) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:6

A tabela 94 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 94 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:6**

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,32051	1,50000	0,88034
Cal hidratada	kg	0,14831	1,40000	148,30508
Cimento Portland	kg	0,20763	1,40000	207,62712

e) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:7

A tabela 95 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 95 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:7

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,38642	1,50000	0,92428
Cal hidratada	kg	0,13114	1,40000	131,14072
Cimento Portland	kg	0,18360	1,40000	183,59700

f) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:8

A tabela 96 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 96 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:8

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,43865	1,50000	0,95910
Cal hidratada	kg	0,11754	1,40000	117,53731
Cimento Portland	kg	0,16455	1,40000	164,55224

g) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:9

A tabela 97 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 97 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:9

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,48107	1,50000	0,98738
Cal hidratada	kg	0,10649	1,40000	106,49087
Cimento Portland	kg	0,14909	1,40000	149,08722



h) argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:10

A tabela 98 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 98 - Consumos dos insumos em serviço de argamassa de cimento, cal hidratada e areia 1:2:10

Material	Unidade	Massa (t/m³)	Massa específica (t/m³)	Consumo (un/m³)
Areia média lavada	m³	1,51620	1,50000	1,01080
Cal hidratada	kg	0,09734	1,40000	97,34240
Cimento Portland	kg	0,13628	1,40000	136,27936

2.6.3.6 Operações de transporte

A tabela 99 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 99 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa com cal hidratada em betoneira

Descrição	Código SICRO	Descrição
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
Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	5915407	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ 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
Cimento Portland CP II - 32 - saco e Cal hidratada - 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
Cimento Portland CP II - 32 - saco e Cal hidratada - saco	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada



A tabela 100 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 100 - Conversão para transporte - confecção de argamassa com cal hidratada em betoneira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
M0345	Cal hidratada - saco	0,00100 t/kg
4816020	Areia extraída com draga de sucção tipo bomba	1,50000 t/m³

2.6.3.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de argamassa de cimento, cal hidratada e areia deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.7 Confecção de argamassa em misturador

As condições de contorno adotadas como referência para confecção de argamassa pré-dosada em misturador estabelecem que o misturador se encontra armazenado no mesmo plano horizontal do ponto de aplicação da mistura. Os sacos do material estão posicionados ao lado do equipamento.

A tabela 101 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 101 - Parâmetros referenciais da produção horária dos equipamentos de confecção de argamassa pré-dosada

Parâmetro referencial	Valor adotado
Capacidade de rendimento final da mistura	0,20 m³
Capacidade gerica	180 l ou 350 kg
Distância percorrida pela gerica	15,00 m
Velocidade de ida da gerica carregada	16,67 m/min
Velocidade de retorno da gerica vazia	25,00 m/min
Tempo de carga da argamassa pré-dosada no misturador (por saco)	0,17 min
Tempo de mistura	5,00 min
Tempo de descarga da argamassa na gerica	0,25 min
Tempo de lançamento da argamassa da gerica	0,50 min

A gerica é empregada no transporte da argamassa fresca até o local de aplicação. A relação entre sua produção horária e a do misturador acarreta seu subdimensionamento, ao passo que, para o início de um novo ciclo de confecção, é necessário que toda a mistura produzida seja descarregada. Nesse sentido, para determinar a quantidade necessária, relaciona-se o volume da argamassa produzida em um ciclo com a capacidade da gerica, obtendo-se 2 unidades do equipamento.



A atividade inicia com a carga da argamassa produzida no misturador, se deslocando até o local de lançamento, descarregando a mistura, com posterior retorno. O procedimento é realizado de forma sucessiva até a conclusão da jornada estabelecida.

Com base nos parâmetros constantes da tabela 101, obtém-se o seguinte tempo de ciclo para gerica:

- tempo de carga: 0,25 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: 0,50 min;
- tempo total de ciclo: $0,25 \text{ min} + 0,90 \text{ min} + 0,60 \text{ min} + 0,50 \text{ min} = 2,25 \text{ min}$.

Em virtude das particularidades das condições de contorno associadas à confecção de argamassa pré-dosada em misturador, é descrito de forma detalhada o procedimento de cálculo do tempo de ciclo de operação do equipamento.

A tabela 102 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 102 - Consumo de materiais para confecção de um ciclo de argamassa pré-dosada convencional em misturador

Argamassa pré-dosada (kg)	Argamassa pré-dosada (saco)
414,75000	16,59000

O tempo de descarga de cada saco de argamassa pré-dosada no misturador é de 0,17 min. No que tange à carga do material no tambor 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 do misturador: $414,750 \text{ kg} / 25,00 \text{ kg} = 16,59 \text{ operações}$
x 0,17 min = 2,82 min.

Concluído o processo de mistura, a argamassa é descarregada em gericas para o transporte até o ponto de aplicação. A capacidade nominal do equipamento é de 180,00 litros com restrição de carga de 350,00 kg. Adota-se o parâmetro restritivo em massa, resultando na necessidade de 2 gericas, conforme demonstrado em tópico anterior ($0,20000 \text{ m}^3 \times 2.212,00 \text{ kg/m}^3 / 350,00 \text{ kg}$) cujo tempo de descarga corresponde a:

- tempo de descarga do misturador nas gericas: $2 \text{ gericas} \times 0,25 \text{ min} = 0,50 \text{ min}$.

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

- tempo total de ciclo do misturador: $2,82 \text{ min} + 0,50 \text{ min} + 5,00 \text{ min} = 8,32 \text{ min}$.



2.7.1 Confeção de argamassa para reparos e grauteamento

O serviço consiste na confeção de argamassa convencional e autoadensável para reparos e grauteamento em misturador, com lançamento por meio de gericas.

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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção.*

2.7.1.2 Metodologia executiva

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

- carga manual da argamassa pré-dosada no misturador;
- dosagem da água no misturador;
- homogeneização dos insumos por meio do misturador;
- descarga da argamassa nas gericas;
- transporte da argamassa por meio da gericas;
- lançamento manual da argamassa.

2.7.1.3 Produção horária e equipe mecânica

As atividades são exercidas pelos seguintes equipamentos:

- misturador de argamassa: líder de equipe;
- transportador manual gericas.

a) misturador de argamassa

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

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

onde:

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



b) transportador manual gerica

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 da gerica, 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.

2.7.1.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para o lançamento da argamassa;
- 2 serventes para operação das gericas.

2.7.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) argamassa pré-dosada para grauteamento

Consiste em argamassa pré-dosada para grauteamento.

O consumo referencial foi estabelecido por meio de referencial técnico especializado, cujo valor adotado corresponde a 2.073,750 kg por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 5%.

b) argamassa pré-dosada autoadensável para grauteamento

Consiste em argamassa pré-dosada autoadensável para grauteamento.

O consumo referencial foi estabelecido por meio de referencial técnico especializado, cujo valor adotado corresponde a 1.968,750 kg por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 5%.

2.7.1.6 Operações de transporte

A tabela 103 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 103 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa para reparos e grauteamento

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0084	Argamassa pré-dosada autoadensável para grauteamento	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
M0083	Argamassa pré-dosada para grauteamento	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

2.7.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de argamassa para reparos e grauteamento deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente aplicado.

2.7.2 Confecção de argamassa polimérica para reparos e reforços estruturais

Consiste na confecção de argamassa polimérica para reparos e reforços estruturais em misturador, com lançamento projetado.

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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção.*

2.7.2.2 Metodologia executiva

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

- carga manual da argamassa pré-dosada no misturador;



- dosagem da água no misturador;
- homogeneização dos insumos por meio do misturador;
- descarga da argamassa na bomba projetora;
- lançamento da argamassa por meio da bomba projetora.

2.7.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- misturador de argamassa: líder de equipe;
- bomba projetora de argamassa;
- grupo gerador.

a) misturador de argamassa

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
 C_{ap} representa a capacidade do misturador, em metros cúbicos;
 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) bomba projetora de argamassa com grupo gerador

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;
 C_{ap} representa a capacidade da bomba projetora, em metros cúbicos por hora;
 F_{cv} representa o fator de conversão;
 F_e representa o fator de eficiência.

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



2.7.2.4 Mão de obra

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

- 1 pedreiro para auxiliar o lançamento da argamassa;
- 1 servente para carregar os insumos no misturador e na bomba projetora.

2.7.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) argamassa polimérica monocomponente para reparos estruturais

Consiste em argamassa polimérica monocomponente pré-dosada para reparos e reforços estruturais.

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

$$Q = \frac{D_o \times (1 + k)}{(1 - F_{pr})}$$

onde:

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

D_o representa a dosagem de argamassa pré-dosada, em quilogramas por metro cúbico;

k representa a perda na confecção da mistura;

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

A tabela 104 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 104 - Consumos de argamassa polimérica em serviços de argamassa projetada

Dosagem de argamassa (kg/m³)	Perda na confecção da mistura (%)	Fator de perda por projeção (%)	Consumo (kg/m³)
1.525,00	5,00	25,00	2.134,99466

2.7.2.6 Operações de transporte

A tabela 105 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 105 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de argamassa polimérica para reparos e reforços estruturais

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1379	Argamassa polimérica monocomponente para reparos estruturais	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

2.7.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de confecção de argamassa polimérica para reparos e reforços estruturais deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente consolidado.



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

A tabela 106 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de concreto, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 106 - Relação das composições de custos por subgrupo - concreto

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Confeção de concreto convencional em betoneira	1107888, 1107889, 1107892, 1107891, 1107896, 1107895, 1107900, 1107899, 1107904, 1107903, 1107908 e 1107907
2.1.2 Confeção de concreto autoadensável em betoneira	1106059 e 1106060
2.1.3 Confeção de concreto modificado com polímero	1108061 e 1108064
2.1.4 Confeção de concreto poroso	1103853 e 1103852
2.1.5 Confeção de concreto para mourões pré-moldados	1116127 e 1116126
2.1.6 Confeção de concreto magro	1106057 e 1106058
2.1.7 Confeção de concreto ciclópico	1106164 e 1106165
2.2.1 Confeção de concreto convencional em central dosadora	1107928, 1107929, 1106109, 1106117, 1119528, 1106135, 1106136, 1106137, 1107890, 1106138, 1106139 e 1106140
2.2.2 Confeção de concreto autoadensável em central dosadora	1100658, 1106159, 1107902, 1107906, 1107910, 1107911 e 1107912
2.2.3 Confeção de concreto submerso	1106284, 1108116, 1108118, 1106158 e 1108120
2.2.4 Confeção de concreto com microssilica	1106156, 1107932, 1108111, 1108112, 1108113 e 1108114
2.2.5 Confeção de concreto para bombeamento	1106380, 1106378, 1116263, 1116267, 1106280, 1106289, 1116264, 1116268, 1106281, 1106382, 1116265, 1116269, 1106282, 1106384, 1116266 e 1116270
2.2.6 Confeção de concreto para pavimento rígido	1107871, 1107870, 1107868 e 1107869
2.3.1 Confeção de microconcreto para reparos e grauteamento	1108056 e 1108059
2.4.1 Lançamento livre de concreto	1106050 e 1106051
2.4.2 Lançamento manual de concreto	1106061 e 1106087
2.4.3 Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável	1106088 e 1106128
2.4.4 Lançamento mecânico de concreto com bomba lança	1107860
2.5.1 Adensamento de concreto por vibrador de imersão	1100657
2.6.1 Confeção de argamassa de cimento e areia	1109665, 1109664, 1109667, 1109666, 1109669, 1109668, 1109671, 1109670, 1109672 e 1109624
2.6.2 Confeção de argamassa de cimento e areia com microssilica	1108060 e 1109626
2.6.3 Confeção de argamassa de cimento, cal hidratada e areia	1109622, 1109623, 1109697, 1109698, 1109678, 1109694, 1109673, 1109690, 1109674, 1109691, 1109675, 1109692, 1109676, 1109693, 1109679 e 1109625



Tabela 106 - Relação das composições de custos por subgrupo - concreto (2/2)

Subgrupo	Código SICRO
2.7.1 Confeção de argamassa para reparos e grauteamento	1108055 e 1109680
2.7.2 Confeção de argamassa polimérica para reparos e reforços estruturais	1107748