

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 1.0
Mês de referência: julho de 2023

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS FATOR DE INTERFERÊNCIA DE TRÁFEGO – FIT

APRESENTAÇÃO

O Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO instituído pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT apresenta diretrizes para a formação de preços referenciais de obras e serviços públicos de infraestrutura de transportes.

Em suma, o sistema aborda os custos diretos por meio de composições de custos unitários – CCU e de fatores, como o Fator de Influência de Chuvas – FIC e o Fator de Interferência de Tráfego – FIT. Para os custos indiretos, são disponibilizadas metodologias específicas para os custos do canteiro de obras, da administração local e de mobilização e desmobilização. O preço de venda, por sua vez, é definido pela aplicação das taxas referenciais de Benefícios e Despesas Indiretas – BDI.

Atualmente, os conteúdos referentes ao SICRO estão dispostos nas seguintes publicações:

- manuais de custos;
- memoriais de cálculo - cadernos técnicos e planilhas de equipes mecânicas;
- aplicação de metodologias.

Os manuais de custos trazem as metodologias empregadas no desenvolvimento dos custos referenciais do SICRO, assim como seus elementos teóricos e diretivos para orçamentação de obras de infraestrutura de transportes.

Os cadernos técnicos apresentam as metodologias executivas das atividades e as respectivas condições de contorno adotadas nos cálculos dos consumos dos materiais e da produção horária dos serviços, suas respectivas memórias e as planilhas de equipes mecânicas.

A aplicação de metodologias, por sua vez, é um guia prático para elaboração de orçamentos baseados no SICRO, estabelecendo diretrizes básicas para tomada de decisão e exemplos práticos fictícios que ilustram o emprego das diferentes ferramentas que integram o sistema.

Em consonância com o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - 2ª edição, a série de aplicação de metodologias está organizada nos seguintes temas:

- Mão de Obra;
- Preços Referenciais;
- Fator de Influência das Chuvas – FIC;
- Fator de Interferência de Tráfego – FIT;
- Canteiro de Obras;
- Administração Local;
- Mobilização e Desmobilização.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços - conservação rodoviária	2
Tabela 2 - Lista dos insumos presentes na parcela de momento de transportes.....	7
Tabela 3 - Quadro de DMTs dos insumos.....	10
Tabela 4 - Valores de VMD obtidos pelo estudo de tráfego	11
Tabela 5 - Valores de VMD por faixa e de DMTp nos trechos de transporte dos insumos.....	12
Tabela 6 - Composições de custos com atraso A_1	14
Tabela 7 - Atraso A_1	15
Tabela 8 - Composições de custos com atraso A_2	16
Tabela 9 - Atraso A_2	17
Tabela 10 - Composições de custos com atraso A_3	17
Tabela 11 - Atraso A_3	18
Tabela 12 - Tabela de DMT com FIT	20
Tabela 13 - Lista de serviços adotada para uso do FIT	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de situação da obra e seus pontos de acesso	5
Figura 2 - Diagrama linear de ocorrências	6
Figura 3 - Composição de custos - Código SICRO: 4011276	22
Figura 4 - Composição de custos - Código SICRO: 6416040	23

MINUTA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	2
2.1	Conservação rodoviária.....	2
2.1.1	Levantamento de dados	7
2.1.1.1	<i>Distância Média de Transporte – DMT</i>	<i>10</i>
2.1.1.2	<i>Volume Médio Diário – VMD por faixa.....</i>	<i>11</i>
2.1.1.3	<i>Operações de sinalização de obra</i>	<i>13</i>
2.1.2	Cálculo dos atrasos	13
2.1.2.1	<i>Atraso devido ao aumento do Volume Médio Diário – VMD por faixa</i>	<i>13</i>
2.1.2.2	<i>Atraso devido à operação de “PARE” e “SIGA”</i>	<i>15</i>
2.1.2.3	<i>Atraso devido ao tráfego em vias urbanas</i>	<i>17</i>
2.1.3	Cálculo do Fator de Interferência de Tráfego – FIT.....	19
2.1.4	Aplicação do Fator de Interferência de Tráfego – FIT	21

1 INTRODUÇÃO

Neste volume, exemplifica-se a aplicação do Fator de Interferência de Tráfego – FIT no âmbito da orçamentação de obras de infraestrutura de transportes, com o intuito de orientar a utilização da metodologia detalhada no *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*.

Em detalhes, o documento apresenta os quantitativos de serviços aplicáveis à obra, dados de projeto, detalhamento dos custos relativos aos possíveis atrasos, entre outras informações relevantes. A estrutura das composições de custos unitárias e seus respectivos custos são baseados no mês-base de julho de 2023.

Cabe ressaltar, por fim, que o exemplo abordado neste documento se refere a obra fictícia, idealizada para proporcionar melhor compreensão aos usuários do SICRO.

O seguinte documento foi utilizado como referência para a elaboração desta aplicação de metodologia:

- Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição.

2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

O exemplo utilizado para compor este volume é uma obra de conservação rodoviária e viabiliza a aplicação da metodologia do Fator de Interferência do Tráfego – FIT.

2.1 Conservação rodoviária

O projeto utilizado como exemplo possui as seguintes características:

- natureza da obra: conservação rodoviária;
- extensão do segmento: 70,4 km de rodovia rural pavimentada de pista simples;
- número de faixas: 2;
- trecho de obra: BR-YYY km 7,60 ao km 78,00;
- prazo contratual: 24 meses;
- unidade de federação: São Paulo;
- mês-base: julho 2023.

As demais informações necessárias para o cálculo dos custos de referência do FIT devem ser extraídas da planilha de serviços apresentada na tabela 1, do mapa de situação e do diagrama linear de ocorrências, representados nas figuras 1 e 2.

Com base nas informações apresentadas, procede-se com as seguintes etapas:

- levantamento de dados;
- cálculo dos atrasos;
- cálculo do FIT;
- aplicação do FIT no orçamento.

Tabela 1 - Serviços - conservação rodoviária

Código SICRO	Descrição	Unidade	Quantidade
1. Conservação da faixa de domínio e limpeza de drenagem e OAC			
1.1. Serviços relativos a dispositivos de drenagem			
4915708	Limpeza de sarjeta e meio-fio	m	356.820,00
4915709	Limpeza de valeta de corte	m	14.682,00
4915710	Limpeza de vala de drenagem	m	1.260,00
4915711	Limpeza de descida d'água	m	2.246,00
4915712	Limpeza de bueiro	m³	5.137,20
4915713	Desobstrução de bueiro	m³	5.137,20
4915724	Caiação mecanizada com fixador de cal	m²	59.336,00
1.2. Serviços relativos ao controle da vegetação			
4915776	Roçada com roçadeira costal	ha	546,46
4915743	Corte e limpeza de áreas gramadas	m²	119.864,00
4915744	Capina manual	m²	71.364,00
5915324	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm	3,70

Tabela 1 - Serviços - conservação rodoviária (2/4)

Código SICRO	Descrição	Unidade	Quantidade
1.3. Serviços relativos à limpeza da faixa de domínio			
4915785	Remoção de animais de grande porte mortos em rodovia - carga e descarga com guindauto	t	29,79
4915786	Remoção de animais de pequeno porte mortos em rodovia - carga manual	t	5,96
4915698	Remoção de grãos, agregados e solos derramados na pista em rodovias	t	372,40
4915699	Remoção de vidros, caixas e engradados derramados na pista em rodovia	t	59,96
4915760	Remoção de vestígios de óleo ou graxa na superfície do revestimento do pavimento	m²	260,68
4915794	Remoção de sucatas derramadas em rodovia - cinta com utilização de 100 vezes	t	18,62
4915795	Remoção de emborrachados de pneus em rodovia	t	11,17
4915799	Remoção de espécimes arbóreos de até 20 m tombados na pista	t	186,20
5914614	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm	1.173,06
5915321	Transporte com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada	tkm	1.862,00
5915324	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm	385,43
2. Serviços relativos à manutenção de buracos e defeitos na pista			
4915631	Remendo profundo com imprimação com emulsão asfáltica - demolição mecânica e corte com serra	m³	1.136,13
4915623	Solo brita para base de remendo profundo - brita comercial	m³	908,90
4915757	Tapa buraco com pintura de ligação - demolição com serra corta piso	m³	2.859,20
3. Serviços auxiliares			
4915801	Mistura betuminosa	t	87.234,54
4011353	Pintura de ligação	m²	876.580,00
4. Conservação corretiva rotineira			
0407819	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.210,06
1107892	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m³	660,83
3103302	Fôrmas de tábuas de pinho para dispositivos de drenagem - utilização de 3 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	856,44
4805750	Escavação manual em material de 1ª categoria na profundidade de até 1 m	m³	3.724,00
3815706	Recomposição de guarda-corpo com agregados comerciais - instalação	m	158,00
4915718	Limpeza de placa de sinalização	m²	2.288,00
4915719	Recomposição de placa de sinalização	m²	686,40
4915733	Recomposição manual de aterro com material de jazida	m³	1.303,40
4915766	Poda de árvores com 7,5 m a 10 m de altura	m	11.735,15
4915728	Recomposição total de cerca com mourão de concreto seção triangular - areia e brita comerciais	m³	372,40
4915729	Recomposição parcial de cerca com mourão de concreto seção triangular - mourão - areia e brita comerciais	m	186,20
1505860	Enrocamento de pedra jogada - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m³	20,00
1505879	Enrocamento de pedra arrumada manualmente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m³	20,00

Tabela 1 - Serviços - conservação rodoviária (3/4)

Código SICRO	Descrição	Unidade	Quantidade
2003822	Tubo de concreto PA1 comercial para drenagem - D = 0,60 m - fornecimento e instalação	m	20,00
2003826	Tubo de concreto PA1 comercial para drenagem - D = 0,80 m - fornecimento e instalação	m	144,00
2003830	Tubo de concreto PA1 comercial para drenagem - D = 1,00 m - fornecimento e instalação	m	16,00
3713604	Defensa semimaleável simples - fornecimento e implantação	m	72,00
3713605	Ancoragem de defesa semimaleável simples - fornecimento e implantação	m	37,24
3713705	Remoção de defesa metálica	m	40,00
5213571	Placa em aço - película I + III - fornecimento e implantação	m ²	37,24
5216111	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação	und	40,00
5. Conservação preventiva periódica			
4915672	Limpeza de ponte	m	5.160,00
4915703	Correção de defeitos com mistura betuminosa	m ³	372,40
4915705	Correção de defeitos por fresagem descontínua do revestimento asfáltico - espessura de 5 cm	m ³	372,40
4915656	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 4 cm	m ³	20.275,60
4011464	Concreto asfáltico - faixa C - massa comercial	t	61.635,12
4011459	Concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais	t	17.298,24
4011410	Microrrevestimento a frio com emulsão modificada com polímero de 1,5 cm - faixa III - brita comercial	m ²	2.800,00
6. Conservação de emergência			
4915734	Recomposição mecanizada de aterro com material de jazida	m ³	11.172,00
4915735	Remoção manual de barreira em solo	m ³	3.724,00
4915737	Remoção mecanizada de barreira em solo	m ³	11.172,00
4915738	Remoção mecanizada de barreira em rocha	m ³	931,00
7. Sinalização horizontal			
5214001	Pintura de faixa com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,3 mm	m ²	21.471,00
5213403	Pintura de faixa com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm	m ²	51.826,50
5213407	Pintura de setas e zebreados com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm	m ²	2.379,85
5213359	Tacha refletiva em plástico injetado - monodirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação	und	15.894,00
5213360	Tacha refletiva em plástico injetado - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação	und	7.946,00
8. Sinalização de obra temporária			
5212558	Placa de regulamentação para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel, R1 lado 0,414 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und.dia	438,00

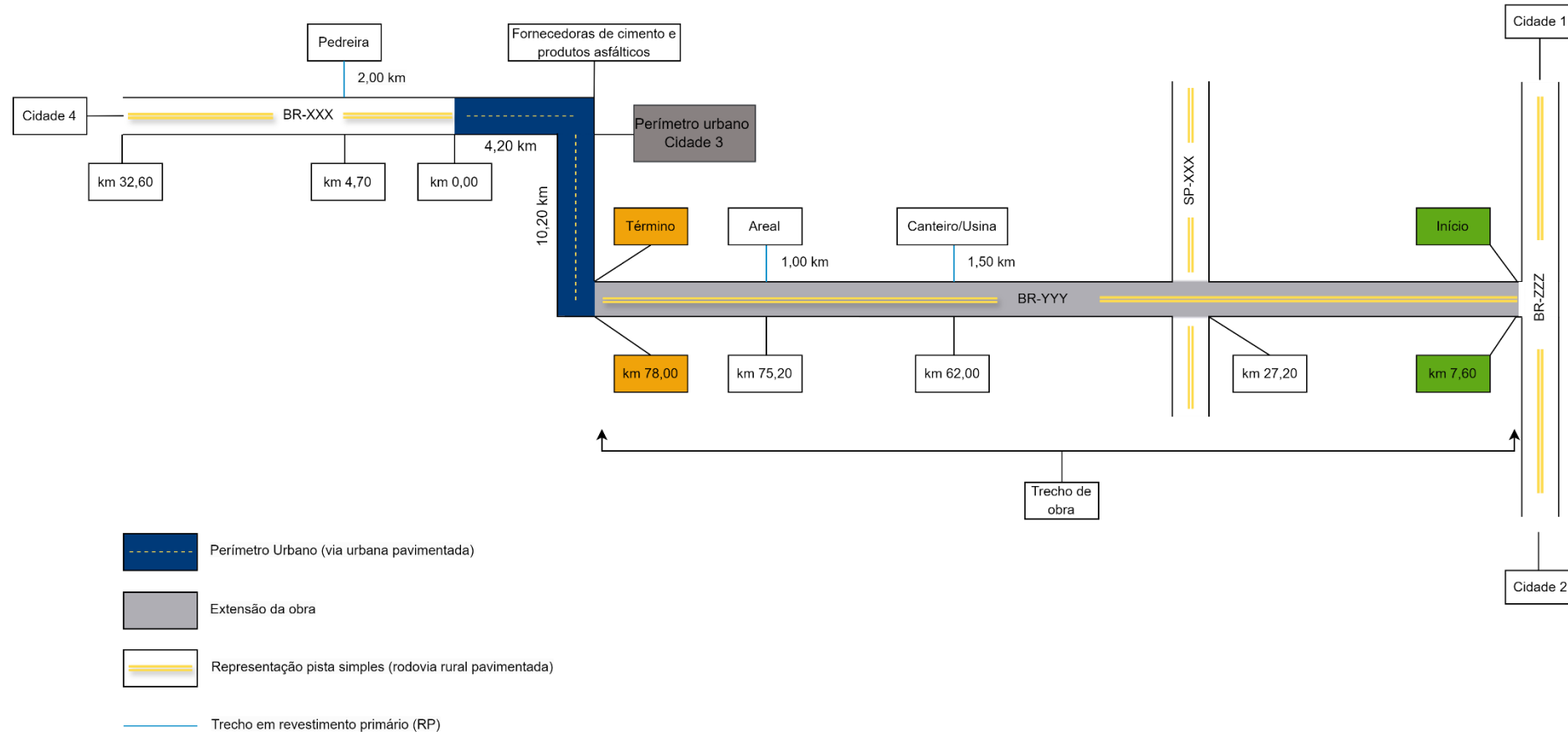
Tabela 1 - Serviços - conservação rodoviária (4/4)

Código SICRO	Descrição	Unidade	Quantidade
5212557	Placa de regulamentação para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel - D = 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und.dia	1.026,00
5212560	Placa de advertência para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel, lado 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und.dia	732,00
5212556	Placa para sinalização de obras montada em cavalete metálico - 1,00 x 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und.dia	196,00
5213835	Cone plástico para canalização de trânsito - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und.dia	15.426,00
5213838	Cilindro canalizador de tráfego com base quadrada de 111 x 56 x 56 cm - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und.dia	1.570,00
5213383	Cavalete em polietileno zebado com faixa refletiva - H = 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und.dia	620,00
5213850	Operação de sinalização por bandeira de tecido ou com placa metálica	h	3.000,00
9. Demais serviços de manutenção			
4915598	Reconformação da plataforma	m ²	102.800,00
4011212	Varredura da superfície para execução de revestimento asfáltico	m ²	245.990,00
4011353	Pintura de ligação	m ²	131.600,00
4011464	Concreto asfáltico - faixa C - massa comercial	t	4.737,60
4011459	Concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais	t	6.316,80
4915801	Mistura betuminosa	t	11.054,40
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m ³	1.721,93
4915669	Remoção mecanizada de camada granular do pavimento	m ³	7.379,70
4011209	Regularização do subleito	m ²	24.599,00
4011276	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial	m ³	7.379,70
4011352	Imprimação com emulsão asfáltica	m ²	24.599,00

Figura 1 - Mapa de situação da obra e seus pontos de acesso


Fonte: FGV IBRE

Figura 2 - Diagrama linear de ocorrências



Fonte: FGV IBRE

2.1.1 Levantamento de dados

No cálculo do Fator de Interferência do Tráfego – FIT, diversos dados do projeto são consultados, como: quadros de insumos, tabelas de Distâncias Médias de Transporte – DMT, diagrama linear de ocorrências, mapa de situação, Volume Médio Diário – VMD, detalhes do projeto de sinalização, entre outros.

Ademais, é necessária a análise dos serviços previstos para a obra, com o objetivo de identificar os insumos sobre os quais o FIT será aplicado. Deve-se considerar que esse fator remunera os atrasos no transporte, em vias pavimentadas, dos insumos com custo livre de frete, denominados *Free On Board* – FOB, ou seja, quando o transporte é de responsabilidade do executor do serviço.

A análise dos serviços concentra-se, primordialmente, na identificação dos insumos incluídos na parcela de momento de transporte das Composições de Custos Unitários – CCUs. Durante essa etapa, é importante também avaliar as atividades auxiliares, visto que o transporte tanto dessas atividades quanto dos insumos a elas relacionados deve ser considerado.

No exemplo em questão, a tabela 2 exhibe a lista de insumos presentes na "Parcela F - Momento de Transportes" das composições de custos listadas na tabela 1.

Tabela 2 - Lista dos insumos presentes na parcela de momento de transportes

Código SICRO	Descrição	Unidade
3716133	Fabricação de mourão de concreto esticador - seção triangular de 15 cm - areia e brita comerciais	un
3716135	Fabricação de mourão de concreto suporte - seção triangular de 11 cm - areia e brita comerciais	un
3816118	Guarda-corpo de concreto - fabricação - areia e brita comerciais	m
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m ³	m ³
5213416	Placa em aço nº 16 galvanizado com película retrorrefletiva tipo I + I - confecção	m ²
5219544	Cavalete em perfil metálico para placa de sinalização - 1,00 m x 1,00 m - confecção	un
5219546	Suporte metálico móvel para placa de sinalização - confecção	un
6416037	Usinagem de agregados para microrrevestimento a frio - faixa III - brita comercial	m ³
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h	m ³
6416143	Usinagem de concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais	t
M0004	Aço CA 50	kg
M0005	Brita 0	m ³
M0014	Aço CA 60	kg
M0028	Areia média	m ³
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	kg
M0047	Cone de sinalização em polietileno - H = 75 cm e base quadrada de 40 x 40 cm	un
M0051	Cilindro canalizador de tráfego em polietileno - H = 117 cm e base quadrada de 60 x 60 cm	un
M0069	Arame farpado em aço galvanizado - D = 1,60 mm	m
M0072	Arame liso em aço galvanizado - D = 2,10 mm (14 BWG)	kg
M0075	Arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG)	kg

Tabela 2 - Lista dos insumos presentes na parcela de momento de transportes (2/3)

Código SICRO	Descrição	Unidade
M0082	Areia média lavada	m³
M0083	Argamassa pré-dosada para grauteamento	kg
M0162	Corrente de elo soldado em aço galvanizado com acabamento polido - D = 3,18 mm (1/8")	m
M0163	Gonzo com aba em aço galvanizado - D = 12,7 mm (1/2")	un
M0164	Tubo em aço galvanizado - E = 1,50 mm e seção de 20 x 20 mm	m
M0166	Tubo em aço galvanizado - E = 2,25 mm e D = 20 mm (3/4")	m
M0167	Tela de poliamida industrial - E = 0,40 mm e malha de 1,6 mm	m²
M0168	Abraçadeira de poliamida - E = 3,6 mm e C = 200 mm	un
M0169	Roda em aço e pneu com câmara de ar 83/203 mm (3,25"/8") para carrinho de mão	un
M0191	Brita 1	m³
M0192	Brita 2	m³
M0222	Filer calcário	kg
M0284	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5 cm	m
M0290	Tábua - E = 2,5 cm e L = 10 cm	m
M0310	Peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm	m
M0344	Cal hidratada - a granel	kg
M0366	Cantoneira em aço ASTM A36 galvanizado	kg
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	kg
M0560	Desmoldante para fôrmas de madeira	l
M0717	Tinta à base de resina epóxi bicomponente para fundo preparador de pintura	l
M0718	Tinta esmalte à base de resina epóxi bicomponente	l
M0771	Cavelete em polietileno zebado com faixa refletiva	un
M0783	Massa asfáltica comercial - capa de rolamento	t
M0787	Suporte em aço-carbono galvanizado tipo perfil C para placa de sinalização	kg
M0789	Conjunto para fixação de placas em aço galvanizado composto por barra chata, abraçadeira, parafusos, porcas e arruelas	kg
M1079	Parafuso de cabeça sextavada em aço galvanizado tipo autoatarrachante com arruela de vedação - D = 6,3	un
M1097	Pedra de mão ou rachão	m³
M1103	Pedrisco	m³
M1135	Pó de pedra	m³
M1205	Prego de ferro	kg
M1358	Sarrafo em madeira de terceira - E = 2,5 cm e L = 5 cm	m
M1367	Chapa fina em aço galvanizado	kg
M1397	Eletrodo revestido E60XX	kg
M1429	Tábua de pinho de terceira - E = 2,5 cm	m²
M1662	Suporte em madeira de eucalipto tratado - seção de 8 x 8 cm	m
M1968	Defensa metálica semimaleável simples	un
M2036	Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água para demarcação viária	l

Tabela 2 - Lista dos insumos presentes na parcela de momento de transportes (3/3)

Código SICRO	Descrição	Unidade
M2037	Microesferas refletivas de vidro tipo I-B	kg
M2038	Microesferas refletivas de vidro tipo II-A	kg
M2041	Adesivo à base de resina poliéster	kg
M2128	Tinta esmalte sintético acetinado	l
M2167	Tubo de concreto armado PA1 - D = 0,60 m	m
M2171	Tubo de concreto armado PA1 - D = 0,80 m	m
M2175	Tubo de concreto armado PA1 - D = 1,00 m	m
M3153	Tinta em pó à base de resina poliéster	kg
M3235	Película retrorrefletiva tipo I	m ²
M3237	Película retrorrefletiva tipo III	m ²
M3506	Material demolido - madeira	t
M3507	Revestimento asfáltico	t
M3508	Camada granular (base ou sub-base)	t
M3509	Material demolido - remendo profundo	t
M3512	Material demolido - concreto armado	t
M3514	Solo	t
M3515	Grãos, agregados e solos derramados na pista	t
M3719	Blocos de rocha ou matacões	t
M3801	Animais de grande porte mortos em rodovia	t
M3802	Animais de pequeno porte mortos em rodovia	t
M3803	Emborrachados de pneus espalhados em rodovia	t
M3804	Espécimes arbóreos de até 20 m tombados na pista	t
M3806	Sucatas derramadas em rodovia	t
M3813	Vidros, caixas e engradados derramados na pista	t
M3821	Tacha refletiva em plástico injetado bidirecional com um pino - tipo I	un
M3829	Tacha refletiva em plástico injetado monodirecional com um pino - tipo I	un
M3920	Diluyente para tinta epóxi bicomponente ou tricomponente	l
M3949	Desmoldante para fôrmas metálicas	l

O FIT aplica-se ao transporte dos insumos que atendem aos requisitos definidos no *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*. Dessa forma, cabe ao responsável identificar os insumos sobre os quais o FIT será aplicado, assegurando que esses insumos estejam adequadamente apresentados na tabela de Distâncias Médias de Transporte – DMT do projeto.

Neste exemplo, são priorizados os insumos e atividades auxiliares de maior relevância para o transporte, sendo esses detalhados na tabela de DMT.

As informações citadas até o momento são predecessoras ao cálculo do FIT e devem ser obtidas no projeto. Com base nesse levantamento, são identificados os seguintes dados:

- tabela de Distâncias Médias de Transporte – DMT;
- Volume Médio Diário de tráfego por faixa – VMD;
- dados das operações de sinalização.

2.1.1.1 Distância Média de Transporte – DMT

O quadro de Distâncias Médias de Transporte – DMTs deve constar no conjunto de dados disponibilizados pelo projeto. No exemplo apresentado, a tabela 3 exibe o quadro de DMTs, definido com base no mapa de situação e no diagrama linear de ocorrências, conforme representado nas figuras 1 e 2.

A análise da figura 1 demonstra que o trecho analisado está situado próximo a uma área urbana, o que implica na redução da velocidade de transporte dos insumos que transitam por essa região, exigindo sua devida caracterização.

Dessa forma, as distâncias de transporte em vias pavimentadas, apresentadas na tabela 3, são diferenciadas entre Distâncias Médias de Transporte em rodovias rurais pavimentadas (DMTr) e trechos com Distâncias Médias de Transporte em vias urbanas pavimentadas (DMTu).

Tabela 3 - Quadro de DMTs dos insumos

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMT (km)		
				P		RP
				DMTr	DMTu	
Conservação corretiva rotineira	Areia média	Areal	Usina	13,20	0,00	2,50
	Cimento Portland	Cidade 3	Usina	16,00	10,20	1,50
Conservação corretiva rotineira, manutenção de buracos e defeitos na pista, conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Brita 1	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50
Conservação corretiva rotineira e serviços de manutenção	Brita 2	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50
Conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Cal hidratada	Cidade 3	Usina	16,00	10,20	1,50
	Pó de pedra	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50
	Pedrisco	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50
	Brita 0	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50
	Usinagem	Usina	Frente de serviço	35,20	0,00	1,50
Conservação preventiva periódica	Massa asfáltica comercial	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	10,20	0,00

Tabela 3 - Quadro de DMTs dos insumos (2/2)

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMT (km)		
				P		RP
				DMTr	DMTu	
Conservação preventiva periódica, manutenção de buracos e defeitos na pista e serviços de manutenção	Revestimento asfáltico	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	10,20	0,00
DMT - Distância Média de Transporte; RP - Revestimento primário; P - Pavimentada; DMTr - Distância Média de Transporte em rodovia rural pavimentada; DMTu - Distância Média de Transporte em via urbana.						

2.1.1.2 Volume Médio Diário – VMD por faixa

O Volume Médio Diário – VMD é preferencialmente definido por meio de estudos de tráfego realizados durante a fase de projeto. No entanto, na ausência desses estudos, o VMD pode ser obtido utilizando bases de dados disponíveis, conforme descrito no item 2.3 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*.

No caso do projeto exemplificado, o estudo de tráfego identificou variações nos valores de VMD, o que resultou na divisão do trecho da obra em dois segmentos distintos. Essa diferenciação, conforme apresentada na tabela 4, decorre da interseção com uma rodovia estadual localizada no quilômetro 27,20 da extensão em análise.

Tabela 4 - Valores de VMD obtidos pelo estudo de tráfego

Trecho	Inicial	Final	Extensão total (km)	VMD por faixa
Trecho 1	km 7,60	km 27,20	19,60	1580
Trecho 2	km 27,20	km 78,00	50,80	1665

De acordo com as diretrizes estabelecidas no item 3.1.2 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*, no caso de valores distintos de VMD por faixa, deve-se calcular a média ponderada desses trechos pela aplicação da seguinte equação:

$$VMD_{mp} = \frac{\sum(DTr_i \times VMD_i)}{\sum DTr_i}$$

onde:

VMD_{mp} representa a média ponderada dos Volumes Médios Diários por faixa, em unidades por dia;

DTr_i representa a distância de transporte em rodovia rural pavimentada, em quilômetros;

VMD_i representa o Volume Médio Diário por faixa, em unidades por dia.

Para exemplificação, são demonstrados a seguir os cálculos referentes ao transporte do insumo produzido pela composição de custos “Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h - Código SICRO: 6416040”, a qual é aplicada como atividade auxiliar na composição principal “Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial - Código SICRO: 4011276”. Adicionalmente, apresenta-se o cálculo relativo ao transporte do insumo “M0191 - Brita 1” utilizado na composição de custos de usinagem.

Com base na tabela 3 e no diagrama linear de ocorrências exibido na figura 2, verifica-se que o transporte dos materiais provenientes da pedreira (i.e. pó de pedra, pedrisco e britas) ocorre além dos limites do trecho de obra definido. Nessa área onde se localiza a pedreira não foram realizados estudos específicos de tráfego para a determinação do VMD, de forma que devem ser adotados como referência os valores correspondentes ao trecho de obra mais próximo. Consequentemente, o transporte da brita 1 ocorre em um segmento com valor de VMD único.

Entretanto, o transporte da brita graduada usinada atravessa trechos que apresentam diferentes valores de VMD por faixa, o que torna necessário o cálculo da média ponderada para representar adequadamente essa variação.

Portanto, para a atividade auxiliar de usinagem, obtém-se o VMD médio por faixa por meio da aplicação dos dados da tabela 4 na equação acima:

$$VMD_{mp} = \frac{(19,60 \times 1.580) + (50,80 \times 1.665)}{19,60 + 50,80} = 1642$$

Ao estender essa análise aos demais insumos listados na tabela 3, obtém-se os valores de VMD associados a cada um, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Valores de VMD por faixa e de DMT nos trechos de transporte dos insumos

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMTr (km)	DMTu (km)	VMD
Conservação corretiva rotineira	Areia média	Areal	Usina	13,20	0,00	1665
	Cimento Portland	Cidade 3	Usina	16,00	10,20	1665
Conservação corretiva rotineira e manutenção de buracos e defeitos na pista	Brita 1	Pedreira	Usina	20,70	14,40	1665
Conservação corretiva rotineira	Brita 2	Pedreira	Usina	20,70	14,40	1665
Conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Cal hidratada	Cidade 3	Usina	16,00	10,20	1665
	Pó de pedra	Pedreira	Usina	20,70	14,40	1665
	Pedrisco	Pedreira	Usina	20,70	14,40	1665
	Brita 0	Pedreira	Usina	20,70	14,40	1665
Conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Usinagem	Usina	Frente de serviço	35,20	0,00	1642
Conservação preventiva periódica	Massa asfáltica comercial	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	10,20	1642

Tabela 5 - Valores de VMD por faixa e de DMT nos trechos de transporte dos insumos (2/2)

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMTr (km)	DMTu (km)	VMD
Conservação preventiva periódica, manutenção de buracos e defeitos na pista e serviços de manutenção	Revestimento asfáltico	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	10,20	1642

DMTr - Distância Média de Transporte em rodovia pavimentada;
DMTu - Distância Média de Transporte em via urbana pavimentada;
VMD - Volume Médio Diário de tráfego por faixa.

É importante destacar que os valores de VMD apresentados na tabela 5 se referem apenas aos trechos em rodovias rurais pavimentadas, conforme evidenciado no *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*.

2.1.1.3 Operações de sinalização de obra

Para a execução de atividades que envolvem intervenções na pista ou no acostamento, é fundamental planejar a sinalização da obra de forma a controlar o tráfego e alertar os usuários sobre as condições atípicas na rodovia. Essas medidas são importantes para assegurar tanto a segurança dos usuários quanto a integridade dos trabalhadores envolvidos nas operações.

Dessa forma, é imprescindível que um projeto de sinalização seja elaborado respeitando os normativos do DNIT, no caso da metodologia apresentada foram utilizadas as diretrizes estabelecidas no *Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias* (DNIT, 2010a). Esse manual contempla diferentes modelos de projetos-tipo de sinalização, entre os quais se destaca a sinalização para pista simples com alternância de tráfego, também conhecida como operação "PARE" e "SIGA".

Com base na lista de serviços apresentada na tabela 1, identifica-se serviços relacionados à sinalização temporária da obra, como por exemplo a composição de custos "Operação de sinalização por bandeirola de tecido ou com placa metálica – Código SICRO: 5213850".

2.1.2 Cálculo dos atrasos

Concluída a etapa de levantamento de dados, procede-se com o cálculo dos atrasos que resultam em aumento no tempo de transporte devido à interferência de tráfego para cada insumo listado na tabela 3.

2.1.2.1 Atraso devido ao aumento do Volume Médio Diário – VMD por faixa

O *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição* estabelece os seguintes critérios para o cálculo do atraso A_1 devido ao aumento do Volume Médio Diário – VMD:

- a rodovia rural deve ser pavimentada;
- o VMD por faixa deve ser superior a 1.000.

No caso de algum dos critérios mencionados não ser validado, o valor do referido atraso é igual a zero.

Com base nos valores de DMT apresentados na tabela 3, são identificadas as composições de custos impactadas pelo atraso A_1 , ou seja, que envolvem o transporte dos insumos e que atendem aos critérios supracitados. A tabela 6 apresenta as referidas CCUs.

Tabela 6 - Composições de custos com atraso A_1

Código SICRO	Descrição
1109669	Argamassa de cimento e areia 1:3 - confecção em betoneira e lançamento manual - areia comercial
1107892	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
1107896	Concreto fck = 25 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
1116127	Concreto fck = 25 MPa para pré-moldados (mourões) - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
4915623	Solo brita para base de remendo profundo - brita comercial
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h
6416143	Usinagem de concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais
6416037	Usinagem de agregados para microrrevestimento a frio - faixa III - brita comercial
4011464	Concreto asfáltico - faixa C - massa comercial
4915705	Correção de defeitos por fresagem descontínua do revestimento asfáltico - espessura de 5 cm
4915656	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 4 cm
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico
4915757	Tapa buraco com pintura de ligação - demolição com serra corta piso
4011276	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial
4011459	Concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais
4011410	Microrrevestimento a frio com emulsão modificada com polímero de 1,5 cm - faixa III - brita comercial

O atraso em decorrência do aumento de VMD é determinado pela aplicação da Equação 2 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*, transcrita a seguir:

$$A_1 = 3600 \times \left[\frac{DMTr}{(60,2 - 0,0002 \times VMD)} - \frac{DMTr}{V_p} \right]$$

onde:

A_1 representa o atraso devido ao aumento do VMD, em segundos;

DMTr representa a Distância Média de Transporte em rodovia rural pavimentada, em quilômetros;

VMD representa o Volume Médio Diário por faixa;

V_p representa a velocidade padrão adotada (60 km/h).

Prosseguindo com o exemplo da atividade auxiliar de usinagem de brita graduada e do insumo de brita 1, obtém-se os valores de A_1 apresentados a seguir.

- Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h - Código SICRO: 6416040:

$$A_1 = 3600 \times \left[\frac{35,20}{(60,2 - 0,0002 \times 1642)} - \frac{35,20}{60} \right] = 4,5294$$

- M0191 - Brita 1:

$$A_1 = 3600 \times \left[\frac{20,70}{(60,2 - 0,0002 \times 1665)} - \frac{20,70}{60} \right] = 2,7592$$

O atraso A_1 foi calculado para todos os insumos da tabela 3 que atendem aos critérios de aplicação desse atraso e os resultados estão dispostos na tabela 7.

Tabela 7 - Atraso A_1

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMTr (km)	VMD	Atrasos
						A_1 (s)
Conservação corretiva rotineira	Areia média	Areal	Usina	13,20	1665	1,7595
	Cimento Portland	Cidade 3	Usina	16,00	1665	2,1327
Conservação corretiva rotineira e manutenção de buracos e defeitos na pista	Brita 1	Pedreira	Usina	20,70	1665	2,7592
Conservação corretiva rotineira	Brita 2	Pedreira	Usina	20,70	1665	2,7592
Conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Cal hidratada	Cidade 3	Usina	16,00	1665	2,1327
	Pó de pedra	Pedreira	Usina	20,70	1665	2,7592
	Pedrisco	Pedreira	Usina	20,70	1665	2,7592
	Brita 0	Pedreira	Usina	20,70	1665	2,7592
	Usinagem	Usina	Frente de serviço	35,20	1642	4,5294
Conservação preventiva periódica	Massa asfáltica comercial - capa de rolamento	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	1642	4,5294
Conservação preventiva periódica, manutenção de buracos e defeitos na pista e serviços de manutenção	Revestimento asfáltico	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	1642	4,5294

DMTr - Distância Média de Transporte em rodovia rural pavimentada;
VMD - Volume Médio Diário de tráfego por faixa.

2.1.2.2 Atraso devido à operação de "PARE" e "SIGA"

Para o cálculo do atraso devido à operação de "PARE" e "SIGA", devem ser observados os seguintes critérios estabelecidos no *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*:

- a rodovia rural deve ser pavimentada;
- a pista deve ser classificada como simples;

- o orçamento deve prever os serviços de sinalização apropriados;
- a DMT do insumo deve ter o destino para a frente de serviço com ocupação de área da pista ou acostamento.

Em análise ao quadro de DMT, verifica-se os insumos com destino para a frente de serviço, a fim de identificar as composições de custos que atendem aos critérios supracitados e são impactadas pelo atraso A_2 . A tabela 8 apresenta as referidas CCUs.

Tabela 8 - Composições de custos com atraso A_2

Código SICRO	Descrição
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h
6416143	Usinagem de concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais
6416037	Usinagem de agregados para microrrevestimento a frio - faixa III - brita comercial
4011464	Concreto asfáltico - faixa C - massa comercial
4915705	Correção de defeitos por fresagem descontínua do revestimento asfáltico - espessura de 5 cm
4915656	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 4 cm
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico
4915757	Tapa buraco com pintura de ligação - demolição com serra corta piso
4011459	Concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais
4011410	Microrrevestimento a frio com emulsão modificada com polímero de 1,5 cm - faixa III - brita comercial

O atraso em decorrência das operações de “PARE” e “SIGA” é determinado pela aplicação da Equação 3 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*, transcrita a seguir:

$$A_2 = 70 + 0,0035 \times \text{VMD}$$

onde:

A_2 representa o atraso devido à operação de “PARE” e “SIGA”, em segundos;
VMD representa o Volume Médio Diário por faixa.

Dentre as condicionantes para utilização da expressão matemática, deve-se observar a utilização da composição de custos “Operação de sinalização por bandeirola de tecido ou com placa metálica - Código SICRO: 5213850” ou similar, em conformidade com as exigências do órgão responsável e como previsto no projeto de sinalização da obra.

Prosseguindo com os exemplos abordados anteriormente, apenas o transporte da brita graduada usinada atende os critérios para a aplicação da equação acima, resultando no seguinte valor de A_2 :

$$A_2 = 70 + 0,0035 \times 1642 = 75,75$$

O atraso A_2 foi calculado para todos os insumos da tabela 3 que atendem os critérios de aplicação desse atraso e os resultados estão dispostos na tabela 9.

Tabela 9 - Atraso A₂

Serviço	Insumo	Origem	Destino	VMD	Atrasos
					A ₂ (s)
Conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Usinagem	Usina	Frente de serviço	1642	75,75
Conservação preventiva periódica	Massa asfáltica comercial	Cidade 3	Frente de serviço	1642	75,75
Conservação preventiva periódica, manutenção de buracos e defeitos na pista e serviços de manutenção	Revestimento asfáltico	Cidade 3	Frente de serviço	1642	75,75

VMD - Volume Médio Diário de tráfego por faixa.

2.1.2.3 Atraso devido ao tráfego em vias urbanas

O *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição* estabelece os seguintes critérios para o cálculo do atraso devido ao tráfego em vias urbanas:

- a via urbana deve ser pavimentada;
- a DMT deve ser caracterizada como Distância Média de Transporte em via urbana (DMTu).

As composições de custos impactadas pelo atraso A₃, apresentadas na tabela 10, são aquelas para as quais os insumos têm valores de DMTu estabelecidos.

Tabela 10 - Composições de custos com atraso A₃

Código SICRO	Descrição
1109669	Argamassa de cimento e areia 1:3 - confecção em betoneira e lançamento manual - areia comercial
1107892	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
1107896	Concreto fck = 25 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
1116127	Concreto fck = 25 MPa para pré-moldados (mourões) - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
4915623	Solo brita para base de remendo profundo - brita comercial
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h
6416143	Usinagem de concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais
6416037	Usinagem de agregados para microrrevestimento a frio - faixa III - brita comercial
4011464	Concreto asfáltico - faixa C - massa comercial
4915705	Correção de defeitos por fresagem descontínua do revestimento asfáltico - espessura de 5 cm
4915656	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 4 cm
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico
4915757	Tapa buraco com pintura de ligação - demolição com serra corta piso
4011276	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial
4011410	Microrrevestimento a frio com emulsão modificada com polímero de 1,5 cm - faixa III - brita comercial

De acordo com as diretrizes estabelecidas no *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*, a velocidade média de operação padrão é de 60 km/h para rodovias rurais pavimentadas, enquanto para vias urbanas, a velocidade média de operação é de 30 km/h.

Caso o orçamentista considere necessário ajustar a velocidade padrão estabelecida, essa alteração pode ser implementada por meio da Equação 4 do referido Manual, desde que seja acompanhada de uma justificativa técnica adequada apresentada ao órgão responsável.

O atraso devido ao tráfego em vias urbanas é determinado pela aplicação da Equação 5 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*, transcrita a seguir:

$$A_3 = F_c \times DMT_u$$

onde:

A_3 representa o atraso devido ao tráfego nas vias urbanas, em segundos;
 F_c representa o fator de conversão referencial no âmbito do FIT para vias urbanas, segundos por quilômetro;
 DMT_u representa a distância média de transporte em vias urbanas, em quilômetros.

O cálculo do atraso A_3 é exemplificado para o insumo “M0191 - Brita 1”, o qual atende aos critérios de aplicação da equação acima, resultando no seguinte valor:

$$A_3 = 60 \times 14,40 = 864,00$$

Cabe ressaltar que a atividade auxiliar “Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h - Código SICRO: 6416040” não sofre incidência do atraso A_3 , porque seu percurso de transporte não atravessa trechos urbanos.

O atraso A_3 foi calculado para todos os insumos da tabela 3 que atendem os critérios de aplicação desse atraso e os resultados estão dispostos na tabela 11.

Tabela 11 - Atraso A_3

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMTu (km)	Atrasos
					A_3 (s)
Conservação corretiva rotineira	Cimento Portland	Cidade 3	Usina	10,20	612,00
Conservação corretiva rotineira e manutenção de buracos e defeitos na pista	Brita 1	Pedreira	Usina	14,40	864,00
Conservação corretiva rotineira	Brita 2	Pedreira	Usina	14,40	864,00
Conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Cal hidratada	Cidade 3	Usina	10,20	612,00
	Pó de pedra	Pedreira	Usina	14,40	864,00
	Pedrisco	Pedreira	Usina	14,40	864,00
	Brita 0	Pedreira	Usina	14,40	864,00

Tabela 11 - Atraso A₃ (2/2)

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMTu (km)	Atrasos
					A ₃ (s)
Conservação preventiva periódica	Massa asfáltica comercial - capa de rolamento	Cidade 3	Frente de serviço	10,20	612,00
Conservação preventiva periódica, manutenção de buracos e defeitos na pista e serviços de manutenção	Revestimento asfáltico	Cidade 3	Frente de serviço	10,20	612,00

DMTu - Distância Média de Transporte em via urbana.

2.1.3 Cálculo do Fator de Interferência de Tráfego – FIT

O Fator de Interferência de Tráfego – FIT é determinado pela Equação 8 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05: Fator de Interferência de Tráfego (FIT) - 2ª Edição*, transcrita a seguir:

$$FIT = 1 + \frac{(A_1 + A_2 + A_3)}{DMTp \times F_p}$$

onde:

FIT representa o Fator de Interferência de Tráfego aplicado aos serviços de transporte;

A₁ representa o atraso devido ao aumento do VMD, em segundos;

A₂ representa o atraso devido à operação de “PARE” e “SIGA”, em segundos;

A₃ representa o atraso devido ao tráfego nas vias urbanas, em segundos;

DMTp representa a Distância Média de Transporte total pavimentada dos insumos, em quilômetros;

F_p representa o fator padrão referencial no âmbito do FIT, em segundos por quilômetro.

A aplicação da equação acima é exemplificada para o transporte da massa asfáltica.

- M0783 - Massa asfáltica comercial - capa de rolamento:

$$FIT = 1 + \frac{(4,5294 + 75,75 + 612,00)}{(35,20 + 10,20) \times 60} = 1,2541$$

É importante destacar que o FIT é calculado para cada insumo transportado, considerando as condições específicas de transporte e os critérios estabelecidos previamente. Além disso, nem todos os insumos serão afetados por todos os tipos de atrasos, sendo necessário avaliar cada caso individualmente. Posto isso, os valores correspondentes ao FIT para cada insumo do exemplo estão apresentados na tabela 12.

Tabela 12 - Tabela de DMT com FIT

Serviço	Insumo	Origem	Destino	DMT (km)				P.S	VMD	Atrasos			FIT
				P		RP	LN			A ₁ (s)	A ₂ (s)	A ₃ (s)	
				DMTr	DMTu								
Conservação corretiva rotineira	Areia média	Areal	Usina	13,20	0,00	2,50	0,00	Não	1665	1,7595	0,00	0,00	1,0022
	Cimento Portland	Cidade 3	Usina	16,00	10,20	1,50	0,00	Não	1665	2,1327	0,00	612,00	1,3907
Conservação corretiva rotineira e manutenção de buracos e defeitos na pista	Brita 1	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50	0,00	Não	1665	2,7592	0,00	864,00	1,4116
Conservação corretiva rotineira	Brita 2	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50	0,00	Não	1665	2,7592	0,00	864,00	1,4116
Conservação preventiva periódica e serviços de manutenção	Cal hidratada	Cidade 3	Usina	16,00	10,20	1,50	0,00	Não	1665	2,1327	0,00	612,00	1,3907
	Pó de pedra	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50	0,00	Não	1665	2,7592	0,00	864,00	1,4116
	Pedrisco	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50	0,00	Não	1665	2,7592	0,00	864,00	1,4116
	Brita 0	Pedreira	Usina	20,70	14,40	3,50	0,00	Não	1665	2,7592	0,00	864,00	1,4116
	Usinagem	Usina	Frente de serviço	35,20	0,00	1,50	0,00	Sim	1642	4,5294	75,75	0,00	1,0380
Conservação preventiva periódica	Massa asfáltica comercial - capa de rolamento	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	10,20	0,00	0,00	Sim	1642	4,5294	75,75	612,00	1,2541
Conservação preventiva periódica, manutenção de buracos e defeitos na pista e serviços de manutenção	Revestimento asfáltico	Cidade 3	Frente de serviço	35,20	10,20	0,00	0,00	Sim	1642	4,5294	75,75	612,00	1,2541

DMT - Distância Média de Transporte;
RP - Revestimento primário;
P - Pavimentada;
DMTr - Distância Média de Transporte em rodovia rural pavimentada;
DMTu - Distância Média de Transporte em via urbana pavimentada;
P.S. - Operação de "PARE" e "SIGA";
VMD - Volume Médio Diário de tráfego por faixa;
FIT - Fator de Interferência de Tráfego.

2.1.4 Aplicação do Fator de Interferência de Tráfego – FIT

As composições de custos nas quais os insumos com aplicação do FIT estão inseridos são apresentadas na tabela 13.

Tabela 13 - Lista de serviços adotada para uso do FIT

Código SICRO	Descrição
1109669	Argamassa de cimento e areia 1:3 - confecção em betoneira e lançamento manual - areia comercial
1107892	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
1107896	Concreto fck = 25 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
1116127	Concreto fck = 25 MPa para pré-moldados (mourões) - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
4915623	Solo brita para base de remendo profundo - brita comercial
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h
6416143	Usinagem de concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais
6416037	Usinagem de agregados para microrrevestimento a frio - faixa III - brita comercial
4011464	Concreto asfáltico - faixa C - massa comercial
4915705	Correção de defeitos por fresagem descontínua do revestimento asfáltico - espessura de 5 cm
4915656	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 4 cm
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico
4915757	Tapa buraco com pintura de ligação - demolição com serra corta piso
4011276	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial
4011459	Concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais
4011410	Microrrevestimento a frio com emulsão modificada com polímero de 1,5 cm - faixa III - brita comercial

O FIT incide sobre a parcela de momento de transporte, devendo ser aplicado ao insumo correspondente para o cálculo do custo unitário de transporte. Essa aplicação é restrita ao transporte realizado em vias pavimentadas; de modo que nos trechos com revestimento primário e leito natural, o custo de transporte é calculado sem a aplicação do FIT.

O cálculo do custo unitário do momento de transporte é dado pela soma dos custos das operações realizadas em leito natural, revestimento primário e pavimentado, conforme a seguinte expressão:

$$CU_{MT} = \sum [(Q_t \times CCU_i \times DMT)_{LN} + (Q_t \times CCU_i \times DMT)_{RP} + (Q_t \times CCU_i \times DMT \times FIT)_P]$$

onde:

CU_{MT} representa o custo unitário do momento de transporte;

Q_t representa a quantidade do insumo transportado;

CCU_i representa o custo unitário para cada operação;

DMT representa a Distância Média de Transporte para cada operação;

FIT representa o Fator de Interferência de Tráfego aplicado aos serviços de transporte.

Como ilustração, utilizando a composição “Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial - Código SICRO: 4011276” e aplicando a equação acima na atividade auxiliar “Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h - Código SICRO: 6416040” presente na parcela de momento de transporte, obtém-se o resultado demonstrado pela equação e figura 3 abaixo.

$$CU_i = (2,20 \times 1,08 \times 0,00) + (2,20 \times 0,87 \times 1,50) + (2,20 \times 0,70 \times 35,20 \times 1,0380)$$

$$CU_i = 59,1389$$

Figura 3 - Composição de custos - Código SICRO: 4011276

CGC/IT										DNIT	
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO							São Paulo				
Custo Unitário de Referência							Julho/2023				
4011276 Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial							FIC 0,00906				
							Produção da equipe 113,18 m³				
							Valores em reais (R\$)				
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo				
			Operativa	Improdutiva	Produtiva	Improdutiva	Horário Total				
E9571	Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l - 188 kW	1,00000	0,34	0,66	290,2875	84,8794	154,7182				
E9514	Distribuidor de agregados sobre pneus autopropelido - 130 kW	1,00000	1,00	0,00	248,8532	98,5645	248,8532				
E9762	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	1,00000	0,65	0,35	231,6722	117,4334	191,6886				
E9530	Rolo compactador liso vibratório autopropelido por pneus de 11 t - 97 kW	1,00000	0,52	0,48	218,8111	99,4793	161,5318				
							Custo horário total de equipamentos 756,7918				
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total					
P9824	Servente	1,00000	h	27,1040		27,1040					
							Custo horário total de mão de obra 27,1040				
							Custo horário total de execução 783,8958				
							Custo unitário de execução 6,9261				
							Custo do FIC 0,06280				
							Custo do FIT				
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário					
							Custo unitário total de material				
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário					
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h	1,00000	m³	289,3500		289,3500					
							Custo total de atividades auxiliares 289,3500				
							Subtotal 296,3389				
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário				
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h - Caminhão basculante 10 m³	5914652	2,20000	t	2,9900		6,5780				
							Custo unitário total de tempo fixo 6,5780				
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			DMT (km)			FIT	Custo Unitário
				LN	RP	P	LN	RP	P		
6416040	Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h - Caminhão basculante 10 m³	2,20000	tkm	5914359	5914374	5914389	0,00	1,50	35,20	1,0380	59,1389
							Custo unitário total de transporte 59,1389				
							Custo unitário direto total 362,06				

Fonte: FGV IBRE

De modo similar, utilizando a composição “Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h- Código SICRO: 6416040” e aplicando a equação ao insumo “M0191 - Brita 1” presente na parcela de momento de transporte, obtém-se o resultado.

$$CU_i = (0,2205 \times 1,08 \times 0,00) + (0,2205 \times 0,87 \times 3,50) + (0,2205 \times 0,70 \times 35,10 \times 1,4116)$$

$$CU_i = 8,3190$$

Ainda na supracitada composição de custos, é necessário calcular o custo de transporte para os demais insumos presentes na parcela de momento de transporte: brita 0, brita 2 e pó de pedra. Os resultados estão dispostos na figura 4.

Figura 4 - Composição de custos - Código SICRO: 6416040

CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

São Paulo

Julho/2023

Produção da equipe

113,18 m³

Custo Unitário de Referência

6416040

Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina de 300 t/h

Valores em reais (R\$)

Cálculo do custo horário de uma gradadora com uma coneleira em uma de 600 m³							Custos em R\$				
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo	Horário Total			
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo					
E9511	Carregadeira de pneus com capacidade de 3,40 m³ - 195 kW	2,00000	0,57	0,43	409,8970	205,8592	644,3215				
E9779	Grupo gerador - 113 KVA	1,00000	1,00	0,00	85,8402	8,0313	85,8402				
E9615	Usina misturadora de solos com capacidade de 300 th - 44 KW	1,00000	1,00	0,00	218,6272	144,1318	218,6272				
Custo horário total de equipamentos							948,7889				
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total					
P9824	Servente	3,00000	h	27,1040		81,3120	81,3120				
Custo horário total de mão de obra							81,3120				
Custo horário total de execução							1,030,1009				
Custo unitário de execução							9,1014				
Custo do FIC							-				
Custo do FIT							-				
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário					
M0005	Brita 0	0,53076	m³	144,9675		76,9430	76,9430				
M0191	Brita 1	0,14700	m³	129,2321		18,9971	18,9971				
M0192	Brita 2	0,25060	m³	127,8093		33,3071	33,3071				
M1135	Pó de pedra	0,52829	m³	122,2263		64,5709	64,5709				
Custo unitário total de material							193,8181				
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário					
Custo total de atividades auxiliares							202,9195				
Subtotal							202,9195				
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário				
M0005	Brita 0 - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,79614	t	1,5600		1,2420				
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,22050	t	1,5600		0,3440				
M0192	Brita 2 - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,39090	t	1,5600		0,6098				
M1135	Pó de pedra - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,79244	t	1,5600		1,2362				
Custo unitário total de tempo fixo							3,4320				
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT		DMT (km)		FIT	Custo Unitário		
				LN	RP	P	LN				
M0005	Brita 0 - Caminhão basculante 10 m³	0,79614	tkm	5914359	5914374	5914389	0,00	3,50	35,10	1,4116	30,0368
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	0,22050	tkm	5914359	5914374	5914389	0,00	3,50	35,10	1,4116	8,3190
M0192	Brita 2 - Caminhão basculante 10 m³	0,39090	tkm	5914359	5914374	5914389	0,00	3,50	35,10	1,4116	14,7479
M1135	Pó de pedra - Caminhão basculante 10 m³	0,79244	tkm	5914359	5914374	5914389	0,00	3,50	35,10	1,4116	29,8972
Custo unitário total de transporte							83,0009				
Custo unitário direto total							289,35				

Obs.

Fonte: FGV IBRE