

# ***DNIT***

## **MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES FATOR DE INTERFERÊNCIA DE TRÁFEGO (FIT)**

**VOLUME 05**

**2ª Edição  
BRASÍLIA-DF  
2025**

**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES  
DIRETORIA-GERAL  
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA  
COORDENAÇÃO-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

MINUTA

MINISTRO DOS TRANSPORTES

José Renan Vasconcelos Calheiros Filho

DIRETOR-GERAL DO DNIT

Fabricio de Oliveira Galvão

DIRETOR DE PLANEJAMENTO E PESQUISA

Luiz Guilherme Rodrigues de Mello

COORDENADOR-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE  
TRANSPORTES

Caio Saravy Cardoso

**MANUAL DE CUSTOS DE  
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES  
FATOR DE INTERFERÊNCIA DE TRÁFEGO (FIT)  
VOLUME 05**

**SEGUNDA EDIÇÃO – Brasília, 2025**

**EQUIPE TÉCNICA:**

Eng.<sup>a</sup> xxxxxxx - Fundação Getulio Vargas

Eng.<sup>a</sup> xxxxxxx - Fundação Getulio Vargas

Eng.<sup>a</sup> xxxxxxx - Fundação Getulio Vargas

Eng.<sup>a</sup> xxxxxxx - Fundação Getulio Vargas

**COLABORADORES TÉCNICOS:**

Eng.<sup>a</sup> xxxxxxx - CGDR/DPP/DNIT

Eng.<sup>o</sup> xxxxxxx - CGDR/DPP/DNIT

**COMISSÃO DE SUPERVISÃO:**

Eng.<sup>a</sup> xxxxxxx - CGCIT/DPP/DNIT

Eng.<sup>o</sup> xxxxxxx - CGCIT/DPP/DNIT

Eng.<sup>a</sup> xxxxxxx - CGCIT/DPP/DNIT

Eng.<sup>o</sup> xxxxxxx - CGCIT/DPP/DNIT

Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.  
Diretoria-Geral. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação-  
Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes.

Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05 - Fator  
de Interferência de Tráfego. 2ª Edição - Brasília - DF, 2025. 47p.

1. Rodovias - Construções - Estimativa e Custo - Manuais. 2. Ferrovias -  
Construções - Estimativa e Custo - Manuais. 3. Aquavias - Construções -  
Estimativa e Custo - Manuais. I. Série. II. Título.

Reprodução permitida desde que citado o DNIT como fonte.

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**  
**DIRETORIA-GERAL**  
**DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA**  
**COORDENAÇÃO-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE**  
**TRANSPORTES**

**MANUAL DE CUSTOS DE**  
**INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**  
**FATOR DE INTERFERÊNCIA DE TRÁFEGO (FIT)**

**VOLUME 05**

**2ª Edição**  
**Brasília**  
**2025**

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES – MT  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT  
DIRETORIA-GERAL – DG  
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA – DPP  
COORDENAÇÃO-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – CGCIT

Setor de Autarquias Norte  
Quadra 03 Lote A, Ed. Núcleo dos Transportes  
CEP: 70040-902 - Brasília - DF  
Telefone/fax.: (061) 3315-4700  
E-mail: xxxxxxxx@xxxxx

TÍTULO: MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

Segunda Edição: 2025  
Elaboração ou Revisão: CGCIT/DPP/DNIT e FGV  
Contrato: xxx/20xx-00  
Aprovado pela Diretoria Colegiada do DNIT em xx/xx/xxxx (Relato nº xx/aaaa)  
Processo SEI nº xxxxx.xxxxxx/xxxx-xx

Primeira Edição: 2017  
Elaboração ou Revisão: CGCIT/DPP/DNIT e FGV  
Contrato: xxx/20xx-00  
Aprovado pela Diretoria Colegiada do DNIT em xx/xx/xxxx (Relato nº xx/aaaa)  
Processo SEI nº xxxxx.xxxxxx/xxxx-xx

## 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 de obras públicas.

Em consonância à história destes importantes órgãos, o *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes* 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.

A evolução dos procedimentos executivos de serviços de engenharia é constante, assim como o aprimoramento tecnológico dos equipamentos e materiais empregados nas atividades. Logo, é fundamental manter um processo contínuo de revisão do sistema para oferecer uma ferramenta de orçamentação representativa e atualizada.

Nesse sentido, com o objetivo de expandir a abordagem das premissas e metodologias já aplicadas, incorporando elementos técnicos e ampliando seu arcabouço conceitual, a estrutura organizacional dos dispositivos integrantes do sistema foi aprimorada. Os conteúdos 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 descrevem 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, consiste em 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.

Ao todo, o *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes*, em sua 2ª edição, está dividido em oito volumes:

- Volume 01 - Metodologia e Conceitos;
- Volume 02 - Mão de Obra;
- Volume 03 - Preços Referenciais;
- Volume 04 - Fator de Influência das Chuvas (FIC);
- Volume 05 - Fator de Interferência de Tráfego (FIT);
- Volume 06 - Canteiro de Obras;
- Volume 07 - Administração Local;
- Volume 08 - Mobilização e Desmobilização.

CAIO SARAVY CARDOSO  
Analista em Infraestrutura de Transportes  
Coordenador-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organograma do manual de custos do Fator de Interferência de Tráfego (FIT) .....	13
Figura 2 - Bloqueio de faixas (pistas duplas).....	27
Figura 3 - Bloqueio de faixas (pistas simples) .....	28

MINUTA

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de rodovias.....	22
---	----

MINUTA

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1</b>	<b>Requisitos legais e técnicos.....</b>	<b>13</b>
1.1.1	Requisitos legais .....	14
1.1.2	Requisitos técnicos.....	14
<b>2</b>	<b>CONCEITOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Especificidades do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO)</b> .....	<b>19</b>
2.1.1	Transporte de insumos.....	19
<b>2.2</b>	<b>Caracterização de vias e rodovias .....</b>	<b>19</b>
2.2.1	Vias urbanas.....	20
2.2.2	Rodovias rurais.....	21
<b>2.3</b>	<b>Volume Médio Diário (VMD).....</b>	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>Caracterização do tráfego em rodovias rurais e centros urbanos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b>Operações de sinalização.....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Levantamento de dados.....</b>	<b>31</b>
3.1.1	Distância Média de Transporte (DMT).....	32
3.1.2	Volume Médio Diário (VMD) por faixa .....	32
3.1.3	Operações de sinalização de obra .....	33
<b>3.2</b>	<b>Cálculo e aplicação do Fator de Interferência de Tráfego (FIT) .....</b>	<b>34</b>
3.2.1	Cálculo dos atrasos.....	34
3.2.2	Cálculo do Fator de Interferência de Tráfego (FIT) .....	40
3.2.3	Aplicação do Fator de Interferência de Tráfego (FIT).....	42
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>

MINUTA

## 1 INTRODUÇÃO

## 1 INTRODUÇÃO

Obras de infraestrutura rodoviária, como conservação, restauração, duplicação e construção de terceira faixa, apresentam uma relação de impacto mútuo com a dinâmica de tráfego das vias circundantes. Devido à própria natureza desses projetos, medidas preventivas são necessárias para a segurança, como a instalação de dispositivos de sinalização temporária e a interdição parcial ou total de pistas, influenciando diretamente o fluxo local de veículos.

Essas interferências no tráfego podem ocasionar atrasos no transporte dos insumos necessários à obra, comprometendo a eficiência logística e, consequentemente, impactando nos custos envolvidos no empreendimento.

Ademais, o percurso de transporte dos materiais até o canteiro de obras ou frentes de serviço, frequentemente, inclui trechos urbanos, que possuem uma dinâmica de tráfego diferenciada.

Diante disso, torna-se fundamental analisar a interação entre o tráfego e as obras e o seu impacto nos custos totais do empreendimento. No âmbito do SICRO, esse efeito é caracterizado pelo Fator de Interferência de Tráfego (FIT).

Anteriormente, o FIT era aplicado aos custos horários da mão de obra e equipamentos, sendo considerado um fator de interferência da produção do serviço. Como parâmetros de cálculo, eram utilizados os Volumes Médios Diários de tráfego (VMD) e percentuais relativos à proximidade de centros urbanos, com limites de impacto estabelecidos.

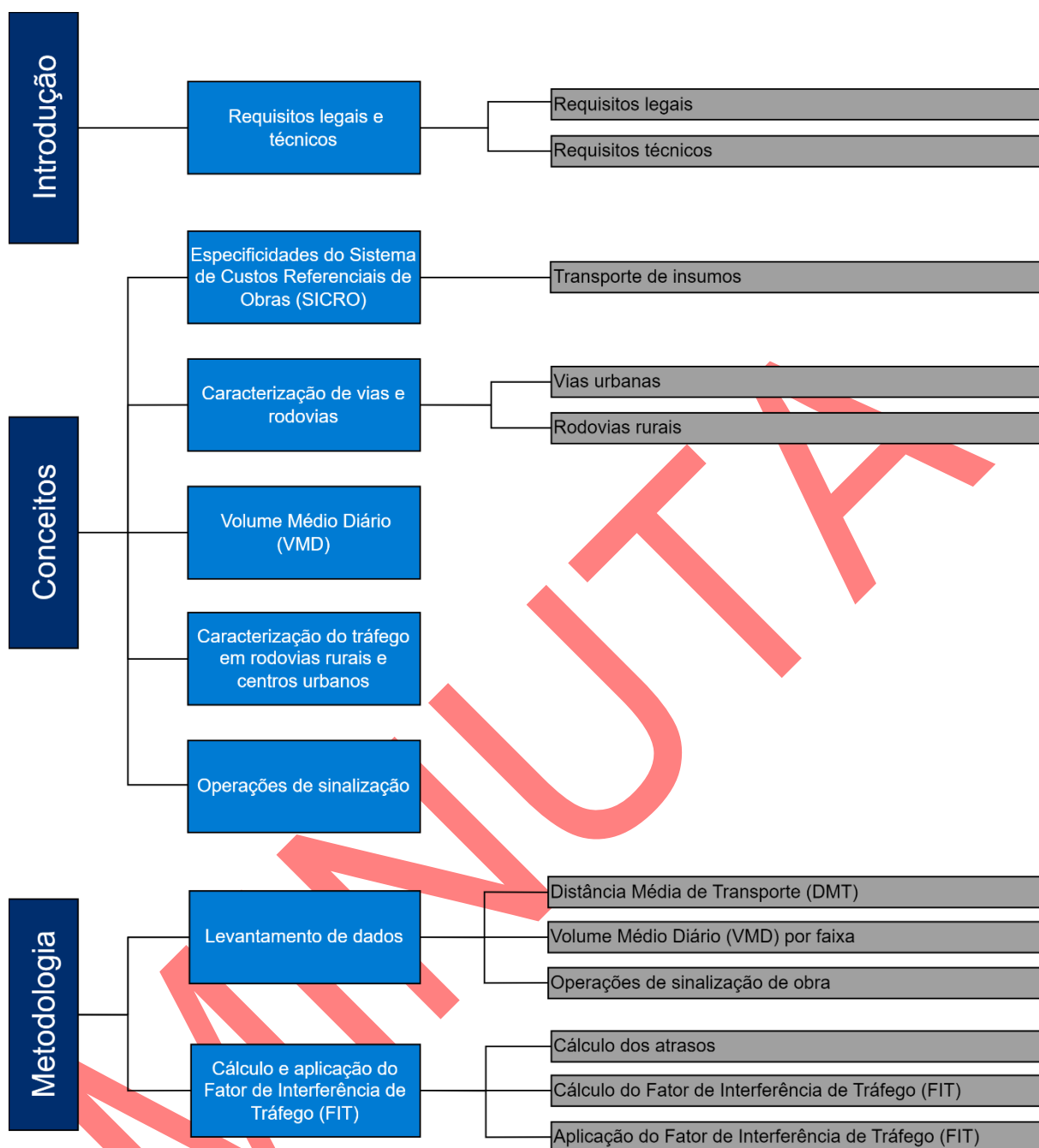
Considerando a contínua atualização do SICRO, a metodologia para o cálculo do FIT foi revisada com intuito de refletir observações de campo e estudos quanto à interferência do tráfego nos serviços. Nessa revisão foram considerados diversos fatores, como número de faixas de rolamento, velocidades médias dos veículos, volume de tráfego por faixa e o tráfego em centros urbanos.

A premissa utilizada na metodologia de cálculo do FIT apresentada neste volume do Manual compreende que o tráfego veicular não interfere na produção direta dos serviços, e sim no transporte dos insumos. Isso decorre do fato de que, em obras devidamente sinalizadas, o tráfego não deve prejudicar a execução das atividades que acontecem dentro das áreas delimitadas pela sinalização. Dessa forma, aplica-se o FIT apenas sobre a parcela de momento de transporte das composições de custos unitários do SICRO.

A metodologia atualizada considera o impacto do aumento do VMD por faixa de tráfego, as operações de sinalização que podem causar congestionamentos e os atrasos no transporte de materiais em áreas urbanas devido ao fluxo distinto nas vias com características locais e coletoras das cidades.

O *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05 - Fator de Interferência de Tráfego* dispõe dos conceitos e da metodologia utilizada para o cálculo do FIT.

Para melhor compreensão do documento, a Figura 1 apresenta um organograma do sumário, exibindo os títulos das seções até o nível 3, de modo a permitir a visualização dos principais conceitos abordados no Capítulo 2, assim como a metodologia utilizada para calcular o FIT, conforme detalhado no Capítulo 3. O Capítulo 4, por fim, aborda as considerações finais deste volume do Manual de Custos. Por apenas fornecer uma visão geral das informações apresentadas, esse capítulo não está incluído no organograma a seguir.



**Figura 1 - Organograma do manual de custos do Fator de Interferência de Tráfego (FIT)**

Fonte: FGV IBRE

## 1.1 Requisitos legais e técnicos

Os itens a seguir abordam os requisitos legais e técnicos relacionados à metodologia do Fator de Interferência de Tráfego (FIT), os quais auxiliam na definição de parâmetros e permitem uma abordagem em conformidade com os normativos e padrões técnico-operacionais pertinentes.

### 1.1.1 Requisitos legais

Requisitos legais são obrigações, condições ou critérios estabelecidos por leis, regulamentos, normas ou outras formas de legislação. São impostos por autoridades governamentais ou entidades reguladoras e devem ser cumpridos por indivíduos, organizações ou empresas para atender à legislação vigente.

Dentre os requisitos legais avaliados, destaca-se o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei nº 9.503 (Brasil, 1997), de 23 de setembro de 1997. Conforme especificado em seu Artigo 60, as vias urbanas, conforme sua função e os limites de velocidade estipulados, são classificadas do seguinte modo:

- via de trânsito rápido: limite de 80 km/h;
- via arterial: limite de 60 km/h;
- via coletora: limite de 40 km/h;
- via local: limite de 30 km/h.

O cumprimento das normas não exime as empresas da obrigação de observar outras disposições, as quais podem divergir conforme a localização da obra, em decorrência das particularidades dos serviços executados ou em relação a características específicas dos insumos transportados. Isso inclui a obtenção de autorizações dos órgãos competentes quando necessário, como a prefeitura local, o Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) e outros órgãos reguladores.

### 1.1.2 Requisitos técnicos

Requisitos técnicos são especificações detalhadas das características, funcionalidades, desempenho e outros aspectos técnicos necessários para o desenvolvimento, implementação ou operação de um produto, sistema ou serviço. São formulados para garantir que o produto atenda aos padrões desejados, cumpra com as expectativas de desempenho e possa ser integrado de forma eficiente em um ambiente específico.

Os requisitos técnicos abordados neste item são:



- *Manual de Capacidade Rodoviária (Highway Capacity Manual - HCM)*;
- *Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)*;
- *Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias* do DNIT.

Vale salientar que somente atender os requisitos técnicos apresentados não faz com que as empresas estejam isentas de seguir outras disposições, que podem divergir conforme a localização da obra, em decorrência das particularidades dos serviços executados ou em relação a características específicas dos insumos transportados.

#### 1.1.2.1 Manual de Capacidade Rodoviária

Para análise do nível de serviço e a capacidade de componentes viários, emprega-se o *Manual de Capacidade Rodoviária* (NASEM, 2022), também intitulado *Highway Capacity Manual* (HCM). O documento em questão define parâmetros para caracterização de uma via, considerando extensão do trecho, características do terreno, inclinações, número de faixas e tipos de veículos.

No que se refere à caracterização de vias urbanas, NASEM (2022) aborda uma variedade de aspectos relacionados aos ambientes urbanos. Entre os fatores considerados estão a presença de desenvolvimento urbano, densidade populacional, facilidade de acesso, o volume de tráfego, distribuição de tipos de veículos, geometria da via, presença de pedestres e ciclistas, além de elementos de sinalização e controle de tráfego.

Para as rodovias pavimentadas, o NASEM (2022) explora parâmetros como capacidade e nível de serviço, dinâmica do fluxo de tráfego e velocidades, assim como questões de segurança viária.

#### 1.1.2.2 Manual de Estudos de Tráfego do DNIT

O *Manual de Estudos de Tráfego* (DNIT, 2006) apresenta detalhes sobre os veículos representativos, abrangendo a legislação pertinente às dimensões e pesos, além da distribuição desses veículos em trânsito no país e os veículos de projeto. Essas informações são fundamentais para compreender o comportamento do tráfego e as restrições operacionais que podem influenciar o transporte de insumos.

Além disso, o documento estabelece parâmetros relacionados ao volume de tráfego, fornecendo as diretrizes necessárias para determinar o fluxo atual. Pesquisas sobre o assunto, como contagens volumétricas, oferecem dados significativos sobre o volume de tráfego em uma via específica. Um dos parâmetros definidos, por exemplo, é o Volume Médio Diário (VMD), essencial para compreensão da demanda de tráfego em uma via e aplicação da metodologia do FIT.

Por fim, o Manual também apresenta a capacidade e níveis de serviço de diferentes tipos de rodovias, fornecendo critérios para avaliar seu desempenho operacional.

#### 1.1.2.3 Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias do DNIT

O *Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias* (DNIT, 2010a) estabelece as diretrizes e normas para a implementação de sinalização em obras e situações emergenciais ao longo das rodovias. O documento em questão oferece uma abordagem detalhada sobre os parâmetros para escolha e implantação da sinalização, considerando não apenas a localização da obra na pista de rolamento, mas também características específicas do trecho, o tráfego local e outros fatores relevantes, assegurando a segurança de condutores e trabalhadores.

Além disso, o documento apresenta orientações específicas para sinalização de desvios necessários durante a execução da obra. Isso inclui a sinalização de tráfego em meia pista, com a utilização de placas de "PARE" e "SIGA" quando houver circulação alternada, detalhando procedimentos para controlar o tráfego de forma eficiente. O manejo envolve a apresentação de projetos-tipos de diferentes bloqueios e desvios, traçando estratégias para garantir a segurança da obra ao mesmo tempo em que minimizam os impactos no fluxo de tráfego.

Ressalta-se que o cumprimento dessas diretrizes é importante para certificar tanto a segurança viária quanto a eficácia do serviço oferecido. O correto uso da sinalização alerta os condutores sobre possíveis mudanças nas condições da estrada e minimiza consideravelmente os riscos de acidentes. Além disso, ao guiar os motoristas de maneira clara e precisa, a sinalização contribui para a manutenção da produção da mão de obra, assegurando a execução do serviço de maneira eficaz e segura.

MINUTA

## 2 CONCEITOS

O Fator de Interferência de Tráfego (FIT) é uma metodologia aplicada ao transporte de insumos em obras de infraestrutura rodoviária, visando contemplar os atrasos provocados pelo tráfego. Esses atrasos podem ser classificados em três categorias principais: redução da velocidade média devido ao aumento do Volume Médio Diário (VMD) de tráfego por faixa, operações de sinalização e o tráfego em vias urbanas.

Para determinação da interferência do tráfego em um projeto deve-se compreender os conceitos que embasam as composições de custos do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), de modo a contextualizar os parâmetros relacionados à aplicação do FIT.

As características específicas das vias também desempenham importante função, uma vez que cada trecho rodoviário apresenta singularidades em termos de extensão, condições topográficas, quantidade de faixas e tipos de veículos que nele circulem, tanto em áreas rurais quanto urbanas. Essas variáveis influenciam o gerenciamento do tráfego durante a execução das obras e intervenções.

Outro fator fundamental para a aplicação do FIT é a análise do Volume Médio Diário (VMD) por faixa, o qual fornece uma estimativa do fluxo de veículos na via e permite avaliar a demanda de tráfego.

A operação de sinalização, por sua vez, exerce influência direta sobre a aplicação da metodologia, uma vez que a execução de obras rodoviárias requer a implantação de sinalização adequada para redirecionar o tráfego, assegurando tanto a segurança viária quanto a integridade dos serviços realizados. Utiliza-se com frequência o sistema de "PARE" e "SIGA", necessário quando há apenas uma faixa disponível para o tráfego em ambas as direções.

Os itens a seguir apresentam os conceitos dos principais parâmetros que compõem o Fator de Interferência de Tráfego (FIT).

## 2.1 Especificidades do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO)

O Fator de Interferência de Tráfego (FIT) incide sobre a parcela de momento de transporte, baseando-se na premissa de que a presença de tráfego durante a execução dos serviços ocasiona a redução da velocidade média de transporte. Dessa forma, o transporte dos insumos sujeita-se a fatores como o volume de tráfego, as interferências na via devido às obras, as regras de trânsito, entre outros fatores. Assim, a aplicação do FIT considera o impacto desses fatores no tempo de deslocamento dos materiais.

### 2.1.1 Transporte de insumos

Com relação ao serviço de transporte, os preços dos insumos podem ser caracterizados de duas formas:

- *Cost, Insurance and Freight* (CIF), referente à custo, seguro e frete;
- *Free On Board* (FOB), referente ao preço livre de frete.

Quando o transporte dos insumos é realizado pelo fornecedor, caracteriza-se o preço como CIF (custo que inclui seguro e frete) e o fornecedor assume todos os custos e riscos relacionados à entrega dos materiais no canteiro de obras. Caso o transporte seja realizado pela empresa contratada, caracteriza-se o preço como FOB (livre de frete) e a empresa assume todos os custos e riscos com o transporte dos insumos.

No caso do transporte executado pela empresa contratada, é importante considerar o tráfego como um fator de interferência que pode ocasionar atrasos e custos adicionais. Nesse contexto, aplica-se o FIT especificamente ao transporte de insumos caracterizado como livre de frete (FOB) e executado pela empresa contratada, do local de fornecimento até o canteiro de obras ou frente de serviço.

## 2.2 Caracterização de vias e rodovias

Para caracterizar uma via, de acordo com o *Highway Capacity Manual* (NASEM, 2022), deve-se analisar fatores como a extensão do trecho, as peculiaridades do terreno, as inclinações (ou greides), o número de faixas, assim como a influência dos diferentes tipos de veículos.

Na aplicação da metodologia do FIT é necessário identificar as vias urbanas e as rodovias rurais, cujas particularidades são detalhadas nos itens a seguir.

### 2.2.1 Vias urbanas

Nas áreas urbanizadas, as vias desempenham um papel significativo, uma vez que são elementos essenciais para circulação e conectividade dentro da estrutura urbana. De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), a via é uma superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, a ilha e o canteiro central.

No que se refere às superfícies destinadas ao trânsito de veículos, o Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997) classifica as vias urbanas, em função da sua utilização, nas seguintes categorias:

- via de trânsito rápido: caracteriza-se por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível;
- via arterial: caracteriza-se por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade;
- via coletora: destina-se a coletar e distribuir o fluxo que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o deslocamento dentro das regiões da cidade;
- via local: caracteriza-se por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Os ambientes urbanos envolvem interações com fluxos de pedestres, bicicletas e motocicletas, juntamente com dispositivos de sinalização de trânsito, como semáforos e placas, além de redutores de velocidade, como lombadas e radares. Em função desses fatores, a velocidade nas vias urbanas é frequentemente reduzida, sendo essa redução mais perceptível nas vias com características coletoras e locais.

### 2.2.2 Rodovias rurais

De acordo com DNIT (2007), as rodovias rurais são trechos que conectam áreas urbanas e industriais, pontos de geração e atração de tráfego, e pontos significativos dos segmentos modais, atravessando áreas rurais.

As rodovias podem ser caracterizadas em função da condição do revestimento, conforme as seguintes definições:

- rodovia pavimentada: superfície revestida de asfalto, concreto ou outro material apropriado para o tráfego de veículos;
- revestimento primário: primeira camada de material aplicada sobre o leito natural de uma estrada não pavimentada, geralmente composta por cascalho, brita ou solo estabilizado;
- leito natural: superfície de rolamento que se apresenta no próprio terreno natural.

Considerando que a maior parte das rodovias federais é pavimentada e que a maioria dos transportes ocorre por meio dessas vias, os fluxos de tráfego mais significativos concentram-se nas rodovias pavimentadas. Diante desse cenário, caracteriza-se a interferência do tráfego especificamente nessas localidades. Para as demais classificações (leito natural e revestimento primário), os volumes de tráfego geralmente não atingem níveis elevados, causando impactos irrelevantes em comparação às rodovias pavimentadas.

#### 2.2.2.1 Rodovia rural pavimentada

A rodovia pavimentada é uma via de superfície revestida que se estende por diferentes regiões, projetada para promover a conectividade e facilitar o transporte de pessoas, mercadorias e produtos entre essas localidades. A pavimentação proporciona uma superfície mais estável e segura para o tráfego de veículos, tornando o deslocamento mais eficiente e confortável, especialmente em condições climáticas adversas.

As rodovias pavimentadas diferenciam-se pelo número de faixas e por sentido de tráfego da pista de rolamento, sendo classificadas em rodovias de pista dupla ou de pista simples (CNT, 2023).

O *Manual de Implantação Básica de Rodovia* (DNIT, 2010b) estabelece critérios de classificação de rodovias quanto ao seu padrão técnico, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Classificação de rodovias**

Classe		Características
0		Via expressa - controle total de acesso
I	A	Pista dupla - controle parcial de acesso
	B	Pista simples
II		Pista simples
III		Pista simples
IV		Pista simples

Fonte: Adaptado Manual de Implantação Básica (2010b)

Para avaliação do grau de eficiência oferecido pela via, o *Highway Capacity Manual* (NASEM, 2022) apresenta o conceito de nível de serviço, o qual se refere a um conjunto de condições operacionais presentes em um fluxo de tráfego, considerando aspectos como velocidade, tempo de deslocamento, restrições ou interrupções no tráfego, grau de facilidade de manobra, segurança, conforto e eficiência econômica.

O *Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas* (DNIT, 2010c), com base no conceito apresentado no *Highway Capacity Manual* (NASEM, 2022), estabelece a seguinte classificação para os níveis de serviço:

- nível de serviço A: fluxo livre;
- nível de serviço B: fluxo razoavelmente livre;
- nível de serviço C: fluxo estável;
- nível de serviço D: fluxo próximo à instabilidade;
- nível de serviço E: fluxo instável (limitado pela capacidade);
- nível de serviço F: fluxo forçado ou com interrupções.

Nesse contexto, a distinção entre pistas simples e pistas duplas exerce influência sobre os níveis de serviço, uma vez que as rodovias duplicadas permitem o desenvolvimento de velocidades médias superiores e proporcionam condições mais seguras para a realização de ultrapassagens.



O nível de serviço de uma rodovia também está relacionado ao seu Volume Médio Diário (VMD) de tráfego, o qual representa uma medida quantitativa das condições operacionais da via. O VMD é um fator fundamental na estimativa do Fator de Interferência de Tráfego (FIT). Portanto, compreender os níveis de serviço torna-se essencial para avaliação do impacto do VMD em uma rodovia.

### **2.3 Volume Médio Diário (VMD)**

O Volume Médio Diário (VMD) consiste na média do volume de veículos que circula em um trecho da via durante 24 horas. O quantitativo representa, de forma otimizada, a utilização da via, sendo aplicado para calcular índices de uso, como taxas de acidentes e receitas de postos de pedágio, assim como auxiliar no planejamento de benefícios e investimentos (DNIT, 2006).

Os volumes médios referem-se a um período representativo, expressos pela quantidade de veículos por dia, podendo ser diferenciados da seguinte forma:

- Volume Médio Diário anual (VMDa): total de veículos que trafegam em um ano dividido por 365 dias;
- Volume Médio Diário mensal (VMDm): total de veículos que trafegam em determinado mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere;
- Volume Médio Diário semanal (VMDs): total de veículos trafegando em uma semana dividido por sete dias. Deve constar o nome do mês a que se refere;
- Volume Médio Diário em um dia de semana (VMDd): total de veículos que trafegam em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

Além do parâmetro temporal, o volume médio diário pode ser mensurado por pista ou por faixa. O VMD por pista representa o total de veículos que trafegam em todas as faixas de uma pista, enquanto o VMD por faixa pode ser calculado a partir da média das contagens individuais de cada faixa ou pela divisão do VMD total por pista pelo número de faixas disponíveis. Essa distinção é importante, pois o impacto do VMD sobre o tráfego é proporcional à quantidade de faixas de rolamento disponíveis, influenciando diretamente a capacidade e a fluidez da via.

O Volume Médio Diário anual (VMDa) por faixa é o parâmetro mais adequado para a aplicação da metodologia do FIT, pois oferece uma análise mais abrangente das variações sazonais ao longo do ano, capturando tanto eventos pontuais quanto tendências de longo prazo que afetam o fluxo de tráfego. No entanto, quando os estudos de tráfego não fornecem dados anuais, outros períodos representativos podem ser considerados. Além disso, ao utilizar o VMD por faixa, a análise abrange não apenas o volume total de veículos, mas também a distribuição desse tráfego entre as faixas, proporcionando uma visão mais precisa do comportamento veicular.

Durante a fase de elaboração do projeto, o conhecimento desse parâmetro torna-se um fator relevante para a avaliação da distribuição de tráfego, a definição da demanda de uma via e a programação de melhorias básicas.

Nos casos em que os projetos não contenham dados específicos para a determinação do VMD por faixa, pode-se coletá-los em bases de dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), como o Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) e o Programa Nacional de Controle Eletrônico de Velocidade (PNCV), ou em outras fontes verificadas pelo usuário. Ressalta-se que, quando os valores são obtidos sem um estudo de tráfego específico, deve-se justificar e referenciar a base utilizada nos memoriais descritivos do orçamento.

O PNCT é uma base de dados pública organizada pela Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos (CGPLAN) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), com o objetivo de fornecer informações abrangentes sobre a malha rodoviária federal brasileira. Essa base de dados oferece subsídios essenciais para diversos estudos de planejamento, como análises econômicas, projetos de infraestrutura rodoviária e operações viárias, além de orientações para melhorias no transporte rodoviário. Para isso, o PNCT utiliza a pesquisa de origem e destino e a contagem de tráfego em pontos monitorados.

A pesquisa de origem e destino visa caracterizar o tráfego nas principais rotas rodoviárias, auxiliando o planejamento estratégico da infraestrutura rodoviária federal. A contagem de tráfego, por sua vez, consiste na instalação de equipamentos em locais específicos, os quais monitoram e classificam o volume de veículos que passam por determinados pontos da rodovia.

Por outro lado, o PNCV tem como foco o controle viário nas rodovias federais por meio da instalação, operação e manutenção de equipamentos eletrônicos, responsáveis pela coleta, armazenamento e processamento de dados estatísticos e imagens de infrações. Uma das principais ferramentas do PNCV é o controle de velocidade, que conta com a disponibilização de estudos técnicos de monitoramento sobre a eficácia dos equipamentos de fiscalização, como redutores eletrônicos de velocidade, controladores eletrônicos de velocidade e controladores eletrônicos mistos.

Os estudos fornecem informações sobre os trechos onde os equipamentos de fiscalização estão instalados. Entre as informações relevantes para o FIT, destacam-se a quantidade de faixas de trânsito, o Volume Médio Diário (VMD), o sentido da via, a velocidade regulamentada e praticada, além da data de levantamento dos dados.

## **2.4 Caracterização do tráfego em rodovias rurais e centros urbanos**

O tráfego refere-se ao movimento de veículos, pedestres ou outros meios de transporte em uma determinada via, como estradas, ruas, avenidas e rodovias. Diversos fatores influenciam o tráfego de veículos, como a capacidade da via, as interferências urbanas, as condições da infraestrutura viária e os padrões de deslocamento da população.

Com o objetivo de caracterizar os padrões de deslocamento, utilizam-se amplamente dois conceitos: mobilidade e acessibilidade, descritos por Cavalcante e Holanda (2005) da seguinte maneira:

- **acessibilidade:** refere-se à capacidade de fornecer a todas as pessoas, independentemente de suas habilidades físicas ou limitações, a oportunidade de acessar e utilizar as vias públicas, os sistemas de transporte e as infraestruturas;
- **mobilidade:** refere-se à capacidade das pessoas e bens de se deslocarem de maneira eficiente e eficaz dentro de uma determinada área geográfica.

Cavalcante e Holanda (2005) discorrem que, quanto maior a acessibilidade de uma via, menor a sua mobilidade, e quanto maior a sua mobilidade, menor sua acessibilidade.

De forma a compreender e caracterizar o tráfego em rodovias rurais pavimentadas e vias urbanas pavimentadas, deve-se analisar as interferências e particularidades de cada contexto.

O tráfego em vias urbanas caracteriza-se pela circulação de veículos em áreas com muitas interferências humanas e altas densidades populacionais. Essas vias são afetadas por diversos dispositivos, como semáforos, placas de sinalização, lombadas e radares, os quais reduzem a velocidade e, conseqüentemente, a mobilidade. Apesar dessas restrições, as vias urbanas oferecem maior acessibilidade aos centros das cidades.

Em rodovias rurais pavimentadas, diversos fatores podem influenciar o tráfego dos veículos, incluindo as características geométricas do traçado, a classificação da rodovia (pista dupla ou simples), o relevo local e possíveis interferências ao longo do percurso. Ao contrário das vias urbanas, as rodovias oferecem maior mobilidade, facilitando deslocamentos mais rápidos e eficientes entre diferentes trechos.

As rodovias, portanto, proporcionam alta mobilidade, mas oferecem menos pontos de acesso. Em contrapartida, as vias urbanas apresentam maior acessibilidade com mais pontos de acesso, mas seu deslocamento é limitado devido a interferências.

Nesse contexto, as propriedades de acessibilidade e mobilidade tornam-se fundamentais para a caracterização do tráfego e para relacionar a velocidade de operação das vias.

## **2.5 Operações de sinalização**

A sinalização de trânsito possui o objetivo de organizar a circulação de veículos e pedestres nas vias públicas, oferecendo informações relevantes para a disciplina na movimentação do tráfego, com foco na segurança, fluidez e comodidade dos usuários (UNESP, 2012).

A execução de obras ou demais serviços em rodovias pode gerar conflitos no trânsito local, tornando indispensável uma sinalização adequada para assegurar a circulação segura e eficiente dos veículos.

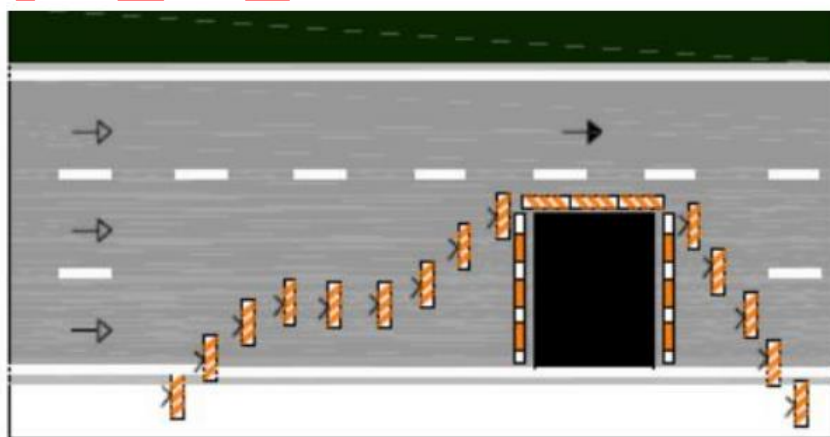
Segundo o *Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias* (DNIT, 2010a), deve-se adaptar a sinalização com base na localização da obra na pista, nas características do trecho, no volume de tráfego local e em outros fatores pertinentes.

A sinalização de obras pode variar desde o bloqueio parcial da pista, em que uma faixa é fechada para o trânsito, afetando um sentido da via e mantendo o fluxo no sentido oposto inalterado, até a interdição total de um sentido. Neste último caso, o tipo de desvio necessário depende da configuração da pista (simples ou dupla), resultando em diferentes tipos de interferência no tráfego.

Os dispositivos de canalização e segurança incluem uma variedade de equipamentos instalados ao longo da pista para orientar o tráfego e garantir a segurança dos operadores (DNIT, 2010a).

Entre os dispositivos e procedimentos de segurança demonstrados no *Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias* (DNIT, 2010a), destacam-se as operações de sinalização para o bloqueio total ou parcial de um sentido da pista.

No caso de rodovias com pista dupla, as quais possuem duas ou mais faixas de circulação em cada sentido, a sinalização para bloqueio parcial direciona o tráfego para as faixas adjacentes, conforme ilustrado na Figura 2.

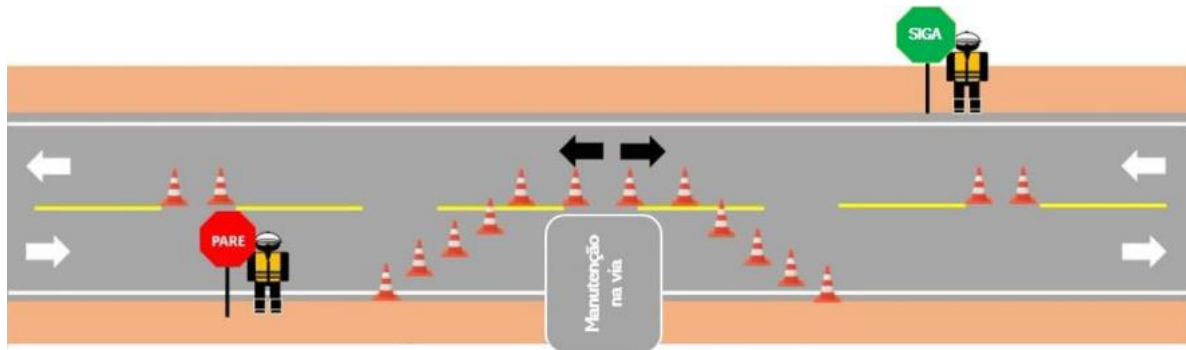


**Figura 2 - Bloqueio de faixas (pistas duplas)**

Fonte: DNIT, 2010a

No caso do bloqueio total, a execução de obras em rodovias libera o tráfego em apenas uma faixa de rolamento livre de interferências, de maneira que a circulação ocorra segundo a alternância do direito de passagem (DAER/RS, 2013).

Para gerenciar essa alternância, são utilizados sinais de “PARE” e “SIGA”, que ajudam a regular o fluxo de veículos e garantir a segurança dos trabalhadores que atuam nas proximidades do tráfego, conforme ilustrado na Figura 3.



**Figura 3 - Bloqueio de faixas (pistas simples)**

Fonte: Adaptado de *Sustentagil*, 2018

É fundamental ressaltar a importância da elaboração de um projeto de sinalização adequado, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo *Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias* (DNIT, 2010a).

MINUTA

### 3 METODOLOGIA

O presente capítulo detalha a metodologia de cálculo do Fator de Interferência de Tráfego (FIT) e os critérios para a sua aplicação em orçamentos realizados com o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), conforme os conceitos e definições estabelecidos anteriormente.

O FIT é aplicável ao transporte de insumos realizado pelo executor da obra e deve ser utilizado apenas em trechos pavimentados. Esses trechos classificam-se como rodovias rurais pavimentadas ou vias urbanas pavimentadas, cada uma com características de tráfego distintas, as quais requerem métodos específicos para calcular os atrasos no transporte dos materiais.

Para determinar o FIT, torna-se essencial analisar os dados fornecidos pelo projeto, com especial atenção para as Distâncias Médias de Transporte (DMT). Durante a etapa de levantamento de dados, deve-se classificar e definir a extensão dos trechos percorridos, distinguindo entre Distância Média de Transporte em rodovia rural pavimentada (DMTr) e Distância Média de Transporte em vias urbanas pavimentadas (DMTu). Cabe destacar que todos os insumos com incidência do FIT devem constar na tabela de DMT do projeto.

Além disso, outro parâmetro fundamental para a definição do FIT é o Volume Médio Diário (VMD), obtido a partir dos estudos de tráfego presentes no projeto. Na ausência desses estudos, o usuário pode recorrer a outras bases de dados para auxiliar na aplicação da metodologia, desde que a escolha seja devidamente justificada nos memoriais descritivos do orçamento. Por fim, faz-se necessário reunir informações sobre a sinalização da obra.

Em resumo, o cálculo do FIT envolve a determinação de três tipos de atrasos, que são:

- atraso devido ao aumento do Volume Médio Diário (VMD) por faixa, que resulta na redução da velocidade operacional da rodovia pavimentada por conta do aumento de veículos circulando;



- atraso devido às operações de sinalização “PARE” e “SIGA”, que ocorrem exclusivamente em pista simples e só permitem uma única faixa de circulação para os dois sentidos da via durante a realização das obras;
- atraso devido ao tráfego em vias urbanas pavimentadas, previsto para o transporte de insumos cujo percurso passe por centros urbanos (*i.e.*, DMTu), compartilhando características de tráfego similares às vias coletoras e locais, conforme descrito nos itens 2.2 e 2.4 deste volume do Manual. Nesse caso, a redução da velocidade operacional ocorre devido às interferências típicas do ambiente urbano.

Os itens a seguir apresentam as etapas da metodologia para a determinação e aplicação do Fator de Interferência de Tráfego (FIT).

### **3.1 Levantamento de dados**

Em um projeto, a definição dos dados torna-se muito importante para a adequada remuneração dos custos adicionais decorrentes da interferência do tráfego. Isso deve-se ao fato de que os tempos de atraso no transporte de insumos são calculados utilizando equações que dependem desses parâmetros.

As informações de projeto necessárias para a definição do FIT incluem a tabela das Distâncias Médias de Transporte (DMT), diagrama linear de ocorrências ou localização da origem dos insumos transportados, mapa de situação, especificações de sinalização da obra, Volume Médio Diário (VMD) por faixa, e os trechos de obras, além de outros dados relevantes avaliados pelo orçamentista. Em relação ao VMD por faixa, caso este não esteja disponível no projeto, deve-se calculá-lo por meio das opções indicadas no item 2.3.

Dessa forma, a partir dessas informações, são garantidas as seguintes etapas:

- avaliação dos locais de coleta dos insumos e dos trechos percorridos;
- determinação das distâncias médias em rodovias rurais pavimentadas e vias urbanas pavimentadas para todos os insumos sujeitos ao FIT;
- delimitação do Volume Médio Diário (VMD) por faixa;

- identificação dos serviços que necessitam das operações de sinalização “PARE” e “SIGA”.

Os itens a seguir descrevem os principais pontos de avaliação para determinação dos dados primários e aplicação da metodologia.

#### 3.1.1 Distância Média de Transporte (DMT)

O quadro de Distâncias Médias de Transporte (DMT) desempenha um papel essencial para a aplicação do FIT e deve considerar todos os insumos que terão a aplicação do fator. Esses insumos são aqueles cujos custos são livres de frete (FOB), ou seja, quando transporte é realizado pela empresa executora, conforme os conceitos do item 2.1.1.

Em seguida, identificam-se os materiais cujo transporte ocorre em rodovias rurais pavimentadas ou em vias urbanas pavimentadas, com suas respectivas DMTs. Com base nessa definição, cabe ao responsável decidir se o FIT será aplicado a todos os insumos do orçamento ou apenas àqueles mais significativos.

O quadro de DMT deve conter os insumos sujeitos ao FIT, com as distâncias pavimentadas divididas entre rodovias rurais pavimentadas (DMTr) e vias urbanas pavimentadas (DMTu). De forma a auxiliar na identificação dessas distâncias, devem ser utilizadas ferramentas como o mapa de situação da obra e o diagrama linear de ocorrências. Esses recursos proporcionam a visualização dos locais de transporte e das interferências durante do trajeto, facilitando a tomada de decisão quanto à aplicação do FIT sobre cada insumo.

#### 3.1.2 Volume Médio Diário (VMD) por faixa

Os dados de Volume Médio Diário (VMD) por faixa são fornecidos a partir de estudos de tráfego. Na ausência desses estudos, no entanto, pode-se recorrer às bases de dados do PNCT ou PNCV.

Caso o trecho apresente mais de um valor de VMD por faixa, deve-se calcular um VMD médio pela média ponderada dos trechos com diferentes volumes de tráfego. Esse procedimento aplica-se tanto para os dados provenientes de estudos quanto para os dados das bases do PNCT, PNCV ou outras bases utilizadas para a definição do quantitativo, como demonstrado pela Equação 1.

$$VMD_{mp} = \frac{\sum(DTr_i \times VMD_i)}{\sum DTr_i} \quad (1)$$

onde:

$VMD_{mp}$  é a média ponderada dos Volumes Médios Diários por faixa (un/dia);

$DTr_i$  é a Distância de Transporte em rodovia rural pavimentada do trecho correspondente a cada VMD (km);

$VMD_i$  é o Volume Médio Diário por faixa (un/dia).

A média ponderada dos VMDs considera a variação de tráfego ao longo do percurso da distância de transporte, assegurando uma estimativa mais representativa dos tempos de transporte e, conseqüentemente, uma aplicação correta do FIT.

### 3.1.3 Operações de sinalização de obra

As operações de sinalização consideradas na metodologia são aquelas que empregam um regime de fluxo de tráfego alternado, ou seja, as operações de "PARE" e "SIGA" para os trechos em pista simples. Essas operações afetam o tráfego no trecho, causando atrasos no transporte de materiais destinados às frentes de serviço.

Nos trechos sujeitos a essa sinalização, portanto, devem ser identificados quais materiais listados no quadro de DMT serão impactados. A partir dessa identificação, determina-se o atraso provocado pelos sinais de "PARE" e "SIGA" na via para o transporte dos insumos.

### 3.2 Cálculo e aplicação do Fator de Interferência de Tráfego (FIT)

Finalizada a etapa de levantamento de dados, a qual define os parâmetros de cálculo para a aplicação do FIT, calculam-se os atrasos que podem afetar o transporte dos insumos. Por fim, a equação de cálculo do FIT é apresentada no item 3.2.3.

#### 3.2.1 Cálculo dos atrasos

O Fator de Interferência de Tráfego (FIT) é calculado de forma a remunerar três tipos de atrasos classificados pelo orçamentista no transporte de insumos, que são causados pela redução da velocidade média devido ao aumento do Volume Médio Diário (VMD), pela operação de "PARE" e "SIGA" e pelo tráfego em vias urbanas.

Em relação ao VMD por faixa, observa-se que à medida que o volume de veículos aumenta, a velocidade média de deslocamento diminui, resultando no aumento do tempo necessário para percorrer uma determinada distância.

Quando se trata da sinalização de obras, especialmente com o uso de bandeirolas ou placas metálicas que indicam as operações de "PARE" e "SIGA", é essencial destacar seu impacto direto no transporte de insumos. As mudanças no tráfego causadas por essa sinalização, incluindo possíveis congestionamentos, têm efeito no tempo necessário para o deslocamento dos materiais.

Por fim, no caso do transporte de insumos em áreas urbanas, identificam-se atrasos devido ao tráfego nessas vias, o qual é impactado por fatores como fluxo de pedestres, bicicletas, dispositivos de controle de velocidade, lombadas, entre outros elementos.

Para as Distâncias Médias de Transporte superiores a 100 km, no entanto, a velocidade média permanece constante em 60 km/h devido à dissipação gradual do tempo ao longo da viagem. Dessa forma, não são previstos atrasos, resultando na não aplicação do FIT para as DMTs que excedem essa distância.

É importante notar que a aplicação do FIT é restrita a trechos pavimentados, sendo rodovias rurais pavimentadas ou vias urbanas pavimentadas. A seguir são apresentadas as equações utilizadas para remunerar os atrasos que incidem sobre o FIT.

### 3.2.1.1 Atraso devido ao aumento do Volume Médio Diário (VMD) por faixa

O atraso devido ao VMD por faixa refere-se à redução da velocidade média do veículo transportador em virtude do aumento da circulação de veículos em cada faixa de tráfego, resultando em um percurso mais demorado.

Esse atraso é aplicado ao transporte realizado em rodovia pavimentada, cujo valor de VMD faixa seja superior a 1.000. Caso contrário, o volume de veículos não é suficiente para causar um trânsito significativo, tornando a aplicação da equação desnecessária. Nesse caso, o valor do referido atraso é igual a zero.

É importante salientar que a modelagem dessa equação não estabelece limitações quanto ao valor máximo de VMD, uma vez que a saturação da pista deve ser analisada previamente. Essa análise deve ser fundamentada nos critérios de nível de serviço, conforme detalhado no item 2.2.2.1, e pode ser realizada por meio de estudos das condições gerais de operação da via no âmbito da engenharia de tráfego ou com o auxílio de *softwares* especializados.

Em resumo, para a aplicação da equação em questão, os seguintes critérios devem ser observados:

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

Para calcular o atraso devido à redução da velocidade média gerada pelo aumento do VMD por faixa, utiliza-se a Equação 2. Vale ressaltar que nessa aplicação é feita a conversão de horas para segundos (ou seja, 3.600 s/h).

$$A_1 = 3.600 \times \left[ \frac{DMTr}{(60,2 - 0,0002 \times VMD)} - \frac{DMTr}{V_p} \right] \quad (2)$$

onde:

$A_1$  é o atraso devido ao aumento do VMD (s);

DMTr é Distância Média de Transporte em rodovia rural pavimentada (km);

VMD é o Volume Médio Diário por faixa;

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

### 3.2.1.2 Atraso devido à operação de “PARE” e “SIGA”

O atraso devido à sinalização de “PARE” e “SIGA” diz respeito aos trabalhos realizados em pistas simples de rodovias pavimentadas, quando é liberada somente uma faixa de circulação para os dois sentidos da via durante a execução das obras, sendo interrompido totalmente o tráfego em um sentido da pista e permitido o tráfego apenas de forma alternada.

De acordo com o *Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias* (DNIT, 2010a), adota-se a prática de forma a controlar o fluxo de tráfego em situações como obras em pistas únicas, nas quais são utilizadas sinalizações apropriadas para o tráfego em meia pista, além da operação de um sinalizador. Essas operações podem ser realizadas por operadores tanto com placas metálicas quanto com bandeiras.

Além disso, também deve-se prever no orçamento a composição de custos “Operação de sinalização por bandeira de tecido ou com placa metálica - Código SICRO: 5213850” ou similar, conforme as exigências do DNIT e como previsto no projeto de sinalização da obra. Caso contrário, o valor do referido atraso deve ser igualado a zero.

A equação referente a esse atraso é aplicada apenas na parcela de momento de transporte de composições de custos que envolvam serviços com a possibilidade de induzir a ocupação de área da pista ou acostamento durante a execução, e quando os materiais estejam sendo transportados para essas frentes de serviço. Quando os insumos transportados para o canteiro de obras ou usina passem por trechos onde a área da pista está ocupada, o atraso pode ser considerado, desde que haja a justificativa adequada.

Dessa forma, o atraso está diretamente ligado à espera pela liberação do fluxo de veículos em cada direção da rodovia e aumenta gradualmente à medida que o volume de tráfego aumenta. Além das condições mencionadas, é necessário que a DMT dos insumos passe pelo trecho onde ocorrem as operações de sinalização de bloqueio total de um sentido da pista.

Em resumo, para a aplicação da equação em questão, devem ser observados os seguintes critérios:

- a rodovia rural deve ser pavimentada;
- a pista deve ser classificada como simples;
- o orçamento deve prever os serviços de sinalização de obras apropriados;
- o destino do insumo deve ser para uma frente de serviço com ocupação de área da pista ou acostamento.

Para calcular o atraso devido à operação de sinalização, utiliza-se a Equação 3.

$$A_2 = 70 + 0,0035 \times \text{VMD} \quad (3)$$

onde:

$A_2$  é o atraso devido à operação de “PARE” e “SIGA” (s);

VMD é o Volume Médio Diário por faixa.

#### 3.2.1.3 Atraso devido ao tráfego em vias urbanas pavimentadas

Atrasos devido ao tráfego em vias urbanas pavimentadas são previstos nos casos em que o transporte atravesse centros urbanos em vias pavimentadas, uma vez que existe uma redução de velocidade diante das interferências locais, como trânsito de pedestres, bicicletas, dispositivos de controle de velocidade, lombadas, faixas de pedestres, semáforos, entre outros.

Destaca-se que o atraso calculado devido ao tráfego em vias urbanas pavimentadas, assim como toda a metodologia empregada, aplica-se especificamente no transporte de insumos. Os demais impactos na execução da obra motivados pela proximidade de centros urbanos, como o aumento do tempo de execução, devem ser adequadamente considerados e previstos no planejamento da obra.

Para utilizar a expressão matemática, deve-se caracterizar as distâncias médias conforme as diretrizes estabelecidas nos itens 2.2 e 2.4 deste volume do Manual. Em resumo, para a aplicação da equação em questão, observam-se os seguintes critérios:

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

Para aplicação da metodologia do FIT, considera-se uma velocidade média de operação padrão, igual a 60 km/h para rodovias rurais pavimentadas e 30 km/h para vias urbanas pavimentadas.

Considerando essas velocidades médias, estabelece-se que, para cada quilômetro percorrido em vias urbanas pavimentadas, ocorre um atraso de 60 segundos no tempo de percurso, conforme representado pela Equação 4. Vale ressaltar que nessa aplicação é feita a conversão de horas para segundos (ou seja, 3.600 s/h).

$$F_c = \left( \frac{D}{V_u} - \frac{D}{V_p} \right) \times \frac{3.600}{D} \quad (4)$$

$$F_c = \left( \frac{1}{30} - \frac{1}{60} \right) \times \frac{3.600}{1}$$

$$F_c = 60 \text{ s/km}$$

onde:

$F_c$  é o fator de conversão gerado pela representação (s/km);



D é a distância-tipo (km);

$V_u$  é a velocidade em vias urbanas pavimentadas (30 km/h);

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

A velocidade estabelecida para as vias urbanas pavimentadas foi definida com base em estudos e considerações específicas para a aplicação da metodologia em questão. No entanto, pode-se realizar ajustes nessa velocidade para calcular um novo fator de conversão mediante uma justificativa técnica adequada e devidamente aprovada pelo órgão responsável.

Essas alterações devem ser realizadas pelo responsável técnico, com o objetivo de aprimorar a precisão das estimativas de custos, considerando as particularidades do centro urbano para o qual a metodologia será aplicada. É importante destacar, contudo, que o orçamentista assume a responsabilidade técnica ao optar por utilizar uma velocidade diferente da estabelecida nesta metodologia.

Para calcular o atraso devido ao tráfego nas vias urbanas pavimentadas, utiliza-se a Equação 5.

$$A_3 = F_c \times DMT_u \quad (5)$$

onde:

$A_3$  é o atraso devido ao tráfego nas vias urbanas pavimentadas (s);

$F_c$  é o fator de conversão referencial no âmbito do FIT para vias urbanas pavimentadas (s/km);

$DMT_u$  é a Distância Média de Transporte em vias urbanas pavimentadas (km).

### 3.2.2 Cálculo do Fator de Interferência de Tráfego (FIT)

O Fator de Interferência de Tráfego (FIT) é determinado a partir dos três principais atrasos que ocorrem durante o transporte de insumos, calculados no item 3.2.1, sendo definido o valor correspondente a cada insumo transportado e previamente selecionado para sua aplicação.

Em síntese, o cálculo do FIT resulta em diferentes valores, de acordo com as condições de transporte específicas de cada insumo e conforme determinado através dos critérios estabelecidos anteriormente.

Inicialmente, determina-se o fator padrão, dado pela Equação 6, cujo valor reflete a relação entre a velocidade padrão para o transporte e sua representação em termos de segundos por quilômetro. Vale ressaltar que nessa aplicação é feita a conversão de horas para segundos (ou seja, 3.600 s/h).

$$F_p = \frac{3.600}{V_p} \quad (6)$$

$$F_p = \frac{3.600}{60}$$

$$F_p = 60 \text{ s/km}$$

onde:

$F_p$  é o fator padrão (s/km);

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

Em seguida, calcula-se a DMT total pavimentada de cada insumo, representada por todos os trechos pavimentados nos quais o FIT pode ser aplicado. Isso inclui a soma das distâncias percorridas em rodovias rurais pavimentadas e vias urbanas pavimentadas, conforme descrito pela Equação 7.

$$DMTp = DMTr + DMTu \quad (7)$$

onde:

DMTp é a Distância Média de Transporte total pavimentada (km);

DMTr é a Distância Média de Transporte em rodovia rural pavimentada (km);

DMTu é a Distância Média de Transporte em via urbana pavimentada (km).

Por fim, após a determinação dos atrasos e das demais variáveis descritas anteriormente, define-se o FIT por meio da aplicação da Equação 8.

$$FIT = 1 + \frac{(A_1 + A_2 + A_3)}{DMTp \times F_p} \quad (8)$$

onde:

FIT é o Fator de Interferência de Tráfego aplicado aos serviços de transporte de insumos;

A<sub>1</sub> é o atraso devido ao aumento do VMD (s);

A<sub>2</sub> é o atraso devido à operação de “PARE” e “SIGA” (s);

A<sub>3</sub> é o atraso devido ao tráfego nas vias urbanas pavimentadas (s);

DMTp representa a Distância Média de Transporte total pavimentada dos insumos (km);

F<sub>p</sub> é o fator padrão referencial no âmbito do FIT (s/km), cujo valor padrão é igual a 60 s/km.

### 3.2.3 Aplicação do Fator de Interferência de Tráfego (FIT)

O valor do FIT, calculado no item 3.2.2, aplica-se aos custos referentes ao transporte dos insumos, multiplicando o valor da DMT pavimentada pelo FIT correspondente, o que resulta na Distância Média de Transporte em rodovia pavimentada com FIT ( $DMT_F$ ), conforme detalhado na Equação 9.

$$DMT_F = FIT \times DMT_p \quad (9)$$

onde:

$DMT_F$  é a Distância Média de Transporte total pavimentada com FIT (km);

$DMT_p$  é a Distância Média de Transporte total pavimentada (km);

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

A  $DMT_F$  obtida é aplicada na “Parcela F - Momento de Transporte” de cada composição de custos do orçamento que possui insumos na referida parcela, a fim de remunerar de forma equivalente os atrasos no transporte dos insumos.

MINUTA

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 05 - Fator de Interferência de Tráfego - 2ª Edição* apresenta a metodologia de cálculo do Fator de Interferência de Tráfego (FIT) para os custos de obras de infraestrutura de transportes do Sistema de Custos de Referências de Obras (SICRO). O FIT é aplicado na parcela de momento de transporte de composições de custos que preveem a remuneração do transporte em vias pavimentadas, desde que estejam dentro de todos os critérios estabelecidos ao longo do Manual.

O capítulo de conceitos aborda as especificidades do SICRO, incluindo a estrutura e funcionamento dos serviços de transportes de insumos. Em sequência, são discutidos conceitos de caracterização de vias e rodovias, com as diferenças e particularidades entre os trechos. Também foram abordados temas como o Volume Médio Diário (VMD) de veículos por faixa, juntamente com a definição do tráfego em rodovias pavimentadas e centros urbanos. Por fim, foram exploradas as operações de sinalização de obras no âmbito da metodologia.

Em seguida, o capítulo de metodologia demonstrou as premissas e procedimentos para levantamento de dados e cálculos dos tipos de atrasos que incidem sobre o Fator de Interferência de Tráfego (FIT). Foram apresentadas equações específicas para o cálculo dos três tipos de atrasos e, conseqüentemente, a determinação do FIT para sua aplicação no orçamento.

MINUTA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997.** Institui o Código Brasileiro de Trânsito. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm). Acesso em: 26 jan. 2024.

CAVALCANTE, A. P. H.; HOLANDA, F. R. B. Uso da sintaxe espacial na análise da dinâmica da hierarquia viária na cidade de Fortaleza, Ceará. In: XIX Congresso de pesquisa e ensino em transportes. **Anais eletrônicos do XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes.** Recife: ANPET, 2005. v. 2. p. 955- 966.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2022.** Brasília: CNT, 2023. Disponível em: <https://cnt.org.br/documento/6b24f1b4-9081-485d-835d-c8aafac2b708>. Acesso em: 10 mar. 2024.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Instruções para sinalização rodoviária.** Porto Alegre: DAER/RS, 2013. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/27154702-instrucoes-de-sinalizacao-rodoviaria.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. IPR 738: Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias. Rio de Janeiro: DNIT, 2010a. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/738\\_manual\\_sinalizacao\\_obras\\_emergenciais\\_rodovias.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/738_manual_sinalizacao_obras_emergenciais_rodovias.pdf). Acesso em: 10 mar. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. IPR 742: Manual de Implantação Básica de Rodovia. Rio de Janeiro: DNIT, 2010b. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/742\\_manual\\_de\\_implantacao\\_basica.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/742_manual_de_implantacao_basica.pdf). Acesso em: 10 mar. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **IPR 740:** Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas. Rio de Janeiro: DNIT, 2010c. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740\\_manual\\_projetos\\_geometricos\\_travessias\\_urbanas.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740_manual_projetos_geometricos_travessias_urbanas.pdf). Acesso em: 10 mar. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **Terminologias rodoviárias usualmente utilizadas.** Brasília: DNIT, 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/download/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodovitarias/terminologias-rodovitarias-versao-11.1.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **IPR 723:** Manual de Estudos de Tráfego. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/723\\_manual\\_estudos\\_trafego.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/723_manual_estudos_trafego.pdf). Acesso em: 10 mar. 2024.



NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Highway Capacity Manual 7th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis.** Estados Unidos da América: NASEM, 2022. 1286 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SÃO PAULO. **Engenharia De Tráfego: Capítulo 8 - Sinalização De Trânsito.** São Paulo: UNESP, 2012. Disponível em: <https://pessoas.feb.unesp.br/barbara/files/2012/08/LIVETCAP8.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

MINUTA