

# ***DNIT***

## **MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES FATOR DE INFLUÊNCIA DE CHUVAS (FIC)**

**VOLUME 04**

**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 INFLUÊNCIA DE CHUVAS (FIC)**

**VOLUME 04**

**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 04 - Fator  
de Influência de Chuvas. 2ª Edição - Brasília - DF, 2025. 57 p.

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.

**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 INFLUÊNCIA DE CHUVAS (FIC)**

**VOLUME 04**

**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 destinado a exemplificar o emprego das diretrizes e premissas constantes do SICRO, orientando a elaboração de orçamentos baseados no 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 Influência de Chuvas (FIC)	13
Figura 2 - Água no solo x água subterrânea	20
Figura 3 - Divisão nacional pelas mesorregiões hidrográficas	22
Figura 4 - Trajetória da água após a precipitação	28
Figura 5 - Estados brasileiros divididos em mesobacias e estações pluviométricas	33
Figura 6 - Método de Thiessen aplicado nas mesorregiões hidrográficas	34
Figura 7 - Etapas de execução de obra	40
Figura 8 - Ocorrências de solos naturais para o Brasil	43
Figura 9 - Classificações das etapas de execução	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista das 54 mesobacias do Brasil .....	23
Tabela 2 - Quantidade de estações pluviométricas selecionadas.....	32
Tabela 3 - Coeficiente de deflúvio ou <i>runoff</i> (C) .....	45
Tabela 4 - Coeficiente de deflúvio por etapa de obra, declividade e por Unidade Federativa .....	46
Tabela 5 - Fator de retenção por tipo de substrato .....	48
Tabela 6 - Fator de retenção por UF, tipo de solo e etapa de execução.....	48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Requisitos legais e técnicos.....</b>	<b>14</b>
1.1.1	Requisitos legais .....	14
1.1.1.1	NR 18 - Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção .....	14
1.1.1.2	NR 21 - Trabalhos a céu aberto .....	15
1.1.2	Requisitos técnicos.....	15
<b>2</b>	<b>CONCEITOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Ciclo hidrológico .....</b>	<b>17</b>
2.1.1	Precipitação.....	18
2.1.2	Evapotranspiração.....	18
2.1.3	Infiltração .....	19
2.1.4	Percolação.....	19
2.1.5	Escoamento superficial.....	20
<b>2.2</b>	<b>Bacias hidrográficas .....</b>	<b>21</b>
2.2.1	Base de Divisão Hidrográfica Nacional (DHN250) .....	21
<b>2.3</b>	<b>Dados pluviométricos .....</b>	<b>23</b>
2.3.1	Área de influência de estações pluviométricas.....	24
2.3.2	Série histórica.....	24
<b>2.4</b>	<b>Interação entre o ciclo hidrológico e as condições de contorno dos serviços .....</b>	<b>25</b>
2.4.1	Tipos de relevo e superfícies.....	25
2.4.2	Tipos de solo .....	26
2.4.3	Capacidade de retenção.....	27
2.4.4	Coeficiente de deflúvio .....	28

<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>Fator de intensidade de chuvas (nd) .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>Fator da natureza da atividade (fa) .....</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Coeficiente de deflúvio ou <i>runoff</i> (C).....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Etapas de execução da obra .....</b>	<b>39</b>
3.3.1.1	Etapa 1 .....	41
3.3.1.2	Etapa 2 .....	41
3.3.1.3	Etapa 3 .....	41
3.3.1.4	Etapa 4 .....	42
3.3.1.5	Etapa 5 .....	42
3.3.2	Tipos de superfície .....	42
3.3.3	Declividade .....	44
3.3.4	Valores referenciais .....	44
<b>3.4</b>	<b>Fator de retenção dos solos (fr) .....</b>	<b>47</b>
3.4.1	Valores referenciais .....	47
<b>3.5</b>	<b>Equação para cálculo do FIC.....</b>	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>

MINUTA

## 1 INTRODUÇÃO

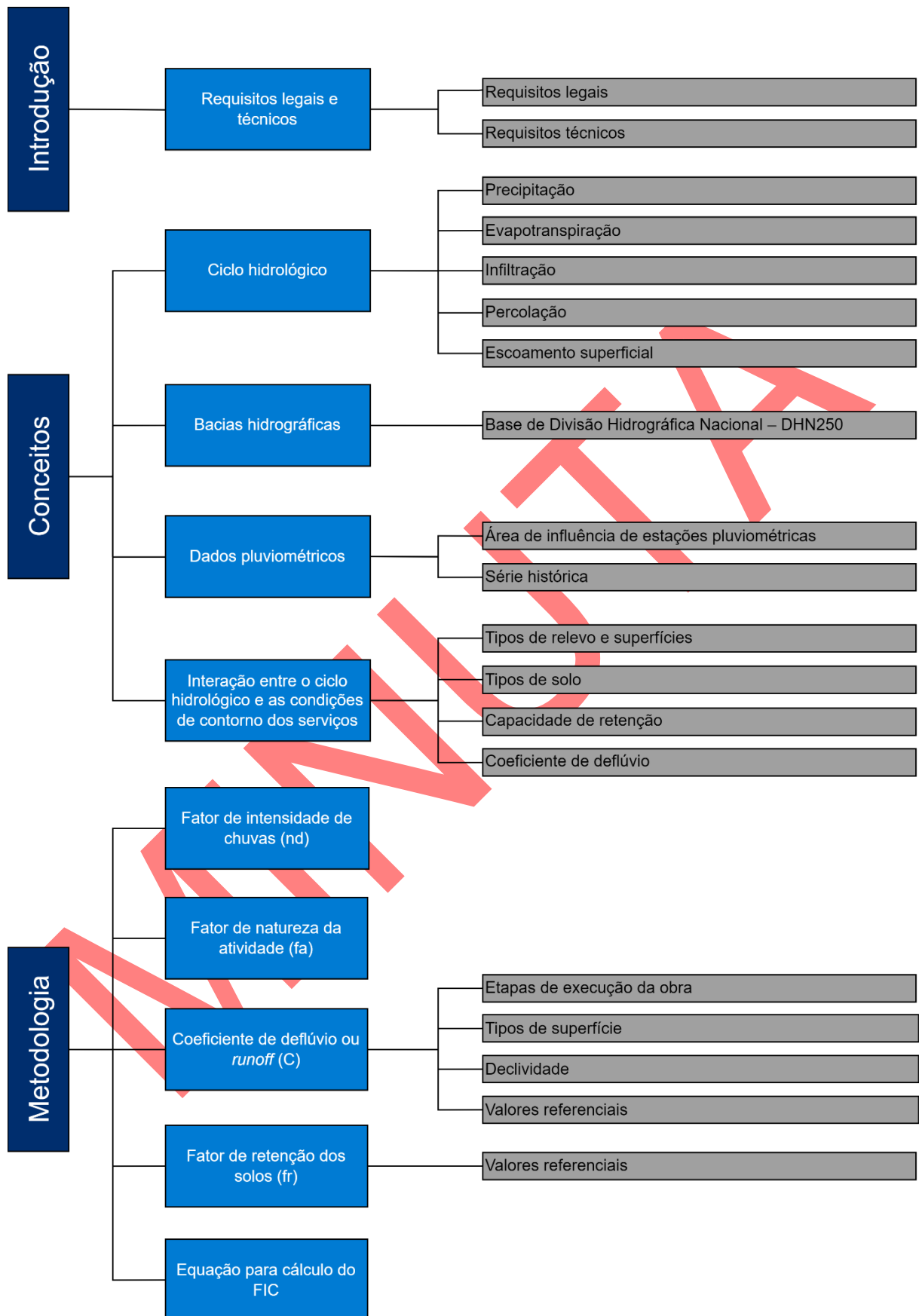
## 1 INTRODUÇÃO

As precipitações exercem influência na gestão de obras de infraestrutura de transportes e na definição de seus custos, uma vez que podem ocasionar interrupções das atividades. Essas paralisações não apenas afetam o cronograma global do projeto, como também acarretam custos adicionais devido à ociosidade dos equipamentos e da equipe de mão de obra.

A análise de dados provenientes de estações pluviométricas é uma ferramenta importante para prever a quantidade de dias paralisados em razão das chuvas. Sendo assim, ao explorar os padrões históricos de precipitação e relacioná-los com os impactos observados nas obras de infraestrutura, torna-se possível desenvolver modelos preditivos que auxiliam na análise e quantificação dos impactos financeiros causados pelas interrupções.

Nesse contexto, o SICRO contempla o Fator de Influência de Chuvas (FIC), que é um coeficiente de majoração do custo horário total improdutivo devido à paralisação de equipamentos e mão de obra em função das precipitações. Esse fator engloba coeficientes relacionados à intensidade das chuvas, à natureza da atividade realizada, à capacidade de retenção e de escoamento de água no solo.

O *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 04 - Fator de Influência de Chuvas* dispõe dos conceitos e da metodologia utilizada para o cálculo do FIC. 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 FIC, 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 Influência de Chuvas (FIC)**

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 Influência de Chuvas (FIC), 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 estão as Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego.

Vale salientar que o cumprimento dessas normas não exime as empresas de observar outras disposições, como aquelas estabelecidas em códigos de obras ou regulamentos do estado ou município onde a obra está situada, além de outras relacionadas ao trabalho em situações de chuvas.

#### 1.1.1.1 NR 18 - Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção

A NR 18 (Brasil, 2020), de redação dada pela Portaria SEPRT nº 3.733, de 10 de fevereiro de 2020, e modificada por meio da Portaria MTP nº 4.390, de 29 de dezembro de 2022, estabelece diretrizes sobre as condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, com condicionantes referentes à execução de serviços durante períodos de chuvas.

A citada norma, ao fixar diretrizes para a salvaguarda dos trabalhadores na execução de serviços, destaca a necessidade de medidas de segurança, visando mitigar riscos. Além disso, aborda as condições de trabalho, demandando proteção contra intempéries e garantindo o conforto térmico dos trabalhadores. Em paralelo, exige um planejamento detalhado das atividades de construção, incluindo adaptações e paralisações durante períodos chuvosos, a depender da necessidade.

#### 1.1.1.2 NR 21 - Trabalhos a céu aberto

A NR 21 (Brasil, 1999), de redação aprovada pela Portaria MTE nº 2.037, de 15 de dezembro de 1999, especifica a obrigatoriedade da existência de abrigos, ainda que rústicos, capazes de proteger os trabalhadores contra intempéries nos trabalhos executados a céu aberto.

#### 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 regulamentos técnicos destacam a importância de avaliar a execução de serviços de engenharia em condições de chuva, sugerindo a interrupção do trabalho quando necessário. A chuva pode afetar as propriedades dos materiais aplicados, a segurança do ambiente de trabalho e a qualidade do serviço final. Deve-se, portanto, consultar os regulamentos técnicos pertinentes aos serviços realizados, levando em consideração as informações sobre o impacto da precipitação.

O *Manual de Pavimentação* (IPR, 2006) enfatiza que as variações no teor de umidade têm um impacto significativo nos materiais utilizados em pavimentação. Como exemplo, observa-se que os solos argilosos tendem a tornar-se escorregadios, dificultando o tráfego, e que deslizamentos de taludes são comuns após chuvas intensas ou prolongadas. É importante, portanto, compreender a influência da ambiência hidrológica nos pavimentos e subleitos.

Em conclusão, os requisitos técnicos fornecem explicações acerca da influência da chuva nos serviços de engenharia. Embora essas orientações não estejam consolidadas em um único documento normativo, são consideradas informações essenciais do ponto de vista técnico. Dessa forma, é imprescindível consultar os dispositivos técnicos para cada um dos serviços.

MINUTA

## 2 CONCEITOS

O capítulo a seguir aborda conceitos necessários para a compreensão da metodologia de cálculo do Fator de Influência de Chuvas (FIC).

Nesse contexto, são elencados os elementos que compõem o ciclo hidrológico, fornecendo informações sobre precipitação, evapotranspiração, infiltração, percolação e escoamento superficial. Nesta seção é possível entender a movimentação da água nos sistemas naturais e como esses processos afetam as condições climáticas locais e regionais.

Em seguida, são abordados os conceitos de bacias hidrográficas e é apresentada a base de dados da Divisão Hidrográfica Nacional (DHN250), a qual proporciona uma estrutura geográfica padronizada para a análise e gestão das bacias hidrográficas em nível nacional.

O item referente aos dados pluviométricos, por sua vez, oferece informações acerca da obtenção desses valores, bem como da caracterização da área de influência das estações pluviométricas, e aborda ainda a importância das séries históricas de dados pluviométricos, visando à confiabilidade das análises hidrológicas realizadas.

Por fim, apresentam-se os conceitos que relacionam o ciclo hidrológico e o solo, abordando a trajetória da água após a precipitação e como as características da superfície e do tipo solo influenciam na paralisação dos serviços de obras de infraestrutura.

### 2.1 Ciclo hidrológico

De acordo com Tucci (2001), o ciclo hidrológico é o movimento da água entre a atmosfera e a superfície terrestre, influenciado pela gravidade e, principalmente, pela radiação solar.

O ciclo inicia-se com o vapor de água dos oceanos, transportado pelas massas de ar, que se condensa formando nuvens e resulta em precipitação representada como “chuva”. Essa água precipitada, ao atingir a superfície terrestre, pode ser absorvida pelo solo, retornando à atmosfera por meio de evaporação e transpiração vegetal, ou seguir para rios e lençóis subterrâneos (Villela e Mattos, 1975).

### 2.1.1 Precipitação

A precipitação é a água resultante do vapor de água da atmosfera que chega à superfície terrestre por meio de chuva, granizo, orvalho, neblina, neve ou geada (Pinto *et al.*, 1976). No contexto das condições climáticas brasileiras, a chuva representa a parcela mais impactante em termos de volume.

De acordo com Tucci (2001), as chuvas são caracterizadas conforme três grandezas: altura pluviométrica, duração e intensidade. A altura pluviométrica, em milímetros, indica a espessura média da água precipitada sobre uma superfície plana. A duração, medida em horas ou minutos, refere-se ao intervalo entre o início e o fim da chuva. Já a intensidade é a quantidade de chuva em determinado momento, expressa em milímetros por minuto ou por hora. Essas medidas são utilizadas para quantificar e compreender os padrões de precipitação em uma região.

O Brasil apresenta um regime de precipitação variado devido à sua vasta extensão territorial e às características geográficas. A distribuição das chuvas é influenciada por fatores como proximidade dos oceanos, orografia (estudo do relevo), cobertura vegetal e presença de sistemas convectivos (chuvas de alta intensidade e curta duração) (Carvalho, 2018).

### 2.1.2 Evapotranspiração

Segundo Guetter (2016), a evaporação transforma água do estado líquido para o gasoso, ocorrendo tanto em continentes quanto em oceanos, influenciada por fatores como radiação solar, umidade do ar, temperatura e velocidade do vento. Já a transpiração é o processo pelo qual as plantas liberam água na forma de vapor para a atmosfera, sendo influenciada pela vegetação e seu estágio de crescimento.

O cálculo da evaporação é geralmente aplicado a corpos d'água de grandes superfícies. Ademais, na ausência de cobertura vegetal, a contribuição da transpiração para a evapotranspiração torna-se desprezível. Dessa forma, no contexto da aplicação da metodologia FIC, em áreas relacionadas a obras de infraestrutura, o fenômeno da evapotranspiração pode ser desconsiderado.

### 2.1.3 Infiltração

De acordo com Pinto *et al.* (1976), a infiltração é um fenômeno de penetração de água em camadas do solo através dos vazios, com o auxílio da gravidade, até atingir a camada-suporte, o que forma os lençóis freáticos subterrâneos.

Dentre os elementos que interferem na infiltração, estão algumas grandezas características (como capacidade de infiltração, distribuição granulométrica, porosidade, velocidade de filtração, coeficiente de permeabilidade, suprimento específico, retenção específica, níveis estático e dinâmico) e fatores que intervêm na capacidade de infiltração (tipo de solo, altura de retenção superficial e espessura da camada saturada, grau de umidade do solo e ação da precipitação sobre o solo) (Pinto *et al.*, 1976).

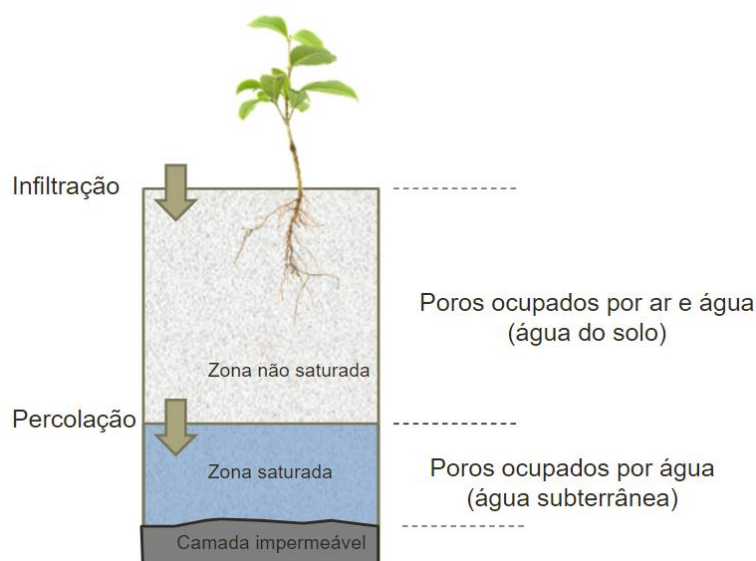
Pode-se discernir que a permeabilidade é mais elevada em solos arenosos e pedregulhos, mas diminui em solos argilosos e siltes. Isso implica que a retenção de água pelo solo é mais acentuada em solos argilosos (menor infiltração) do que em solos arenosos (maior infiltração).

### 2.1.4 Percolação

A percolação, definida pelo glossário do DNER (1997), é o movimento livre da água através de um solo ou meio poroso, impulsionado não apenas pela gravidade, mas também por pressões externas e força centrífuga.

De acordo com Vargas (1977), em solos arenosos a água gravitacional é mais evidente devido a menor influência das forças capilares, ao passo que, no caso dos argilosos, o movimento ocorre em razão das pressões externas.

A Figura 2 mostra a presença da água no solo, indicando as fases de infiltração e percolação.



**Figura 2 - Água no solo x água subterrânea**

Fonte: Collischonn, 2014

Os movimentos de água entre a zona saturada e não saturada do solo ocorrem devido à gravidade e à capilaridade, até que o nível do lençol freático alcance equilíbrio. Essa movimentação é geralmente mais rápida em solos com maior porosidade, menor teor de umidade e maior permeabilidade.

Na aplicação do FIC, é importante compreender que os processos de infiltração e percolação estão diretamente relacionados à permeabilidade do solo, sendo inversamente proporcionais à sua capacidade de retenção. Nesse contexto, a metodologia aborda os conceitos de permeabilidade para compreender a retenção superficial, um fator importante na presente abordagem, juntamente com aspectos do solo descritos no item 2.4.

#### 2.1.5 Escoamento superficial

De acordo com Oliveira (2018), o escoamento superficial é parte do ciclo hidrológico no qual as águas escoam superficialmente e, ao contrário da permeabilidade, não infiltram no solo. Conforme o autor, o escoamento superficial tem origem na precipitação e, a depender do tipo do solo, pode ser maior ou menor.

Além das características do solo, outros fatores que são capazes de influenciar o escoamento superficial são os de natureza climática (precipitações), fisiográficos (relevo e topografia da bacia) e decorrentes do uso e ocupação (Oliveira, 2018).

No contexto dos aspectos fisiográficos, a configuração da bacia desempenha um papel importante na regulação do escoamento superficial e na dinâmica geral do ciclo da água.

## **2.2 Bacias hidrográficas**

A bacia hidrográfica compreende uma região responsável pela captação natural das águas provenientes da precipitação, direcionando os fluxos para um ponto de saída central, denominado de exutório da bacia (Tucci, 2001).

Toda bacia hidrográfica é circundada por uma linha de separação, denominada divisor, a qual divide as precipitações entre bacias vizinhas e direciona o escoamento superficial. O divisor segue uma trajetória rígida ao redor da bacia, cruzando o curso d'água somente no ponto de saída e conectando os pontos de maior altitude entre as bacias (Villela e Mattos, 1975).

Existem dois tipos de divisor: o divisor topográfico, condicionado pelas configurações do relevo, e o divisor subterrâneo, relacionado à estrutura geológica dos terrenos. As áreas delimitadas por eles geralmente não se sobrepõem e, normalmente, considera-se que a área da bacia é determinada pelo divisor topográfico (Villela e Mattos, 1975).

As bacias hidrográficas estão intrinsecamente relacionadas à pluviometria, uma vez que a quantidade e a distribuição da chuva desempenham um papel central na dinâmica e no funcionamento dessas áreas. Nessa perspectiva, a presente metodologia utiliza a base de Divisão Hidrográficas Nacional (DHN250), a qual é detalhada no item a seguir.

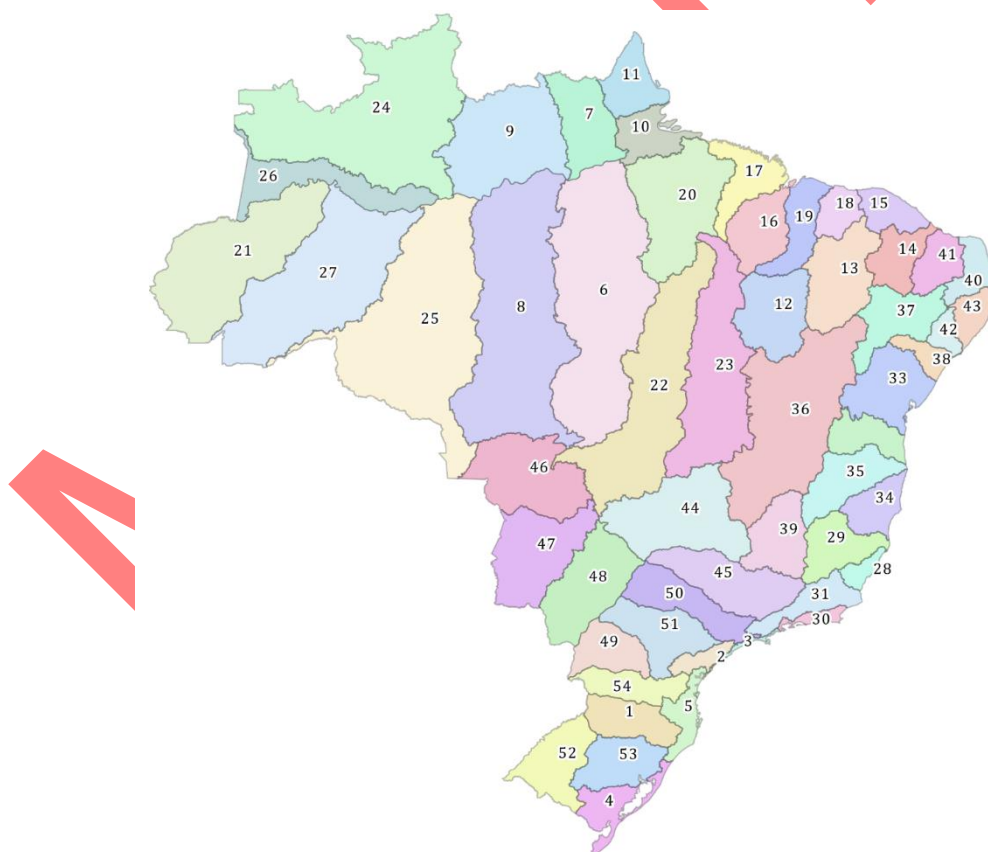
### **2.2.1 Base de Divisão Hidrográfica Nacional (DHN250)**

A DHN250 é uma base cartográfica desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Agência Nacional de Águas (ANA) que apresenta a divisão das bacias hidrográficas, permitindo a análise de precipitações em uma determinada bacia. A hierarquia dessa base de dados é estruturada em diferentes níveis, a saber:

- macrorregião: divisão hidrográfica de grande escala que engloba várias bacias hidrográficas menores dentro de uma mesma área geográfica. As macrorregiões proporcionam uma visão ampla e são utilizadas para identificar as principais regiões hidrográficas do país;

- mesorregião: divisão hidrográfica intermediária entre a macrorregião e a microrregião, agrupando um conjunto de bacias hidrográficas mais próximas geograficamente e com características hidrográficas semelhantes. As mesorregiões são unidades geográficas importantes para estudos regionais e planejamento de recursos hídricos;
- microrregião: menor divisão hidrográfica dentro do sistema de classificação em estudo. Agrupa bacias hidrográficas ainda mais próximas geograficamente e com características hidrográficas ainda mais similares. As microrregiões fornecem detalhes locais sobre a rede de drenagem e são importantes para análises específicas e estudos detalhados em nível local.

Para desenvolvimento da metodologia do Fator de Influência de Chuvas (FIC), adotou-se a divisão em mesorregiões como a estrutura hierárquica principal para a seleção das áreas de estudo, conforme ilustrado pela Figura 3.



**Figura 3 - Divisão nacional pelas mesorregiões hidrográficas**

Fonte: FGV IBRE

A escolha justifica-se pelo fato de a base DHN250 agrupar as bacias hidrográficas com proximidades geográficas e características hidrográficas semelhantes, bem como por serem unidades geográficas importantes para estudos regionais. A Tabela 1 apresenta as 54 mesobacias identificadas nessa hierarquia.

**Tabela 1 - Lista das 54 mesobacias do Brasil**

Mesorregiões hidrográficas		
1 - Alto Uruguai	19 - Itapecuru	37 - Submédio São Francisco
2 - Ribeira de Iguape	20 - Baixo Tocantins	38 - Vaza-Barris
3 - Litoral de São Paulo	21 - Javari / Juruá	39 - Alto São Francisco
4 - Patos / Mirim	22 - Araguaia	40 - Litoral do Rio Grande do Norte e Paraíba
5 - Litoral do Paraná e Santa Catarina	23 - Alto Tocantins	41 - Piancó-Piranhas-Açu
6 - Xingu	24 - Negro	42 - Baixo São Francisco
7 - Paru / Jari	25 - Madeira	43 - Litoral de Pernambuco e Alagoas
8 - Tapajós	26 - Japurá	44 - Paranaíba
9 - Trombetas / Uatumã	27 - Purus	45 - Grande
10 - Foz do Amazonas	28 - Jucu / Itapemirim / Itabapoana	46 - Alto Paraguai
11 - Oiapoque / Araguari	29 - Doce	47 - Médio Paraguai
12 - Alto Parnaíba	30 - Litoral do Rio de Janeiro	48 - Paraná Oeste
13 - Médio Parnaíba	31 - Paraíba do Sul	49 - Ivaí/Piquiri
14 - Jaguaribe	32 - Contas	50 - Tietê
15 - Litoral do Ceará	33 - Itapicuru / Paraguaçu	51 - Paranapanema
16 - Mearim	34 - Itanhém / Mucuri / São Mateus	52 - Médio Uruguai
17 - Gurupi	35 - Jequitinhonha / Pardo	53 - Jacuí
18 - Baixo Parnaíba	36 - Médio São Francisco	54 - Iguaçu

## 2.3 Dados pluviométricos

De acordo com Tucci (2001), a precipitação média é descrita como uma lâmina de água de altura uniforme sobre toda a área observada durante um período. Para calcular esse parâmetro em uma bacia hidrográfica, utilizam-se as observações dentro de sua superfície e nas bacias vizinhas.

As informações de precipitações diárias utilizadas na metodologia do FIC foram obtidas por meio do inventário divulgado pelo Portal HidroWeb, uma plataforma do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) (ANA, 2023) que disponibiliza informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional.

Esses dados são obtidos por meio da coleta convencional, com registros diários realizados por observadores e medições de campo efetuadas por técnicos e engenheiros hidrólogos. Além de fornecer informações sobre a intensidade das chuvas, o sistema também disponibiliza a geolocalização dos postos de monitoramento, bem como a altitude.

### 2.3.1 Área de influência de estações pluviométricas

No âmbito do FIC, a precipitação média na área de influência de determinado posto pluviométrico é calculada a partir da média das alturas de precipitações diárias em um período de 30 anos. A área de influência, por sua vez, é determinada pelo método de Thiessen para cada posto pluviométrico.

O método de Thiessen considera a área de influência de cada estação pluviométrica, ponderando sua contribuição de acordo com essa área. A abordagem resulta em uma estimativa mais precisa da precipitação média em uma região específica.

Dito isso, para uma análise abrangente das variações climáticas com base nos dados pluviométricos, é essencial não apenas verificar a influência das estações na área das bacias, mas também recorrer às séries históricas desses dados.

### 2.3.2 Série histórica

Uma série histórica consiste em um conjunto de observações coletadas em sequência, com dependência dos dados vizinhos (Costa, 2019). Essas séries podem ser contínuas, ocorrendo sem intervalos de tempo, ou discretas, com amostras não homogêneas.

A recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM) é que uma série histórica reúna pelo menos 30 anos de dados, de forma a representar adequadamente as características climáticas de uma determinada região, abrangendo diferentes ciclos e variações climáticas, sazonalidades, oscilações interanuais e eventos extremos.

Durante a coleta dos dados da série histórica podem existir períodos sem informações, denominados como falhas. As lacunas podem ocorrer devido a problemas nos dispositivos de registro e/ou por erro humano, como o registro de quantidades de chuva incomuns ou excepcionais, assim como por erros de transcrição.

Por esses motivos, para garantir a confiabilidade das informações, é importante realizar verificações e validações com vistas a mitigar potenciais equívocos. Dessa forma, recomenda-se que os dados sejam submetidos a uma análise de consistência antes de serem empregados.

No contexto dos parâmetros utilizados no FIC, ressalta-se que a extensão da série temporal e a considerável quantidade de dados contribuem para a representatividade dos resultados. De acordo com essa perspectiva, os dados identificados como falhas durante a aplicação da metodologia em questão são excluídos do cálculo.

## **2.4 Interação entre o ciclo hidrológico e as condições de contorno dos serviços**

Os itens a seguir descrevem os principais parâmetros que se correlacionam com a influência da chuva e definem a execução ou paralisação dos serviços, como os tipos de relevos e superfícies, tipos de solos e suas propriedades.

### **2.4.1 Tipos de relevo e superfícies**

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) distingue três tipos de relevos em seus manuais de projeto de rodovias: plano, ondulado e montanhoso, conforme definido no *Manual de Implantação Básica de Rodovia* (DNIT, 2010) e no *Manual de Projetos Geométricos de Rodovias Rurais* (DNER, 1999).

De acordo com os referidos manuais, as regiões planas são caracterizadas pela ampla visibilidade e facilidade de construção de rodovias, ou seja, com baixas declividades. Em contraste, áreas onduladas exigem cortes e aterros frequentes para acomodar as inclinações naturais do terreno, às vezes restringindo os alinhamentos horizontais e verticais. As regiões montanhosas, por sua vez, apresentam variações abruptas de elevação, exigindo aterros e cortes nas encostas para implantação de alinhamentos adequados.

A definição do tipo de superfície é necessária para avaliação das condições de contorno do terreno sobre o qual determinado serviço é executado, as quais interferem na infiltração, retenção e escoamento da água da chuva. Na metodologia do FIC, são consideradas três situações distintas, sendo:

- terreno natural: consiste na superfície original do terreno, considerando cobertura vegetal e topografia presentes até o fim da supressão vegetal;
- terreno desnudo: refere-se à superfície em que a vegetação natural foi suprimida, mantendo a topografia original do terreno. É uma condição intermediária entre o terreno desmatado e o subleito regularizado;
- plataforma conformada: refere-se à superfície após a regularização do subleito, em que as características de greide estão estabelecidas ao terrapleno.

No caso do terreno natural e do terreno desnudo, o tipo de solo está diretamente relacionado ao comportamento do maciço. Na condição da plataforma conformada, por outro lado, o solo adquire características distintas da sua origem devido a compactações e outros serviços similares.

#### 2.4.2 Tipos de solo

O tipo de solo pode ser definido por meio de duas classificações distintas: uma relacionada à origem e outra baseada na classificação de texturas.

Com relação à origem, de acordo com a Norma DNIT TER 198/2021, tem-se dois grandes grupos: solos residuais e solos transportados. Segundo Pinto (2006), os solos residuais são provenientes da decomposição de rochas, as quais representam grande parte das características do solo resultante. Esse tipo de solo ocorre quando a velocidade de decomposição é maior do que a capacidade de remoção ou transporte por agentes naturais (DNIT, 2021).

Os solos transportados, por sua vez, são aqueles que passaram por um processo de transporte realizado por agentes naturais (gravidade, água, vento e gelo) e suas características estão intimamente ligadas a essa movimentação (Pinto, 2006; DNIT, 2021).

Quando relacionados à classificação de texturas, os tipos de solo são definidos por meio de atributos morfológicos (tato e visão). A Embrapa (2018) divide os solos em grupos texturais como arenosos, médios, argilosos e siltosos, com subagrupamentos para solos com características intermediárias.

### 2.4.3 Capacidade de retenção

A permeabilidade é definida como a capacidade que um material possui de permitir o fluxo de um fluido através dele, sendo fundamental na análise do comportamento dos solos.

Segundo Vargas (1977), a permeabilidade está relacionada ao tamanho e à continuidade dos vazios no solo, sendo maior em solos granulares como areia e cascalho, que possuem grandes vazios, e menor em solos finos como argilas, os quais têm estruturas menores e com menos vazios. A compactação do solo também é importante, de modo que solos mais compactos apresentam menor permeabilidade devido à redução dos vazios e ao aumento da resistência ao fluxo de fluidos, conforme Peck *et al.* (1996). A densidade do solo e o grau de compactação, portanto, exercem uma influência direta sobre a permeabilidade.

Outro fator de influência é a adsorção, um fenômeno físico-químico que envolve a retenção de líquidos ou gases na superfície de partículas sólidas, interferindo diretamente na distribuição e no transporte de substâncias pela matriz do solo.

Além disso, a higroscopia refere-se à capacidade de certos materiais, incluindo os solos, absorverem água do ambiente por meio de reações químicas ou físicas. A água higroscópica influencia a umidade residual do solo, especialmente em solos argilosos com partículas finas. Essa água higroscópica encontra-se tanto na forma livre nos poros quanto ligada à superfície dos minerais, impactando sua estrutura e permeabilidade.

No que tange ao tipo de solo, verifica-se que a permeabilidade é mais elevada em solos arenosos e pedregulhos, mas diminui em solos argilosos e siltes.

Dado o exposto, é possível deduzir que em solos arenosos a água tem a capacidade de migrar da camada superior para camadas inferiores de solo mais rapidamente em comparação com solos argilosos. Isso implica que a retenção de água pelo solo é mais acentuada em solos argilosos em relação aos solos arenosos.

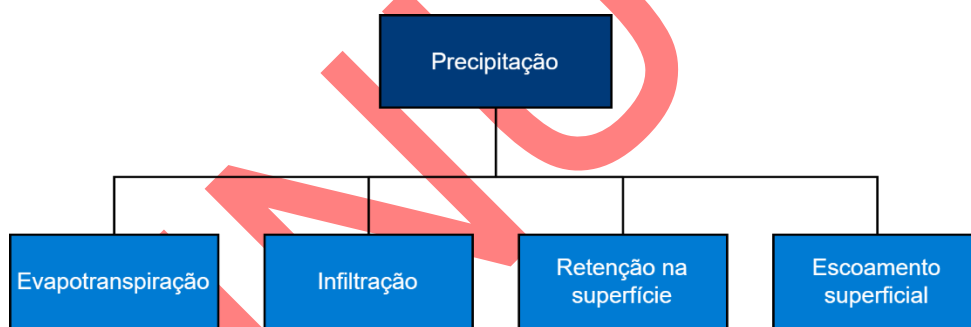
Ademais, de acordo com Santos *et al.* (2013), o termo “capacidade de campo” é empregado para descrever a quantidade máxima de água que o solo pode reter, proveniente de chuvas ou irrigação, de modo que a perda de água por meio da drenagem natural seja extremamente lenta e mínima a ponto de não afetar a estrutura física do solo.

Dito isso, em consonância com os conceitos de permeabilidade e capacidade de campo, é possível definir que a capacidade de retenção do solo refere-se à sua habilidade de absorver e manter a água. Solos com alta capacidade nesse aspecto tendem a reter mais água e liberá-la de maneira gradual ao longo do tempo, ao passo que solos com baixa capacidade permitem uma liberação mais rápida da água.

#### 2.4.4 Coeficiente de deflúvio

O escoamento superficial é um fenômeno no qual a água proveniente de precipitações ou outras fontes flui sobre uma superfície em vez de infiltrar-se no solo, podendo formar poças, riachos temporários, depressões ou até mesmo causar inundações.

Quando ocorrem chuvas, a água precipitada pode seguir quatro diferentes caminhos: ser interceptada pelas vegetações, acumular em depressões no terreno, infiltrar no solo ou escoar superficialmente. A Figura 4 proporciona uma ilustração desses destinos.



**Figura 4 - Trajetória da água após a precipitação**

Fonte: FGV IBRE

A partir de uma análise das opções de trajetória disponíveis, o fenômeno de evapotranspiração não é considerado na presente metodologia, como ocorrido no item 2.1. Já a capacidade de infiltração e retenção na superfície é abordada no item 2.4.3.

O escoamento superficial, por sua vez, refere-se à água que não infiltra no solo e, em contrapartida, flui sobre sua superfície. Conforme mencionado no item 2.1.5, esse processo é influenciado por diversos fatores, como a declividade, a topografia do terreno, o tipo de solo, o relevo da região, a intensidade das precipitações e a presença de obstáculos. O tipo de superfície, seja uma cobertura vegetal ou uma área pavimentada, também exerce influência direta sobre o fenômeno.

Dessa forma, define-se o deflúvio superficial como a parcela de água que, ao precipitar, não consegue infiltrar no solo ou evaporar, sendo conduzida superficialmente até encontrar um corpo d'água ou sistema de drenagem.

O coeficiente de deflúvio, ou *runoff*, portanto, expressa a razão entre o volume escoado e o precipitado, sendo uma medida adequada para representar o fenômeno do escoamento. Esse coeficiente é influenciado principalmente pelo tipo de superfície (tipo de solo e tipo de cobertura) e pela declividade.

Dito isso, a metodologia do FIC considera que a água retida na superfície de trabalho é diretamente proporcional ao tempo de paralisação dos equipamentos e da equipe de mão de obra empregada nas atividades. Por outro lado, a água que infiltra nas camadas mais profundas não influencia na execução dos serviços.

MINUTA

### 3 METODOLOGIA

O presente capítulo detalha a metodologia de cálculo do Fator de Influência de Chuvas (FIC), bem como aborda a sua incidência nas composições de custos do SICRO.

O FIC é determinado por uma série de parâmetros que levam em consideração a intensidade das chuvas, a natureza das atividades executadas e as condições de contorno comumente observadas na execução dos serviços. Sendo assim, o capítulo em tela aborda os seguintes parâmetros:

- fator de intensidade de chuvas (nd);
- fator de natureza da atividade (fa);
- coeficiente de deflúvio (C);
- fator de retenção (fr).

Também são detalhadas as etapas de execução da obra estabelecidas para aplicação do FIC, as quais impactam diretamente os valores de coeficiente de deflúvio e fator de retenção. Por fim, a equação para cálculo do FIC, apresentada no item 3.5, integra todos esses fatores, refletindo a influência das chuvas no tempo de paralisação das atividades.

#### 3.1 Fator de intensidade de chuvas (nd)

O fator de intensidade de chuvas (nd) é o coeficiente que representa a média dos dias efetivamente paralisados em função da ocorrência de chuva. Seu cálculo é feito a partir da intensidade da chuva, em milímetros por dia, aferida nas estações pluviométricas analisadas, considerando-se apenas o período de oito horas por dia e descontando os domingos, feriados e dias com falhas.

Os valores das intensidades diárias das chuvas utilizadas no cálculo desse fator são registrados por estações pluviométricas convencionais controladas pela Agência Nacional de Águas (ANA), sendo esses dados disponíveis publicamente.

O Tomo 1 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 04 - Fator de Influência de Chuvas - 2ª Edição* disponibiliza os valores do fator de intensidade de chuvas, por Unidade Federativa (UF) e mesobacias. É importante destacar que, no âmbito desta metodologia, o fator de intensidade de chuvas é passível de ajuste pelo usuário para atendimento a condições específicas de projeto, desde que sejam cumpridos os requisitos e procedimentos do órgão competente.

Para a determinação dos valores do fator de intensidade de chuvas, utilizou-se um inventário com 1.807 estações pluviométricas em operação, aplicando aos dados os seguintes critérios:

- adoção da série histórica de 30 anos;
- seleção da série compreendendo o período de 1990 a 2019;
- adoção das estações que possuem, no máximo, 1 ano com menos de 50% de dados preenchidos.

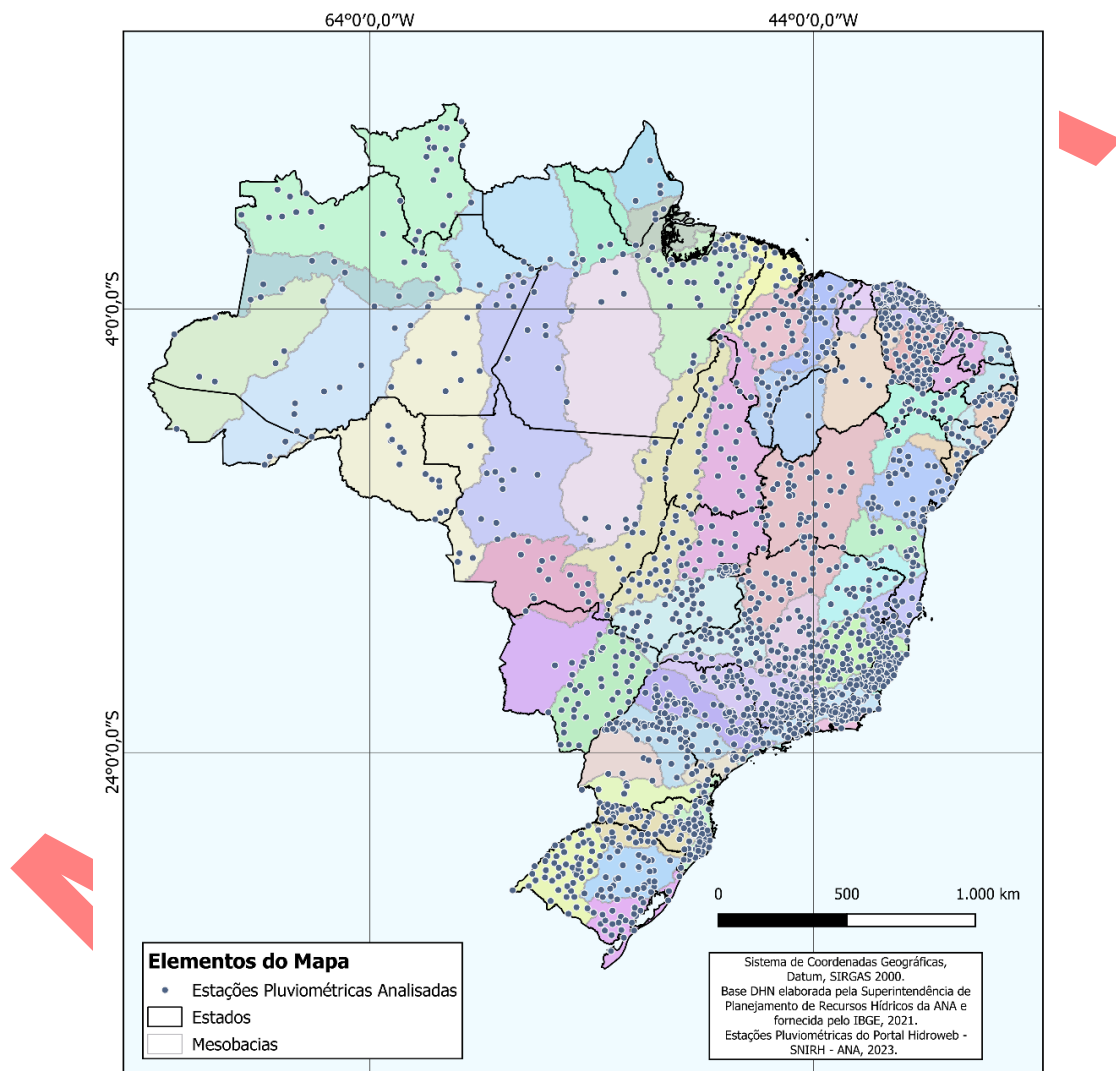
Para a presente metodologia, faz-se uso da divisão em mesobacias da Base de Divisão Hidrográfica Nacional (DHN250), como demonstrado no item 2.2.1. Dito isso, a Tabela 2 relaciona as quantidades de estações pluviométricas selecionadas para calcular o fator de intensidade de chuvas (nd) por UF, enquanto a Figura 5 ilustra suas localizações em relação aos estados brasileiros e às mesobacias.

**Tabela 2 - Quantidade de estações pluviométricas selecionadas**

Estado	UF	Quantidade de estações
Acre	AC	4
Amapá	AP	7
Amazonas	AM	62
Pará	PA	76
Rondônia	RO	14
Roraima	RR	17
Tocantins	TO	43
Distrito Federal	DF	18
Goiás	GO	81
Mato Grosso	MT	50
Mato Grosso do Sul	MS	53
Paraná	PR	61
Rio Grande do Sul	RS	124
Santa Catarina	SC	94
Alagoas	AL	16
Bahia	BA	109
Ceará	CE	194
Maranhão	MA	81
Paraíba	PB	7
Pernambuco	PE	38
Piauí	PI	17
Rio Grande do Norte	RN	15

**Tabela 2 (conclusão)**

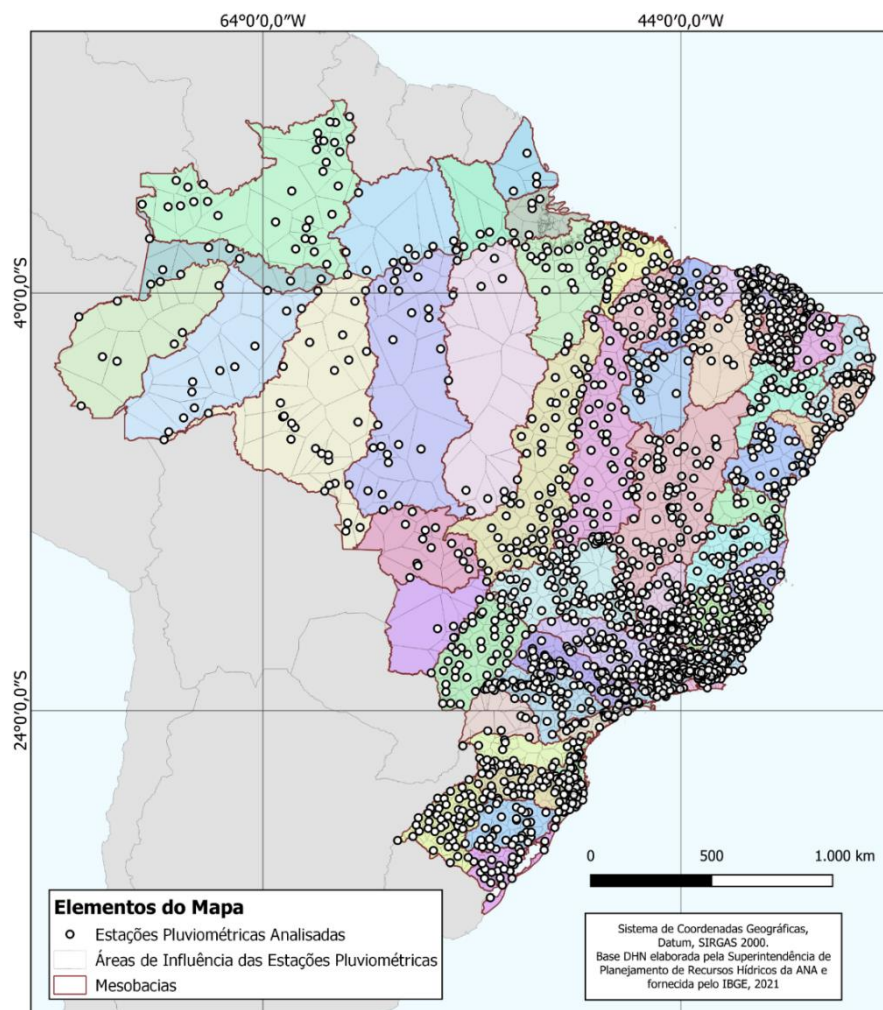
Estado	UF	Quantidade de estações
Sergipe	SE	7
Espírito Santo	ES	76
Minas Gerais	MG	325
Rio de Janeiro	RJ	71
São Paulo	SP	147
<b>Total</b>		<b>1.807</b>



**Figura 5 - Estados brasileiros divididos em mesobacias e estações pluviométricas**

Fonte: FGV IBRE

A partir dos dados do inventário, o cálculo de cada área de influência das estações pluviométricas nas mesobacias é realizado utilizando o Método de Thiessen, como mostrado pela Figura 6.



**Figura 6 - Método de Thiessen aplicado nas mesorregiões hidrográficas**

Fonte: FGV IBRE

Com base nos dados coletados e processados, relacionados às suas áreas de influência correspondentes, executam-se as seguintes etapas para a determinação do fator de intensidade de chuvas (nd) por UF:

- cálculo do nd diário ( $nd_i$ );
- cálculo do nd mensal ( $nd_m$ );
- cálculo do nd anual ( $nd_a$ ) e do nd da série histórica ( $nd_h$ );
- cálculo do nd por Unidade da Federação.

O fator de intensidade das chuvas (nd) está associado aos dias úteis em que os serviços foram interrompidos devido às precipitações. Para seu cálculo diário, portanto, não foram considerados os valores de domingos e feriados nacionais, estaduais e municipais (das capitais). O mesmo critério aplica-se aos dias sem informações de pluviometria disponíveis (dias de falhas nos dados).

Para obtenção do valor de nd diário ( $nd_i$ ), a precipitação diária de cada posto pluviométrico é dividida por 3 para estimar a quantidade correspondente ao turno de trabalho de 8 horas.

Logo, o cálculo de cada nd diário segue os critérios das Equações 1, 2, 3 e 4:

$$x_i = \frac{\text{Intensidade diária da chuva}}{3} \quad (1)$$

$$x_i \geq 20 \rightarrow nd_i = 1 \quad (2)$$

$$x_i \leq 5 \rightarrow nd_i = 0 \quad (3)$$

$$5 < x_i < 20 \rightarrow nd_i = \left( \frac{x_i}{15} - \frac{1}{3} \right) \quad (4)$$

onde:

$nd_i$  é o fator de intensidade de chuvas do dia, equivalente ao percentual efetivamente paralisado considerando turno diário de 8 horas de trabalho;

$x_i$  é a intensidade da chuva em 8 horas do dia (mm).

De posse de todos os valores diários para cada estação, considerando os estados e suas respectivas áreas de influência nas mesobacias, calcula-se o nd para todos os meses ao longo dos 30 anos analisados ( $nd_m$ ) de acordo com a Equação 5.

$$nd_m = \frac{\sum_{i=0}^n nd_i}{P} \quad (5)$$

onde:

$nd_m$  é o fator de intensidade de chuvas para determinado mês;

$nd_i$  é o fator de intensidade de chuvas em cada dia do respectivo mês, equivalente ao percentual efetivamente paralisado considerando turno diário de 8 horas de trabalho, desprezando-se os domingos, feriados e dias sem dados;

P é o número de dias no mês considerado, desprezando-se os domingos, feriados e dias sem dados.

Para a obtenção do nd utilizado para os cálculos finais, ou seja, o nd referente à série histórica analisada ( $nd_h$ ), calcula-se inicialmente o  $nd_a$ , referente a cada ano (*i.e.*, considerando o período de 1990 a 2019), determinado por meio da média aritmética entre os fatores de intensidade de chuvas mensais de cada ano correspondente.

Por consequência, o nd da série histórica concernente a cada área de influência em suas respectivas mesobacias e estados é calculado por meio da média aritmética entre os nd anuais, conforme Equação 6.

$$nd_h = \sum_{i=0}^n \frac{nd_a}{n} \quad (6)$$

onde:

$nd_h$  é o fator de intensidade de chuvas para a série histórica por mesobacia e por UF;

$nd_a$  é o fator de intensidade de chuvas de cada ano da série histórica por mesobacia e por UF;

$n$  é o período considerado, equivalente aos 30 anos da série histórica.

O FIC disponibilizado no SICRO é específico para cada uma das 27 Unidades Federativas. Dessa forma, para determinar o fator nd que melhor represente cada estado, realiza-se a ponderação dos fatores nd calculados para as séries históricas em relação às áreas de influência de suas respectivas estações pluviométricas dentro dos estados correspondentes, conforme a Equação 7.

$$nd = \frac{1}{A} \times \sum A_j \times nd_j \quad (7)$$

onde:

$nd$  é o fator de intensidade de chuvas médio da UF;

$A_j$  é a área de influência da estação  $j$  dentro da respectiva UF ( $\text{km}^2$ );

$nd_j$  é o fator de intensidade de chuvas referente à estação pluviométrica  $j$ ;

$A$  é a área total da UF ( $\text{km}^2$ ).

### 3.2 Fator da natureza da atividade (fa)

O fator de natureza da atividade (fa) representa se há ou não impacto da chuva na execução dos serviços. Em termos gerais, esse fator determina se as atividades serão interrompidas durante períodos de chuva ou se seguirão sem interrupção. Para a realização desta avaliação, tem-se a classificação por meio do tipo de composição de custos, tipo de serviço e do local de execução das atividades.

No que concerne à análise de cada tipo, as composições de custos unitários (CCUs) são segmentadas da seguinte forma:

- CCU horária: não contempla a parte unitária do serviço, ou seja, é composta apenas pela parcela horária de equipamentos e/ou mão de obra;
- CCU unitária: contempla apenas a parte unitária do serviço, ou seja, não contém parcelas de equipamentos e mão de obra;
- CCU mista: contém as parcelas unitária e horária;
- CCU genérica: composição sem custo unitário definido, utilizada para possibilitar a personalização por parte do usuário de determinados serviços do SICRO.

O FIC não é aplicável às composições unitárias e genéricas, uma vez que não possuem a parcela horária. Já em relação às CCUs classificadas como mistas ou horárias, a incidência do FIC depende de critérios específicos (como a possibilidade de executar o serviço sob chuva), os quais variam conforme o serviço.

No que diz respeito ao tipo de serviço, diferenciam-se as atividades manuais e os demais serviços. As atividades manuais referem-se àquelas executadas principalmente por mão de obra, mesmo que haja o uso de equipamentos na composição de custos. Por outro lado, as CCUs não classificadas como "serviços manuais" foram agrupadas na categoria de "outros serviços".

Dessa forma, a avaliação da necessidade de paralisação da atividade é realizada pela combinação da classificação do tipo de serviço com a localização da execução. Por exemplo, obras executadas predominantemente a céu aberto, de forma manual e com abrigos fora do local de execução, são consideradas paralisadas na ocorrência de chuva.

A definição do local de realização dos serviços é fator relevante no entendimento da possibilidade de execução das atividades sob condições de chuva. Assim, para a presente metodologia, os serviços devem ser avaliados conforme a seguinte classificação:

- em altura: trabalhos em que, durante sua execução, a mão de obra seja exposta a alturas de queda superiores a 2,00 m;
- céu aberto: tarefas executadas em local sem proteção contra intempéries;
- coberto: serviços que ocorrem em local com cobertura;
- subterrâneo: serviços que ocorrem sob o solo;
- aquático: atividades executadas sob corpos d'água;
- céu aberto/coberto: serviços em que se vislumbra a possibilidade de execução tanto em local coberto como em céu aberto.

Nos locais onde a atividade pode ser realizada ao ar livre ou coberta, a avaliação das peculiaridades do empreendimento em questão deve ser feita pelo orçamentista.

Com base nas informações apresentadas, correlacionam-se as definições de tipo de composição de custos, o tipo de serviço e os locais diretamente influenciados pelas chuvas para a apuração da necessidade de paralisação. Esse processo deve estar associado à verificação das normas e boas práticas de segurança e engenharia.

Nesse contexto, é atribuído o valor de fa igual a 1 para situações em que a chuva exerce influência significativa, e o valor de fa igual a 0 para as atividades em que a chuva não impacta a execução do serviço.

Ressalta-se que, para os casos em que a composição de custos contenha atividade auxiliar que não possa ser realizada durante a chuva, e essa atividade for executada em sequência com as demais da composição principal, considera-se que todo o serviço é paralisado (como no caso da usinagem de concreto asfáltico e aplicação propriamente dita).

Por fim, devido à natureza binária (0 ou 1) desse fator e à sua função de refletir se há ou não influência das chuvas na execução dos serviços do SICRO, todas as composições de custos com incidência do FIC têm o valor de fa = 1.

### **3.3 Coeficiente de deflúvio ou *runoff* (C)**

O escoamento superficial, conceituado no item 2.1.5, refere-se ao movimento da água proveniente de precipitações ou outras fontes sobre uma superfície, resultando em poças, riachos temporários, depressões ou até mesmo inundações. De forma a abranger esse tipo de fenômeno, existe o coeficiente de deflúvio ou *runoff* (C), o qual tem por finalidade quantificar o volume de água que efetivamente escoar.

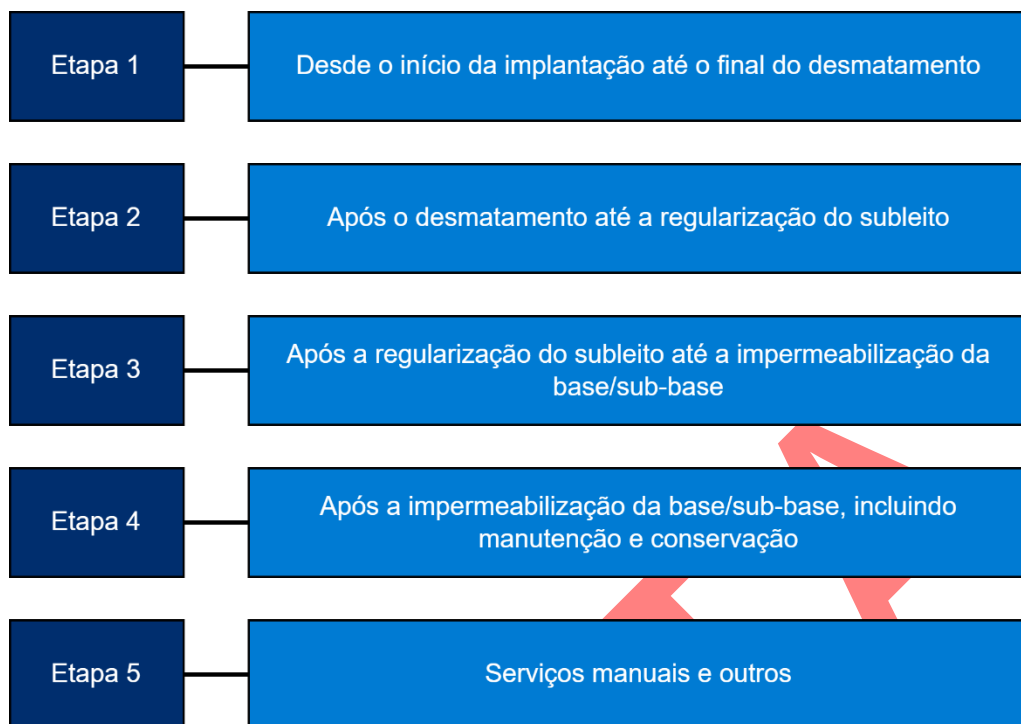
O coeficiente de deflúvio representa a porção de água capaz de escoar e alcançar seu destino, seja para uma bacia hidrográfica, seja para um sistema de drenagem. Os valores apropriados para o respectivo coeficiente dependem, principalmente, do tipo de superfície e da declividade do terreno, além de requererem a avaliação das etapas de execução da obra.

Assim, os itens subsequentes discorrem acerca da caracterização das etapas de execução da obra, do tipo de superfície e declividade, necessários para definição do coeficiente de deflúvio.

#### **3.3.1 Etapas de execução da obra**

As obras de infraestrutura de transportes englobam uma variedade de serviços que são executados de forma coordenada. Ao longo de sua execução, desde a fase de implantação até a manutenção, observam-se diferentes condições relacionadas à superfície e ao substrato. Essa diversidade evidencia a importância de estabelecer as etapas específicas da obra nas quais cada serviço é classificado.

Diante disso, a metodologia do FIC segmenta os serviços em cinco etapas distintas, resumidas na Figura 7.



**Figura 7 - Etapas de execução de obra**

Fonte: FGV IBRE

Cabe destacar que, em um mesmo subgrupo, serviços similares podem ser classificados em etapas diferentes em função da superfície de execução. A título de exemplo, no subgrupo denominado “Usinagem de concreto compactado com rolo”, ocorrem duas situações: usinagem executada (i) para sub-base de concreto e (ii) para pavimento de concreto. Dada a distinção das características da superfície de execução, o primeiro serviço é classificado na etapa 3, enquanto o segundo, na etapa 4.

Os quadros de resumo dos serviços com fator de natureza de atividade (fa) igual a 1, distribuídos entre os grupos, agrupamentos e subgrupos de serviços para cada uma das etapas consta do Tomo 2 do *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 04 - Fator de Influência de Chuvas - 2ª Edição*.

O detalhamento das etapas descritas na Figura 7 é apresentado a seguir. Essa segmentação é fundamental para estabelecer os valores de coeficiente de deflúvio ou *runoff* (C) e do fator de retenção dos solos (fr), abordados nos itens 3.3.4 e 3.4.1, respectivamente.

#### 3.3.1.1 Etapa 1

A etapa 1 está relacionada aos serviços executados em terrenos originais, em vegetação natural e em materiais não alterados, abrangendo atividades como desmatamento, destocamento e, caso necessário, remoção de obstáculos que possam comprometer a execução dos serviços subsequentes.

A referida etapa, que se estende desde o início da implantação até a conclusão do processo de desmatamento, busca criar uma área livre de entaves e pronta para receber as próximas fases da obra.

#### 3.3.1.2 Etapa 2

Encerrada a fase de desmatamento, realizam-se as etapas que perduram até a regularização do subleito, compreendendo a adequação da superfície para a construção das camadas estruturais, execução de sistema de drenagem subterrânea, contenções, entre outros.

Operações como escavações, compactações de aterro e correções do solo são conduzidas nesta etapa. Contemplam-se também atividades realizadas em terrenos limpos com nenhum ou baixo grau de conformação, ou ainda com o uso de materiais já modificados por ação antrópica na etapa anterior.

#### 3.3.1.3 Etapa 3

A etapa 3 é subsequente à conclusão da regularização do subleito, sendo finalizada na impermeabilização da base e/ou sub-base. Durante esse processo, implementam-se camadas que conferem resistência à água, prevenindo que a umidade comprometa a estabilidade e longevidade das estruturas, podendo envolver a utilização de materiais impermeabilizantes. Além disso, classificam-se nessa etapa os serviços que requerem uma superfície devidamente regularizada ou compactada para execução, de maneira a não prejudicar a qualidade final do serviço.

#### 3.3.1.4 Etapa 4

A etapa 4 compreende as atividades finais da obra, após a conclusão da impermeabilização da base e/ou sub-base. Isso inclui a aplicação de camadas de revestimento asfáltico ou de outros materiais de acabamento, juntamente com a instalação de sistemas de drenagem superficial, sinalização e outros elementos de proteção e segurança.

Nesta fase, também se contemplam as atividades de manutenção e conservação. É importante ressaltar que os serviços relacionados às ferrovias são considerados nesta etapa quando realizados sobre o lastro da rodovia.

#### 3.3.1.5 Etapa 5

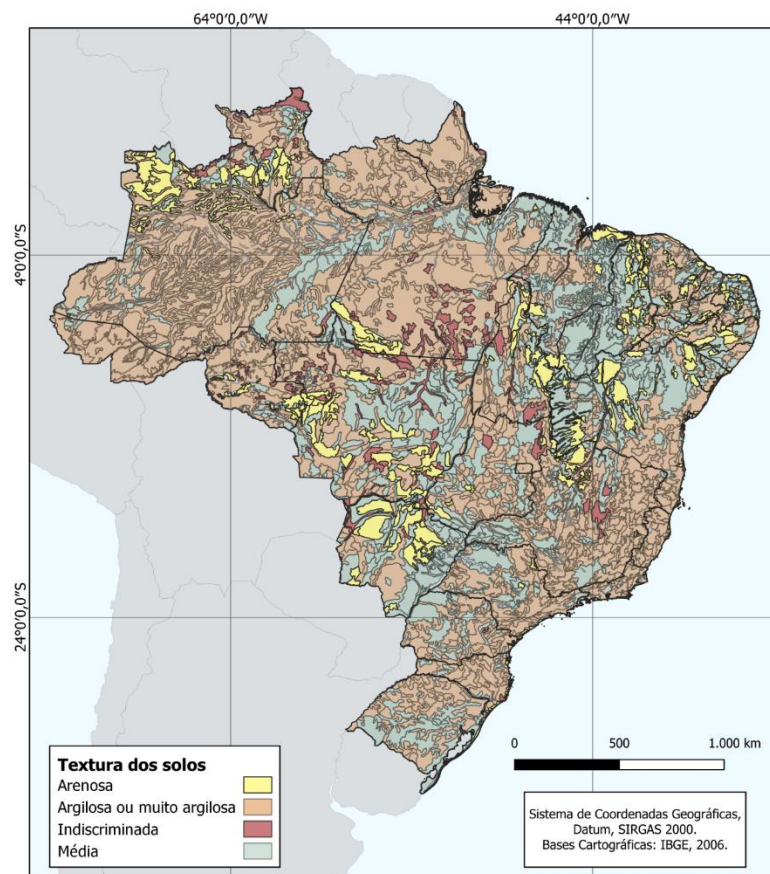
Esta etapa representa serviços que são realizados manualmente por um ou mais profissionais, ainda que haja a previsão de uso de equipamento manual ou equipamentos auxiliares à atividade, e cujas condições de contorno para a correta execução independem dos demais parâmetros estabelecidos para o coeficiente de deflúvio (tipos de superfície e declividade).

Cumprir mencionar que tais atividades são agrupadas na etapa 5 apenas em caráter classificatório, e não cronológico, visto que podem ocorrer concomitantemente às demais etapas apresentadas.

#### 3.3.2 Tipos de superfície

Com relação aos tipos de superfície, a depender da etapa da obra, devem ser avaliadas as particularidades do solo presente, desde a consideração de um terreno natural, um solo exposto ou do tipo de revestimento existente no momento da realização do serviço, conforme conceituado no item 2.4.1.

Posto isso, a metodologia avaliou as características determinantes para o terreno natural e para o terreno desnudo (condições associadas às etapas 1 e 2, respectivamente) em cada UF, em conformidade com a classificação de textura descrita no item 2.4.2 e apresentada na Figura 8.



**Figura 8 - Ocorrências de solos naturais para o Brasil**

Fonte: FGV IBRE

Após avaliar, em cada Unidade Federativa, o tipo de solo predominante por meio da área, concluiu-se que no Brasil há predominância de solos argilosos, seguido dos solos argilo-arenosos e dos arenosos.

Definidas as situações das etapas 1 e 2, resumidas anteriormente, estabelece-se o conjunto de superfícies conformadas que são englobadas nas etapas de obra 3 e 4. Nesse contexto, também são identificadas as seguintes superfícies:

- etapa 3: solo compactado;
- etapa 4: revestimento com misturas asfálticas e revestimento em concreto de cimento Portland.

Após a definição dos tipos de substratos correspondentes a cada etapa, são atribuídas as declividades no item subsequente.

### 3.3.3 Declividade

De acordo com *Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais* (DNER, 1999), as condições de relevo podem ser diferenciadas em plano, ondulada e montanhoso, conforme apresentado no item 2.4.1.

Por meio do estudo desenvolvido, identificou-se que as declividades variam até 5% para terreno plano e de 5 a 10% para terrenos ondulados. No Brasil, há predominância do relevo ondulado. Para aplicação do FIC, portanto, o cálculo do coeficiente de deflúvio por Unidade Federativa emprega, para as etapas de execução de obra 1 e 2, faixa de declividade entre 5% e 10%.

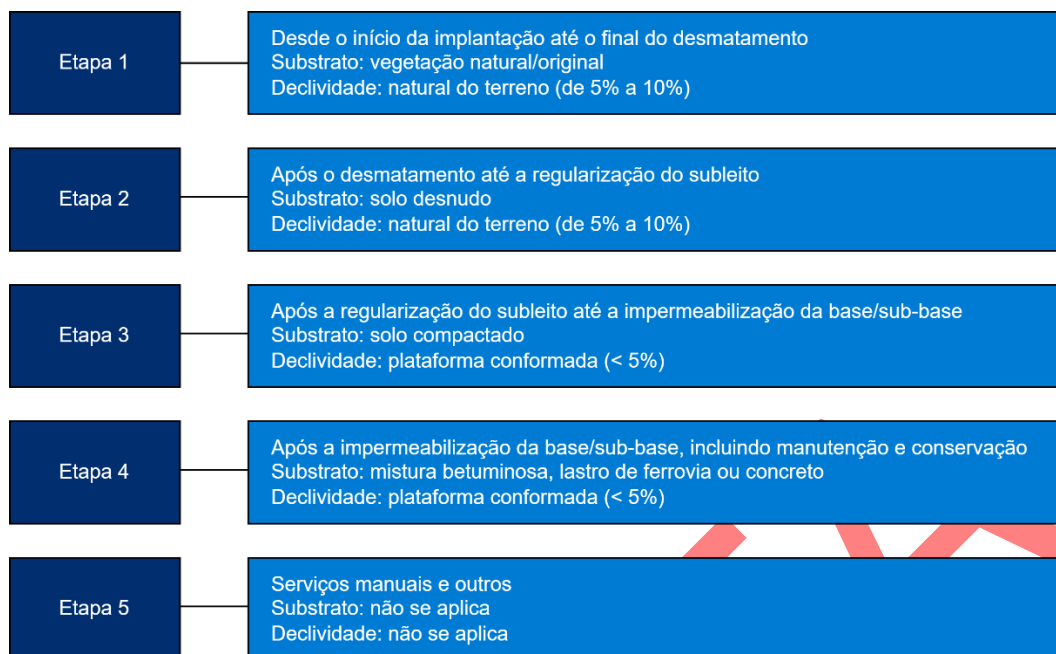
Quanto às etapas de obra 3 e 4, que consideram a superfície já conformada, são levadas em conta as declividades transversais estabelecidas pelo *Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rural* (DNER, 1999), a quais variam de 1,5% a 5%, a saber:

- 2% para pavimento asfáltico;
- 1,5% para pavimento de concreto;
- 3% para pista não pavimentada (até 4%);
- 5% para acostamento.

Sendo assim, para as etapas 3 e 4 é considerada uma declividade máxima de 5%.

### 3.3.4 Valores referenciais

Diante das premissas estabelecidas anteriormente, apresentam-se as especificações para cada etapa de execução na Figura 9.



**Figura 9 - Classificações das etapas de execução**

Fonte: FGV IBRE

Dessa forma, apresenta-se na Tabela 3 o coeficiente de deflúvio por etapa e para cada tipo de superfície.

**Tabela 3 - Coeficiente de deflúvio ou *runoff* (C)**

Etapa	Tipo de superfície	Declividade	
		< 5%	5% a 10%
1	Solo arenoso	0,10	0,25
	Solo argilo-arenoso	0,30	0,35
	Solo argiloso	0,40	0,50
2	Solo arenoso	0,37	0,43
	Solo argilo-arenoso	0,67	0,73
	Solo argiloso	0,74	0,80
3	Solo compactado	0,70	-
4	Mistura betuminosa	0,95	-
	Concreto	0,95	-
5	-	1,00	-

Por fim, apresenta-se na Tabela 4 o coeficiente de deflúvio referencial, categorizado por Unidade Federativa, tipo de solo predominante, etapa de obra e declividade.

**Tabela 4 - Coeficiente de deflúvio por etapa de obra, declividade e por Unidade Federativa**

Unidade Federativa	Solo predominante	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
		5% a 10%	5% a 10%	< 5%	< 5%	
Acre	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Alagoas	Solo argilo-arenoso	0,35	0,73	0,70	0,95	1,00
Amapá	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Amazonas	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Bahia	Solo argilo-arenoso	0,35	0,73	0,70	0,95	1,00
Ceará	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Distrito Federal	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Espírito Santo	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Goiás	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Maranhão	Solo argilo-arenoso	0,35	0,73	0,70	0,95	1,00
Mato Grosso	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Mato Grosso do Sul	Solo argilo-arenoso	0,35	0,73	0,70	0,95	1,00
Minas Gerais	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Pará	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Paraíba	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Paraná	Solo argilo-arenoso	0,35	0,73	0,70	0,95	1,00
Pernambuco	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Piauí	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Rio de Janeiro	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Rio Grande do Norte	Solo argilo-arenoso	0,35	0,73	0,70	0,95	1,00
Rio Grande do Sul	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Rondônia	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Roraima	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Santa Catarina	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
São Paulo	Solo argilo-arenoso	0,35	0,73	0,70	0,95	1,00
Sergipe	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00
Tocantins	Solo argiloso	0,50	0,80	0,70	0,95	1,00

Destaca-se que os valores referenciais apresentados na Tabela 4 são passíveis de adaptação pelo usuário do SICRO para atendimento a condições específicas de projeto, como tipo de solo e a inclinação do terreno, desde que sejam cumpridos os requisitos e procedimentos do órgão competente.

### 3.4 Fator de retenção dos solos (fr)

O fator de retenção dos solos (fr) consiste na razão entre o volume de água retido no solo, composto pela água higroscópica, capilar e gravitacional, e a soma dos volumes retidos e infiltrados. A água higroscópica é aquela aderida às partículas do solo, em equilíbrio com o vapor de água da atmosfera. A água capilar preenche os espaços entre as partículas sólidas e os interstícios capilares acima do nível de água livre. Por fim, a água gravitacional, ou água livre, acumula nos espaços vazios do solo, fluindo pela ação da gravidade.

Esse fator tem como finalidade considerar no cálculo do FIC apenas o percentual de água precipitada que efetivamente fica retida na superfície, a qual prejudica a execução do serviço. O indicador varia de acordo com a etapa de execução da obra, definidas no item 3.3.1, e o tipo de solo predominante em cada Unidade Federativa (UF).

Dessa maneira, consideram-se os seguintes tipos de substratos para o fator de retenção (fr):

- tipos de solo: arenoso, argilo-arenoso e argiloso;
- tipos de substratos: solo compactado, revestimento betuminoso e revestimento de cimento Portland.

Essas condições predefinidas dialogam com os parâmetros de tipo de superfície assumidos como referenciais para o coeficiente de deflúvio, conforme elencado no item 3.3.1, e com os conceitos estabelecidos no item 2.4.1.

Por fim, é importante destacar que os tipos de solo natural e desnudo estão vinculados às etapas 1 e 2, respectivamente, enquanto o solo compactado e os revestimentos estão relacionados às etapas 3 e 4, nessa ordem.

#### 3.4.1 Valores referenciais

Os fatores de retenção definidos de acordo com o tipo de substrato são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Fator de retenção por tipo de substrato**

Tipos de substrato	fr
Solo arenoso	0,50
Solo argilo-arenoso	0,75
Solo argiloso	1,00
Solo compactado	1,00
Mistura betuminosa	1,00
Concreto	1,00
Outros	1,00

A caracterização denominada “outros” refere-se aos tipos de substratos com características similares ou superiores aos concretos. Para esses, considera-se o fator de retenção máximo.

Ademais, em conformidade com as etapas de execução elencadas no item 3.3.1 e os tipos de superfície associados a cada etapa, definiu-se o fator de retenção de acordo com o solo predominante em cada UF, bem como em função das etapas. A síntese dos fatores de retenção pode ser consultada na Tabela 6.

**Tabela 6 - Fator de retenção por UF, tipo de solo e etapa de execução**

Unidade Federativa	Solo predominante	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 4	Etapas 5
Acre	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Alagoas	Solo argilo-arenoso	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Amapá	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Amazonas	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bahia	Solo argilo-arenoso	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Ceará	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Distrito Federal	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Espírito Santo	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Goiás	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Maranhão	Solo argilo-arenoso	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Mato Grosso	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mato Grosso do Sul	Solo argilo-arenoso	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Minas Gerais	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pará	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Paraíba	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Paraná	Solo argilo-arenoso	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Pernambuco	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Piauí	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Rio de Janeiro	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

**Tabela 6 (conclusão)**

Unidade Federativa	Solo predominante	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Rio Grande do Norte	Solo argilo-arenoso	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Rio Grande do Sul	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Rondônia	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Roraima	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Santa Catarina	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
São Paulo	Solo argilo-arenoso	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Sergipe	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tocantins	Solo argiloso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Cabe destacar que os tipos de substratos denominados como solo compactado, mistura betuminosa e concreto, entre outros, não variam conforme a UF.

### 3.5 Equação para cálculo do FIC

O Fator de Influência de Chuvas (FIC) é definido em função dos diversos parâmetros que interferem na execução das obras e possuem aplicação direta nas composições de custos de determinados serviços, a fim de remunerar o custo improdutivo decorrente de paralisações por chuva. Desse modo, a metodologia varia de acordo com características regionais, como tipo de solo e regime pluviométrico.

Para o cálculo do FIC aplica-se a Equação 8 descrita a seguir:

$$FIC = fa \times \{ 1 + [(1 - C) \times fr] \} \times nd \quad (8)$$

onde:

FIC é o fator de influência de chuvas;

fa é o fator da natureza da atividade;

C é o coeficiente de deflúvio ou *runoff*;

fr é o fator de retenção;

nd é o fator de intensidade das chuvas, que expressa o percentual médio de dias efetivamente paralisados em função das chuvas.

Na equação acima, o fator de natureza de atividade (fa) exprime a possibilidade de continuidade ou paralisação dos serviços durante a precipitação (fa = 0 ou fa = 1, respectivamente), sendo um valor fixo para cada serviço do SICRO.

Por outro lado, a parcela  $\{1 + [(1 - C) \times fr]\}$  considera a premissa de que a quantidade de água retida na superfície de trabalho é proporcional ao tempo de paralisação do serviço. Dessa forma, a equação reflete a majoração do período efetivamente paralisado (representado pelo nd), a depender da declividade do terreno, presença ou não de vegetação e tipo de superfície sobre a qual o serviço é executado. Como apresentado nos itens 3.3 e 3.4, tais fatores são personalizados para cada composição de custos, tanto pela classificação da etapa da obra como pelo tipo de solo predominante na UF.

Por fim, o nd corresponde ao percentual do período trabalhável paralisado em função das chuvas intensas (i.e., acima de 5 mm em um turno de 8 horas), desconsiderando domingos, feriados e dias com falhas, calculado com base na série histórica de 30 anos das estações pluviométricas. Os valores referenciais por UF são obtidos por meio da média ponderada das áreas de influência de cada posto.

Outrossim, cabe destacar que os impactos da pluviometria nas atividades de engenharia afetam direta e unicamente os custos improdutivos dos equipamentos e a equipe de mão de obra, uma vez que não há produção durante a chuva para os serviços classificados como fator de natureza da atividade (fa) igual a 1.

Assim, o FIC calculado com base na Equação 8 deve ser aplicado ao custo unitário improdutivo da composição de custos, sendo esse obtido pela Equação 9.

$$C_i = \frac{C_{ht,mdo} + \sum(Q_{equip} \times C_{hi,equip})}{P} \quad (9)$$

onde:

$C_i$  é o custo unitário improdutivo na composição de custos (R\$/unidade do serviço);

$C_{ht,mdo}$  é o custo horário total de mão de obra na composição de custos (R\$/h);

$Q_{equip}$  é a quantidade do equipamento na composição de custos (unidade);

$C_{hi,equip}$  é o custo horário improdutivo do equipamento (R\$/h/unidade);

P é a produção horária do serviço (unidade do serviço/h).

Logo, o custo do FIC passa a ser representado pela Equação 10.

$$C_{FIC} = FIC \times C_i \quad (10)$$

onde:

$C_{FIC}$  é o custo do FIC na composição de custos (R\$/unidade do serviço);

FIC é o fator de influência de chuvas;

$C_i$  é o custo unitário improdutivo na composição de custos (R\$/unidade do serviço).

A partir do cálculo do custo do FIC, a influência da chuva na execução dos serviços compreende o custo de paralisação do serviço durante o período trabalhável, representado pelo custo improdutivo dos equipamentos presentes na patrulha e da mão de obra que ficam ociosos durante a precipitação.

Ressalta-se que o FIC retrata o percentual médio do período trabalhável que é paralisado devido a precipitações intensas, considerando o efeito dos fenômenos de escoamento e retenção da água na superfície de trabalho com base nos critérios de presença ou não de vegetação, tipo de solo ou substrato e declividade do terreno, personalizados por UF e serviço.

Nesse contexto, ao multiplicar o custo unitário improdutivo da composição de custos pelo FIC, remunera-se apenas a ociosidade de equipamentos e mão de obra mobilizados.

MINUTA

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 04 - Fator de Influência de Chuvas - 2ª Edição* apresenta a metodologia de cálculo do Fator de Influência de Chuvas (FIC) para os custos de obras de infraestrutura de transportes do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO). O FIC é aplicado no custo unitário improdutivo da composição de custos que sofrem influência de precipitações, de forma a remunerar o tempo que a mão de obra e os equipamentos permanecem paralisados em função do fenômeno.

O capítulo de conceitos aborda o ciclo hidrológico e os demais parâmetros necessários para entendimento dos padrões de chuva e seus impactos. Nesse contexto, abrangem-se as bacias hidrográficas, que desempenham grande influência na distribuição e na intensidade das chuvas em uma determinada região. Também são abordados os dados pluviométricos, incluindo as estações pluviométricas e suas áreas de influência, destacando a importância da série histórica dos dados para análise e tratamento, visando à identificação de padrões climáticos e tendências de chuva.

No que tange aos conceitos de solos, exploram-se as características dos diferentes tipos de relevo, superfícies e solo. Aspectos como capacidade de retenção de água e coeficiente de deflúvio são discutidos no item sobre a relação entre o ciclo hidrológico e as condições de contorno do serviço, destacando sua importância para a determinação de fatores que influenciam no retorno das atividades após as chuvas.

No capítulo dedicado à metodologia de cálculo do FIC são delineadas as orientações para avaliar o impacto das chuvas nos serviços do SICRO. O processo envolve a consideração de diversas parcelas, incluindo o fator de intensidade de chuvas (nd), o fator da natureza da atividade (fa), o coeficiente de deflúvio ou *runoff* (C) e o fator de retenção dos solos (fr). Ao final do referido capítulo, apresenta-se a equação de cálculo do FIC, a qual integra todos os fatores mencionados anteriormente.

MINUTA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidroweb**. 2024. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 06 mai. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 4.390, de 29 de dezembro de 2022**. Altera a Portaria SEPRT nº 3.733, de 10 de fevereiro de 2020, que estabelece o cronograma de implementação para itens específicos da NR-18. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2024. Disponível em: [https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/2022/portaria-mtp-no-4-390-altera-a-port-3-733\\_20-prazo-containeres-nr-18.pdf/view](https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/2022/portaria-mtp-no-4-390-altera-a-port-3-733_20-prazo-containeres-nr-18.pdf/view). Acesso em: 08 mai. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 3.733, de 10 de fevereiro de 2020**. Aprova a nova redação da Norma Regulamentadora N.º 18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-18-atualizada-2020.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 2.037, de 15 de dezembro de 1999**. Revoga os itens 21.15; 21.16; 21.17; 21.18; 21.19; 21.20; 21.21 e 21.22, da Norma Regulamentadora N.º 21 - Trabalhos a Céu Aberto. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-21-nr-21>. Acesso em: 08 mai. 2024.

CARVALHO, Isabel C. D. H. **Análise de recorrências de eventos de desastres naturais com base no sistema integrado de informações sobre desastres (S2iD) e séries históricas de precipitação no Brasil**: uma contribuição metodológica. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

COSTA, Ellder Silva da. **Análise da série temporal de precipitação total mensal do município de Cruz das Almas-BA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **IPR 706**: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais. Rio de Janeiro: DNER, 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes>. Acesso em: 09 mai. 2024

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro: DNER, 1997. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201608/04151107-glossario-de-termos-tecnicos-rodoviaros.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR Norma DNIT 198/2021**: Terminologia - Constituintes geológicos de agregados e solos. Brasília: DNIT, 2021, 22 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/dnit\\_198\\_2021\\_ter.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/dnit_198_2021_ter.pdf). Acesso em: 09 mai. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR 742**: Manual de Implantação Básica de Rodovia. Rio de Janeiro: DNIT, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes>. Acesso em: 09 mai. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR 719**: Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes>. Acesso em: 09 mai. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro De Classificação De Solos**. Brasília: Embrapa, 2018. ISBN 978-85-7035-800-4. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GUETTER, Alexandre K. **Evaporação e Transpiração**. Curitiba, 2016.

OLIVEIRA, Tadeu de S. **Drenagem aplicada à infraestrutura de transporte**. Florianópolis: IPOG, 2018.

PECK, Ralph B.; TERZAGHI, Karl; MESRI, Gholamreza. **Soil mechanics in engineering practice**, 3. ed. New York: John Wiley na Sons, INC, 1996. ISBN 0-471-08658-4.

PINTO, Carlos de S. **Curso básico de mecânica dos solos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. ISBN 978-85-86238-51-2.

PINTO, Nelson L. de S.; HOLTZ, Antonio C. T.; MARTINS, José A.; GOMIDE, Francisco L. S. **Hidrologia básica**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1976. ISBN 978-85-2120-154-0.

SANTOS, Célia S. dos; SILVA, Patrícia Ferreira da; SANTOS, Jania Claudia Camilo dos; SILVA, Carlos Humberto da; BARROS, Allan Cunha. Estimativa da umidade na capacidade de campo em vasos e em laboratório. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, vol.8, n.2, p. 151-160, 2013.

TUCCI, Carlos. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2001. ISBN 85-7025-298-6.

VARGAS, Milton. **Introdução à mecânica dos solos**. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1977. ISBN 978-85-2160-525-0.

VILLELA, S; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**, São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (OMM). **WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals**. 2017. ed. Geneva: Chairperson, 2017. ISBN 978-92-63-11203-3.

Disponível

em:

[https://library.wmo.int/viewer/55797?medianame=1203\\_en\\_#page=1&viewer=picture&o=&n=0&q=](https://library.wmo.int/viewer/55797?medianame=1203_en_#page=1&viewer=picture&o=&n=0&q=). Acesso em: 10 mai. 2024.