



Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PEC
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA
Universidade Federal de Juiz de Fora

Nota Técnica

Critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática: chuvas e cheias extremas no município de Juiz de Fora - MG

Celso Bandeira de Melo Ribeiro, Sumáya Karla Faria Neves, Eduarda Trindade
Filgueiras, João Pedro Tanaka da Silva

CONTATO:

celso.bandeira@ufjf.br

17 abril de 2026

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 CONTEXTO..... | 2 |
| 1.1.1 Juiz de Fora..... | 2 |
| 1.1.2 Ubá e Matias Barbosa | 5 |
| 1.2 HISTÓRICO..... | 5 |
| 2. JUSTIFICATIVA..... | 7 |
| 2.1 ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS..... | 8 |
| 3. OBJETIVOS | 9 |
| 4. CRITÉRIOS..... | 10 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 12 |
| REFERÊNCIAS | 13 |
| ANEXO A..... | 16 |
| ANEXO B..... | 17 |

1. INTRODUÇÃO

Entre os dias 23 e 24 de fevereiro de 2026, precipitações excepcionais atingiram a Zona da Mata Mineira, em especial os municípios de Juiz de Fora, Matias Barbosa e Ubá. Como resultado, em Juiz de Fora, os eventos hidrológicos e geotécnicos resultaram em um desastre de grande magnitude, marcado por inundações e deslizamentos de encostas. Os boletins oficiais da prefeitura e Defesa Civil do município indicaram que o evento comprometeu severamente a mobilidade regional, com diversas ocorrências de interrupções de tráfego. Foram registrados transbordamentos do rio Paraibuna, ocasionando enchentes e obstruções das vias, resultando no isolamento de bairros e regiões da cidade, além de movimentos de massa em áreas urbanizadas e, principalmente, em ocupações situadas em encostas de morros. Houve registros de moradias soterradas e residências arrastadas pelas enxurradas, evidenciando a gravidade do evento.

Em Juiz de Fora, o desastre resultou em 66 vítimas fatais, com 8.584 desabrigados e desalojados e 2.936 ocorrências registradas pela Defesa Civil, distribuídas em diversas regiões e bairros do município, até o dia 1º de março (UFJF, 2026). Adicionalmente, cerca de 2.000 moradias foram totalmente destruídas (G1, 2026). Em resposta à gravidade da situação, foi decretado estado de calamidade pública (N. 17.693, de 24/02/2026) (PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, 2026). Unidades escolares foram temporariamente utilizadas como abrigos emergenciais para acolhimento das famílias afetadas, enquanto o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil e forças federais atuaram de forma coordenada nas operações de busca, resgate e assistência humanitária.

Em Ubá, de acordo com os dados oficiais, foram registrados aproximadamente 170 mm de precipitação em cerca de 3,5 horas, o que resultou na elevação do nível do Rio Ubá para 7,82 m, provocando inundações significativas em áreas urbanas (CÂMARA MUNICIPAL DE UBÁ, 2026; CNN BRASIL, 2026). Esse cenário ocasionou impactos expressivos à infraestrutura urbana, com interrupção de serviços essenciais, além de danos materiais e sociais relevantes. O evento também resultou na perda de 8 vidas humanas (G1, 2026). Ao todo, 1.188 famílias ficaram desalojadas em decorrência da inundação que atingiu cerca de 11,6% do território do município. A prefeitura de Ubá decretou estado de calamidade pública (N. 167, de 24/02/2026), que causou danos humanos, materiais e ambientais relevantes (MINAS GERAIS, 2026).

Já em Matias Barbosa, foram registrados cerca de 170 mm de chuva em menos de 3 horas, enquanto o acumulado do mês de fevereiro alcançou, aproximadamente, 584 mm, configurando também o mês mais chuvoso da história local (AGÊNCIA MINAS, 2026; Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, 2026). Não houve mortes diretamente associadas ao desastre; ainda assim, houve impactos sociais e econômicos expressivos: cerca de 810 pessoas ficaram desalojadas, famílias tiveram perdas materiais e as infraestruturas urbanas e estradas sofreram danos (REZENDE, 2026). O município também decretou situação de calamidade pública (N. 2.116, de 25/02/26) em decorrência dos impactos causados por chuvas intensas e inundações (MATIAS BARBOSA, 2026).

1.1 CONTEXTO

A região da Zona da Mata mineira sofreu um grande desastre socioambiental com inundações e deslizamentos de terra, provocado pela combinação de ocupação de áreas susceptíveis, vulnerabilidade social e uma precipitação de grande intensidade que ocorreu no mês de fevereiro de 2026.

1.1.1 Juiz de Fora

De acordo com a estação A518, operada pelo INMET, no município de Juiz de Fora, o mês de fevereiro de 2026 tornou-se o mais chuvoso registrado, com cerca de 764 mm de precipitação mensal acumulada (Figura 1), superior a 5 vezes a média histórica mensal, de 170 mm (Figura 2).

A Estação Nossa Senhora de Lourdes - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEM) registrou a maior precipitação, de 191 mm (Figura 3), em 23/02/2026, sendo esse o evento de maior magnitude observado no município, correspondente a um TR de aproximadamente 200 anos, sugerindo uma revisão e adoção de novos critérios de projetos de engenharia de drenagem.

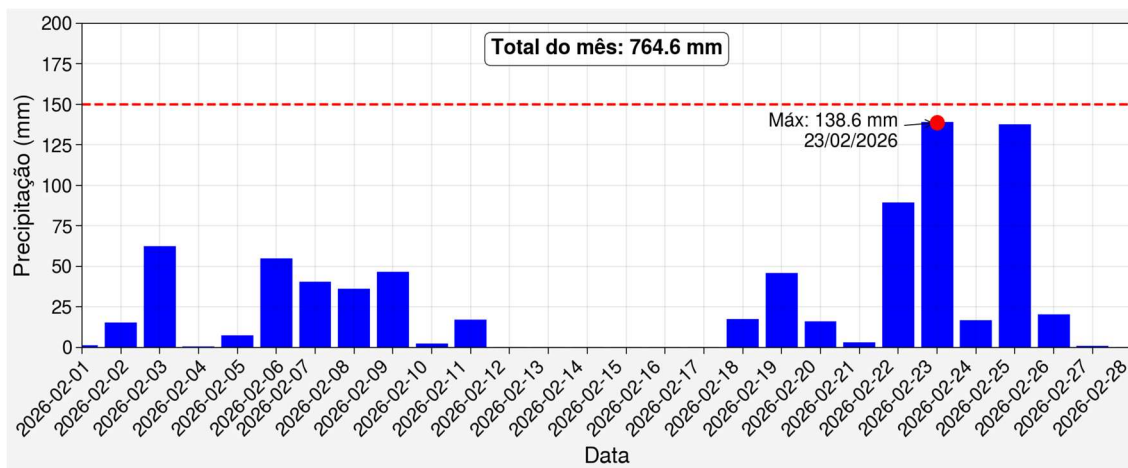


Figura 1 - Precipitação diária em Juiz de Fora, na estação INMET A518, em fevereiro de 2026.

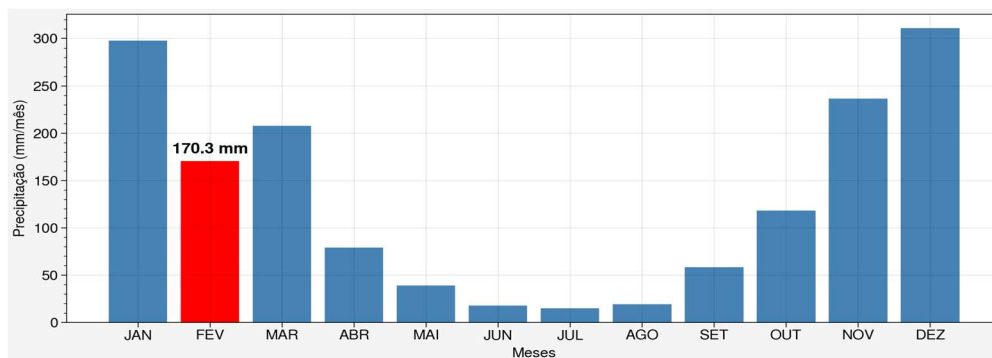


Figura 2 - Normal climatológica de precipitação em Juiz de Fora (1990-2020), INMET.

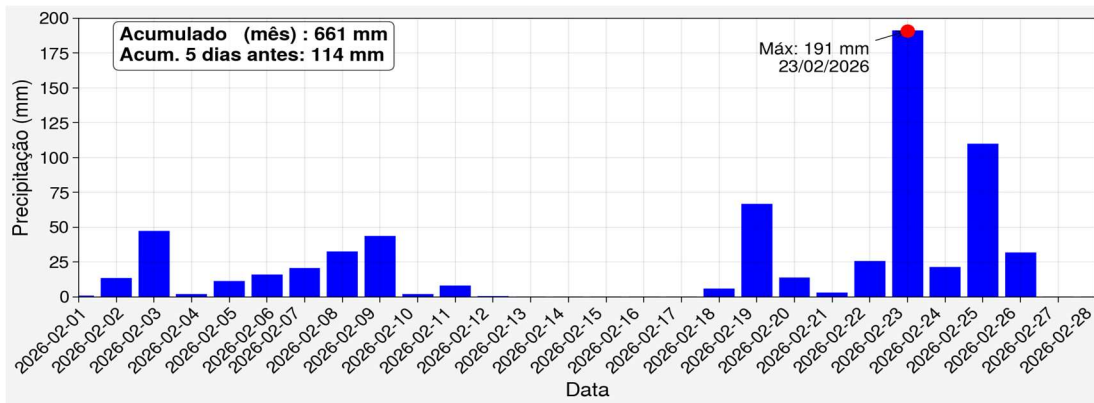


Figura 3 - Precipitação diária em Nossa Senhora de Lourdes - Juiz de Fora - fevereiro/2026, com destaque para a chuva diária do dia 23/02/2026, que apresentou um total de 191 mm.

Esse episódio extremo de precipitação registrado em 23 de fevereiro de 2026 ocorreu especialmente no período noturno, em um contexto de chuvas antecedentes expressivas (Figura 4).

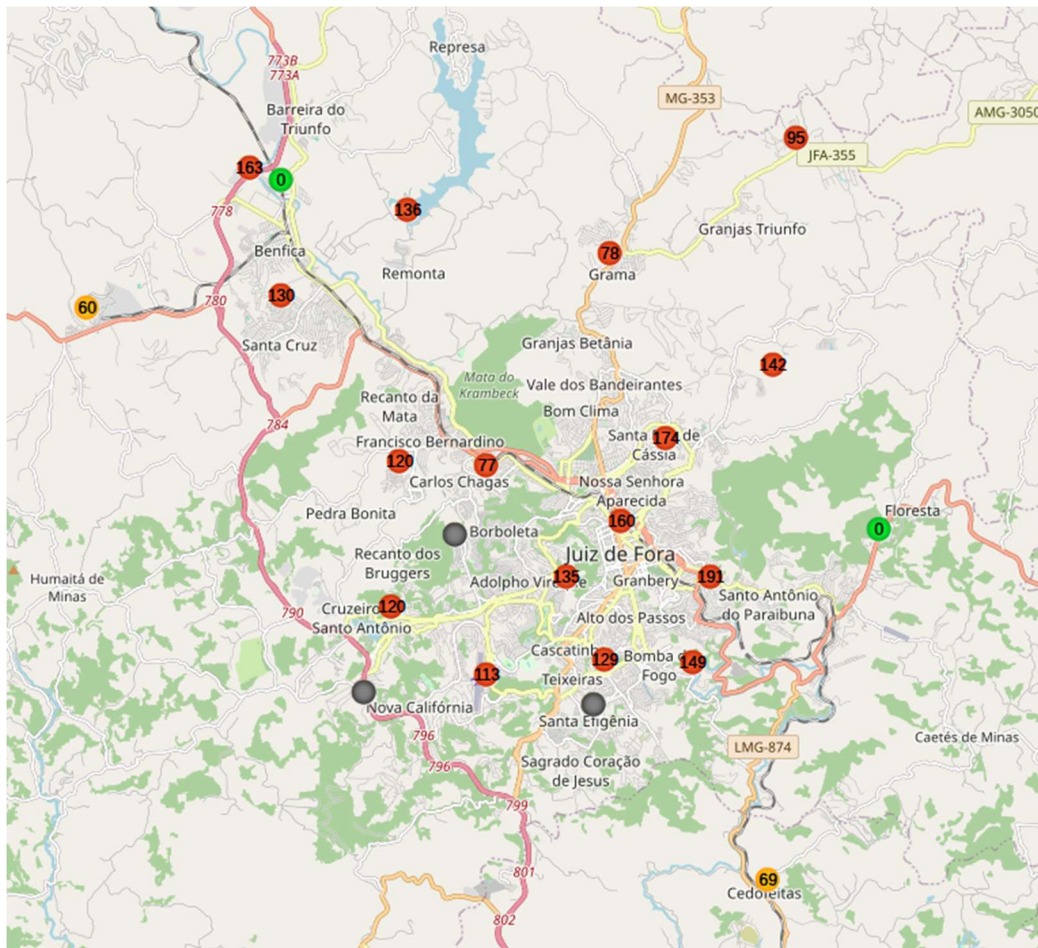


Figura 4 - Precipitação diária registrada nas estações do CEMADEM (JF), em 23 de fevereiro de 2026. Fonte: UFJF/CEMADEM, 2026.

Nos dias anteriores, já haviam sido acumulados mais de 100 mm de precipitação, o que contribuiu para a saturação progressiva do solo e para a redução de sua capacidade de infiltração. A distribuição espacial e acumulada da precipitação nos 5 anteriores a tragédia

(18/02/26 a 23/02/26) e no dia anterior (23/02/2026) encontra-se na Figura 5 e 6, respectivamente.

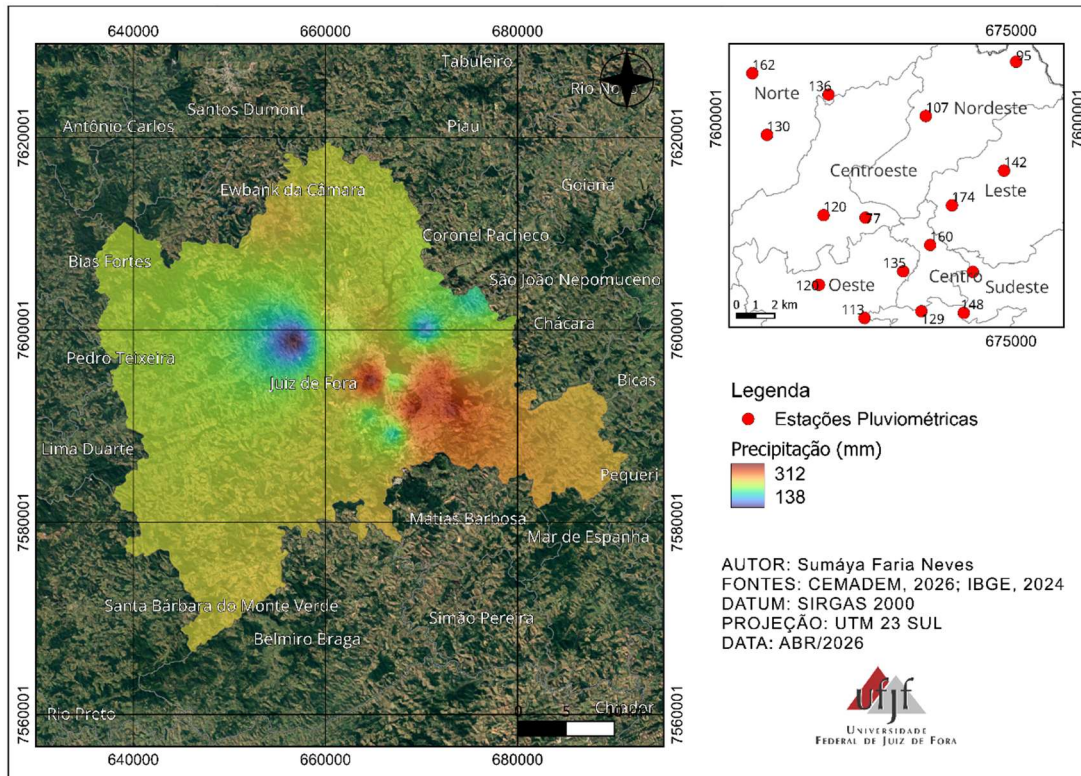


Figura 5 - Precipitação acumulada (mm) entre os dias 18 e 23/02/2026 no município de Juiz de Fora.

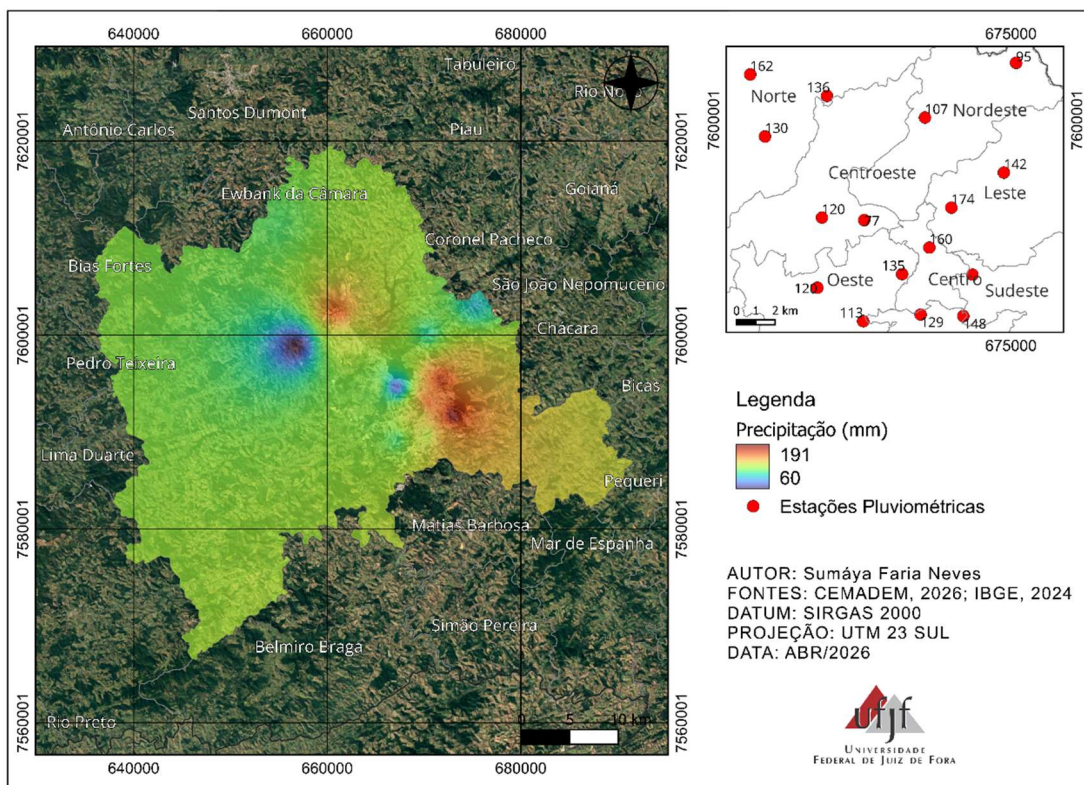


Figura 6 - Precipitação diária (mm) em 23/02/2026 no município de Juiz de Fora.

Nesse cenário, a chuva de maior intensidade aumentou o escoamento superficial e elevou a suscetibilidade à ocorrência de inundações e deslizamentos de encostas. Posteriormente, em 25 de fevereiro, novos episódios de chuva intensa voltaram a atingir a região, com mais aproximadamente 138 mm, mantendo as condições de elevada instabilidade hidrológica e geotécnica.

1.1.2 Ubá e Matias Barbosa

Nos municípios de Ubá e Matias Barbosa, predominou a ocorrência da inundações, com registro de alagamentos, interrupções de deslocamento e danos materiais associados ao avanço das águas, sem o mesmo destaque para processos de instabilidade de encostas e agravados pelo crescimento urbano sem planejamento histórico e a alta impermeabilização urbana, existentes em Juiz de Fora. Observa-se que é uma característica comum dos municípios citados a ocorrência de inundações e enchentes, que estão relacionadas à incapacidade das áreas urbanas de atuarem de forma adequada na manutenção da drenagem pluvial, considerando o contexto atual de precipitações intensas, que vêm sendo cada vez mais recorrentes com as mudanças climáticas, além da ocupação urbana das planícies de inundações dos rios e/ou Áreas de Preservação Permanentes (APPs).

1.2 HISTÓRICO

A recorrência de eventos hidrometeorológicos severos em Juiz de Fora evidencia que os impactos associados a chuvas intensas e ao transbordamento do rio Paraibuna não constituem fenômenos inéditos no município, mas se inserem em uma trajetória histórica de desastres que marca a formação e a expansão urbana local. A grande cheia de dezembro de 1940 foi um marco na história urbana de Juiz de Fora e ajudou a impulsionar um conjunto de intervenções estruturais no rio Paraibuna, especialmente sua retificação, além de reforçar, ao longo das décadas seguintes, a defesa de obras de controle de cheias, entre elas a Barragem de Chapéu D’Uvas.

Também é seguro dizer que a retificação do Paraibuna foi uma intervenção de grande porte: entre 1942 e 1950, o rio foi retificado, alargado e aprofundado. Segundo a Tribuna de Minas, isso reduziu seu comprimento em cerca de 16% e aumentou a capacidade de vazão do canal (BRASIL, 2025). Ao alterar o traçado natural, o comprimento e a seção do canal, a retificação modificou de forma expressiva a dinâmica fluvial do Paraibuna. Assim, ainda que essas obras tenham sido executadas com o objetivo de reduzir transbordamentos, é possível que tenham também contribuído para mudanças na distribuição das áreas sujeitas à inundações ao longo do curso urbano do rio.

A estimativa de vazões máximas, considerando distintos períodos de retorno, constitui etapa fundamental para o dimensionamento adequado de sistemas hidráulicos. Tal procedimento assegura níveis apropriados de segurança e resiliência, especialmente frente à variabilidade climática e à ocorrência de eventos hidrológicos extremos. Um

estudo realizado pelo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (CEIVAP) indica a previsão de aumento das vazões máximas na sub-bacia do Rio Paraibuna em cerca de 10% e 28%, para TRs de curto e longo prazo, respectivamente (CEIVAP, 2024), para um cenário moderado de projeções futuras.

Nesse contexto, torna-se imprescindível a efetivação da gestão dos recursos hídricos, bem como do planejamento urbano e do dimensionamento de sistemas hidráulicos, à luz dos impactos decorrentes do aumento das vazões, sobretudo em horizontes de longo prazo. Dentre tais impactos, destacam-se a intensificação e maior severidade de eventos de inundação, a expansão das áreas urbanas sujeitas a alagamentos e os danos à infraestrutura urbana, entre outros efeitos adversos.

Diante desse cenário, intensificam-se as discussões sobre possíveis soluções capazes de reduzir a ocorrência de novas tragédias no futuro, entre as quais se destacam as intervenções na infraestrutura de drenagem urbana do município de Juiz de Fora. Nesse contexto, a atualização de estimativas hidrológicas é fundamental para o planejamento urbano, dimensionamento de obras de infraestrutura, delimitação de áreas de risco e estruturação de estratégias de redução de riscos.

2. JUSTIFICATIVA

Os eventos de inundação representam a principal fonte de perdas econômicas na bacia do rio Paraíba do Sul, apresentando impactos diretos e expressivos sobre infraestrutura, atividades produtivas e a dinâmica socioeconômica regional. Registros históricos indicam prejuízos superiores a R\$ 2,65 bilhões entre 1995 e 2025, associados a danos materiais e à interrupção de atividades públicas e privadas, conforme o relatório apresentado pela Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP, 2025).

Na sub-bacia do rio Paraibuna, esses impactos são expressivos, destacando-se Juiz de Fora, com perdas históricas de R\$ 39,68 milhões e tendência de aumento de cerca de 70%, com uma expectativa de perdas anualizadas de aproximadamente R\$ 0,15 milhão por ano. Já o município de Ubá destaca-se como um dos mais impactados economicamente na bacia, com perdas históricas de aproximadamente R\$ 71,45 milhões e perdas anualizadas estimadas em R\$ 1,29 milhão por ano. A projeção de aumento de cerca de 55% nas perdas anualizadas sob cenários climáticos futuros reforça a elevada vulnerabilidade do município frente a eventos de inundação (AGEVAP, 2025).

As perdas por inundações são frequentemente subestimadas devido às limitações nos registros e na mensuração de impactos indiretos. Ainda assim, a sub-bacia do rio Paraibuna apresenta elevado risco econômico, com tendência de agravamento pelas mudanças climáticas, sendo urgente a necessidade de medidas de mitigação e adaptação (AGEVAP, 2025).

Os municípios de Ubá, Matias Barbosa e Juiz de Fora, localizados na Zona da Mata mineira, estão inseridos em uma faixa do Sudeste brasileiro que, no período chuvoso, pode ser fortemente influenciada pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Esse sistema atmosférico, típico do verão, organiza um corredor de umidade e nebulosidade que se estende da Amazônia até o Atlântico Sul, favorecendo episódios de chuva persistente e, por vezes, extrema. A literatura meteorológica mostra que a ZCAS resulta da convergência de umidade transportada tanto do interior do continente, associada ao Sistema de Monção da América do Sul, quanto do Atlântico tropical, o que ajuda a sustentar eventos prolongados de precipitação. Por isso, entre dezembro e fevereiro, é comum que o Sudeste enfrente episódios de chuva intensa associados a esse padrão. Em municípios como Juiz de Fora, onde há áreas mapeadas como de risco geológico e hidrológico, essa recorrência exige medidas permanentes de prevenção, monitoramento e proteção da população, especialmente nas áreas mais vulneráveis (INMET, [s.d.]; QUADRO *et al.*, 2012).

2.1 ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Brasil possui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima - PNA de 10 de maio de 2016 (BRASIL, 2016), que recomenda a identificação dos cenários presentes e futuros causados pelas mudanças climáticas, assim como desenvolver objetivos e planos para adaptação a tais cenários.

Sendo assim, não adotar os efeitos das alterações climáticas pode resultar em projetos de engenharia subdimensionados para suportar eventos extremos provenientes de condições atuais e futuras do clima.

Portanto, nesse novo contexto de aumento da frequência e da intensidade de eventos extremos, como temos observado recentemente, especialmente daqueles associados a cheias e inundações, os registros históricos, isoladamente, não representam mais de forma adequada a magnitude dos eventos futuros.

Torna-se, então necessária a revisão dos critérios de definição da magnitude dos escolhidos para o dimensionamento de novos projetos de engenharia, atualmente adotados na concepção dos sistemas de drenagem, incorporando dados observados nos eventos extremos históricos, sobretudo os mais recentes, de modo a subsidiar parâmetros de projeto mais realistas, atualizados e compatíveis com o novo regime de extremos observados.

Neste sentido, esta nota técnica recomenda a atualização da estimativa de variáveis hidrológicas, tais como precipitações intensas, vazões máximas, cotas máximas, velocidade de escoamento e manchas de inundação, a serem empregadas em projetos de infraestrutura e em ações de planejamento territorial. Para tanto, recomenda-se tomar como referência o último evento extremo ocorrido em fevereiro de 2026, incorporando as adaptações necessárias aos estudos hidrológicos, de forma a tornar mais consistente a definição de critérios de projeto e contribuir para a redução dos impactos sociais e econômicos em eventos extremos futuros.

3. OBJETIVOS

Propõe-se a apresentação de critérios hidrológicos voltados à adaptação às mudanças climáticas, com ênfase em eventos de precipitação intensa e cheias extremas, a serem aplicados no dimensionamento de obras de infraestrutura, na identificação e mapeamento de áreas de risco, bem como no planejamento de ações emergenciais e de recuperação no contexto do desastre ocorrido em fevereiro de 2026 na Zona da Mata Mineira.

4. CRITÉRIOS¹

Os parâmetros propostos nesta nota técnica resultam de articulação entre o conhecimento disponível sobre os efeitos esperados das mudanças climáticas e as lições extraídas das análises de eventos extremos recentes, em Juiz de Fora.

Juntamente, foram tomadas como base as recomendações da Nota Técnica elaborada pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Paiva et al., 2024), após o evento da cheia ocorrido em maio de 2024, no Rio Grande do Sul, como forma de nortear novos projetos de engenharia que envolvam eventos extremos e drenagem. Sendo assim, recomenda-se a utilização dos seguintes critérios técnicos:

1. Sempre que possível deve-se utilizar dados observados em séries históricas de precipitação e vazão de estações Pluviométricas e Fluviométricas existentes na região. Na falta de séries de dados observados ou de séries curtas ou pouco representativas, deve-se então, utilizar equações ou modelos para a determinação dos dados e parâmetros de projeto.
2. As séries temporais empregadas na análise de eventos hidrológicos extremos devem apresentar **extensão temporal** suficiente para garantir representatividade estatística e confiabilidade aos resultados. Para isso, deve-se adotar, preferencialmente, o **maior período de registro disponível** em estações com elevada disponibilidade de dados e baixa ocorrência de falhas ou lacunas nas observações.
3. Nas definições de projeto, usualmente se adota um evento hidrológico vinculado a uma recorrência previamente fixada. Para os fins desta proposta, porém, a referência de dimensionamento deve incorporar **minimamente o episódio mais severo efetivamente observado**, ainda que sua frequência estimada não coincida com a recorrência tradicionalmente utilizada. Assim, deve-se considerar, até a data de publicação desta nota técnica, de forma explícita, o evento registrado em **fevereiro de 2026** nas análises hidrológicas, uma vez que esse episódio constitui o **evento extremo mais recente e de maior magnitude observado**, para a adequada representação das condições atuais de ocorrência de extremos.
4. A definição dos parâmetros de análise deve, também, contemplar a **influência dos cenários das mudanças climáticas** sobre o comportamento hidrológico, considerando tanto a ampliação da severidade dos eventos quanto modificações em sua frequência de ocorrência.
5. A definição dos parâmetros de análise também deve levar em consideração o **zoneamento urbano** presente no Plano Diretor mais atual, a fim de contemplar as diferenças regionais de ocupação e infraestrutura existentes no território do município de Juiz de Fora.

¹ **OBS:** Recomenda-se analisar, para a adoção da chuva de projeto, os maiores registros históricos de eventos extremos observados, bem como os cenários de projeção climática futura, em consonância com os objetivos de adaptação às mudanças climáticas, conforme preconiza o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima - PNA de 10 de maio de 2016 (BRASIL, 2016).

Para a determinação de valores extremos de referência aplicáveis a variáveis hidrológicas, propõe-se a adoção do procedimento descrito a seguir:

1. Para as variáveis de cota e vazão, na ausência de dados observados das cheias mais relevantes nos postos fluviométricos adotados na análise estatística, recomenda-se a incorporação de **informações indiretas dos máximos alcançados em eventos anteriores de maior magnitude**, como marcas de níveis d'água, registros fotográficos e jornalísticos, entre outros.
2. No caso de precipitações intensas e utilização de curvas intensidade-duração-frequência (IDF), recomenda-se utilizar a **curva IDF, mais atual, da área de interesse**²;
3. A intensidade máxima de precipitação estimada a partir da série histórica, para o TR adotado no estudo ou projeto, como por exemplo na concepção dos **projetos de microdrenagem**, deverá ser majorada conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Mudança relativa em termos de intensidade (mm/h) em relação à IDF histórica Silva et al. (2024).³

| TR (anos) | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Incremento (%) | 11% | 12% | 13% | 14% | 15% | 16% |

4. Para a determinação de **vazões futuras, macrodrenagem** considerando cenários de mudanças climáticas, recomenda-se utilizar os critérios do relatório da AGEVAP (2025), ANEXO B, em que:
 - a. Deve-se utilizar um TR40 anos quando originalmente se considerava um risco de TR25 anos.
 - b. Deve-se utilizar um TR100 anos quando originalmente se considerava um risco de TR50 anos.
 - c. Deve-se utilizar um TR250 anos quando originalmente se considerava um risco de TR100 anos.

² Na falta de uma equação IDF atualizada para o local, a ferramenta IDF-BR, desenvolvida por membros do Grupo de Pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas (GPHidro/CNPq) vinculado à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), com equações baseadas em dados de chuva observados do período entre 1961 e 2020 (GPHidro, [s.d.]), é uma boa referência.

³ Esses valores foram obtidos para o cenário de mudança climática SSP5-8.5, CMIP6 – IPCC (ANEXO A).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros hidrológicos propostos nesta nota técnica têm como finalidade oferecer suporte a decisões de projeto e planejamento mais compatíveis com o cenário atual de transformação dos padrões de chuva e de agravamento das cheias no município de Juiz de Fora. Sua utilização pode fortalecer a capacidade de resposta do território, tanto no campo das obras de infraestrutura quanto na organização das ações de prevenção e redução de danos. Como se trata de um tema sujeito à evolução contínua do conhecimento técnico e científico, esses parâmetros não devem ser entendidos como definitivos, mas sim como referências passíveis de atualização sempre que novos estudos, bases de dados ou cenários climáticos mais consistentes estiverem disponíveis.

Sob a mesma perspectiva, intervenções estruturais e medidas de ordenamento territorial devem ser concebidas de modo a admitir modificações futuras com viabilidade técnica e econômica. Em vez de soluções rígidas, recomenda-se a adoção de concepções que facilitem adequações posteriores, especialmente em estruturas cujo desempenho depende diretamente de condicionantes hidrológicas, como travessias, dispositivos de drenagem, barramentos e obras de contenção hidráulica. Essa orientação amplia a possibilidade de ajuste progressivo dos parâmetros adotados em projeto, diante das incertezas existentes e da eventual intensificação dos eventos extremos ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA MINAS. Corpo de Bombeiros já resgatou mais de cem pessoas afetadas pelas chuvas em Matias Barbosa. 26 fev. 2026. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/corpo-de-bombeiros-ja-resgatou-mais-de-cem-pessoas-afetadas-pelas-chuvas-em-matias-barbosa>. Acesso em: 10 abr. 2026

AGEVAP (ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL); CONSÓRCIO NIPPON KOEI LAC – REGEA – RHAMA. *Relatório – Produto 6: Avaliação do impacto econômico e social e do impacto das mudanças climáticas no balanço hídrico*. São Paulo: Consórcio Nippon Koei LAC – Regea – Rhama, 2025.

BRASIL, Lucimar. As decisões que mudaram o curso do rio Paraibuna e de Juiz de Fora. *Tribuna de Minas*, Juiz de Fora, 13 out. 2025. Disponível em: <https://tribunademinas.com.br/especiais/o-rio-da-minha-aldeia/13-10-2025/as-decisoes-que-mudaram-o-curso-do-rio-paraibuna-e-de-juiz-de-fora.html>. Acesso em: 28 mar. 2026.

CÂMARA MUNICIPAL DE UBÁ. Enchente histórica em Ubá: município atualiza dados oficiais sobre vítimas e infraestrutura. 25 fev. 2026. Disponível em: <https://www.uba.mg.leg.br/noticias/enchente-historica-em-uba-municipio-atualiza-dados-oficiais-sobre-vitimas-infraestrutura-e-restabelecimento-de-servicos>. Acesso em: 10 abr. 2026.

CEIVAP (COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL); ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP). *Estudo de disponibilidades hídricas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (EDH-PS): resumo executivo*. Setembro de 2024.

CNN BRASIL. Rio Ubá atinge quase 8 metros e deixa mortos após temporal em Minas Gerais. 24 fev. 2026. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sudeste/mg/rio-uba-atinge-quase-8-metros-e-deixa-mortos-apos-temporal-em-minas-gerais/>. Acesso em: 10 abr. 2026.

DANTAS, L. G. *et al.* Future Changes in Temperature and Precipitation over Northeastern Brazil by CMIP6 Model. *Water*, v. 14, n. 24, p. 4118, 16 dez. 2022.

G1. Corpo é encontrado 22 dias após chuva em Ubá. *G1 Zona da Mata*, 17 mar. 2026. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2026/03/17/corpo-e-encontrado-22-dias-apos-chuva-em-uba.ghtml>. Acesso em: 10 abr. 2026.

G1. Quase 2 mil moradias foram destruídas pelas chuvas em Juiz de Fora, diz prefeita. *G1 Zona da Mata*, 11 mar. 2026. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2026/03/11/quase-2-mil-moradias-foram-destruidas-pelas-chuvas-em-juiz-de-fora-diz-prefeita.ghtml>. Acesso em: 10 abr. 2026.

GPHidro (Grupo de Pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas). IDF-BR. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, [s.d.]. Disponível em:

<<https://wp.ufpel.edu.br/hidrologiaemodelagemhidrologica/software/idf-br/>>. Acesso em: 28 mar. 2026.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). Fevereiro de 2026 com chuva acima da média em Minas Gerais. 24 fev. 2026. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 10 abr. 2026.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Brasília, DF: INMET, [s.d.]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/zona-de-convergencia-do-atlantico-sul-zcas>. Acesso em: 30 mar. 2026.

MATIAS BARBOSA (MG). Decreto nº 2.116, de 25 de fevereiro de 2026. Declara situação de calamidade pública no município de Matias Barbosa em decorrência das chuvas intensas. Matias Barbosa: Prefeitura Municipal, 2026.

MINAS GERAIS. Decreto nº 167, de 24 de fevereiro de 2026. Reconhece o estado de calamidade pública no município de Ubá. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DNE/167/2026/>. Acesso em: 10 abr. 2026.

QUADRO, M. F. L. de; SILVA DIAS, M. A. F.; HERDIES, D. L.; GONÇALVES, L. G. G.; COHEN, J. C. P. Análise climatológica da precipitação e do transporte de umidade na região da ZCAS através da nova geração de reanálises. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 27, n. 2, p. 152-162, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/xzL7Sg34JjBfyk9n679z3hb/>. Acesso em: 30 mar. 2026.

PAIVA, RODRIGO et al. NOTA TÉCNICA: Critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática: chuvas e cheias extremas na Região Sul do Brasil. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2024. Nota técnica. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/>. Acesso em: 24 mar. 2026.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. Decreto nº 17.693, de 24 de fevereiro de 2026. Declara estado de calamidade pública no município de Juiz de Fora em decorrência de chuvas intensas. Juiz de Fora: Prefeitura Municipal, 2026. Disponível em: https://www.pjf.mg.gov.br/e_atos/e_atos_vis.php?id=139614. Acesso em: 10 abr. 2026.

REZENDE, Gabriel. Chuvas deixam Matias Barbosa isolada e tiram mais de 800 pessoas de casa. *O Tempo*, 26 fev. 2026. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/cidades/2026/2/26/chuvas-deixam-matias-barbosa-isolada-e-tiram-mais-de-800-pessoas-de-casa>. Acesso em: 10 abr. 2026.

SILVA, JOÃO PEDRO TANAKA; RIBEIRO, CELSO BANDEIRA DE MELO; SILVA, DANIELE FEITOZA. Assessment impact of climate change based on the tracing of non-stationary IDF curves in the municipality of Juiz de Fora – MG. 9th International Symposium on Integrated Water Resources Management (IWRM) | 14th International Workshop on Statistical Hydrology (STAHY) | I EBHE - Encontro Brasileiro de Hidrologia Estatística. ABRHidro, Florianópolis-SC (2024). Link: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=16496>.

UFJF (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA). A maior chuva da história de Juiz de Fora. 24 fev. 2026. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/labcaa/2026/02/24/a-maior-chuva-da-historia-de-juiz-de-fora/>. Acesso em: 10 abr. 2026.

ANEXO A

Estudo de Silva et al. (2024), para projeção de precipitações futuras em Juiz de Fora (MG)

Para definir as porcentagens de aumento da intensidade das precipitações (mm/h) e os TRs equivalentes foram analisadas as mudanças das curvas IDF futuras em relação a IDF histórica a partir das metodologias *Equidistance Quantile Matching* e *Equidistance Quantile Matching Não-Estacionário* e realizado um *downscaling* temporal para correção de viés e foi adotado o modelo climático MRI-ESM2-0⁴ no cenário SSP5-8.5 (Figura 7 e Tabela 2), Silva et al. (2024). Sugere-se a calibração destes resultados a partir de rodadas dos demais modelos em diferentes cenários climáticos, visando a construção de um intervalo de confiança abrangente a ser adotado.

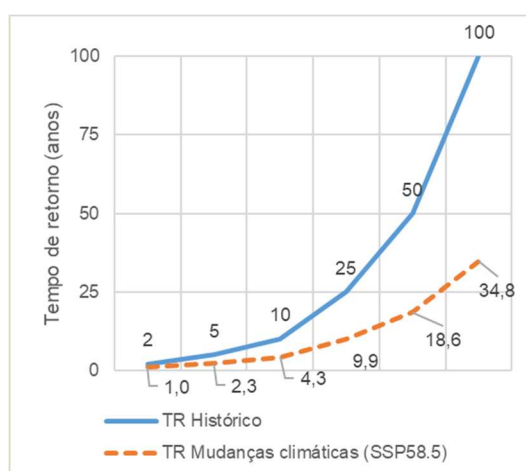


Figura 7 - Gráfico dos tempos de retorno empíricos e simulado SSP58.5 (pessimista).

Esse gráfico mostra a redução dos TR, considerando o cenário de mudança climática, evidenciando que há tendência dos eventos extremos de cheias se tornarem mais frequentes.

Tabela 2 - Mudança relativa de TRs e intensidade (mm/h), em relação às IDF's atuais e futuras.

| TR Futuro (anos) | Altura de precipitação Futura (mm) | Intensidade Futura (mm/h) | TR Histórico equivalente (anos) |
|------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 2 | 90.41 | 3.77 | 4 |
| 5 | 104.90 | 4.37 | 12 |
| 10 | 117.39 | 4.89 | 25 |
| 25 | 136.22 | 5.68 | 70 |
| 50 | 152.44 | 6.35 | 149 |
| 100 | 170.59 | 7.11 | 321 |

⁴Conforme Dantas et al (2022), tal modelo mostrou-se adequado para a representação das condições climáticas no Brasil. Porém, sugere-se uma atualização destes resultados, idealmente utilizando rodadas de ensemble com todos os 28 modelos climáticos globais (GCMs) do CMIP6.

ANEXO B

Estudo da AGEVAP (2025), para vazões na Bacia do Paraíba do Sul → recorte da Zona da Mata

Estudo realizado pela AGEVAP (2025) apresenta as tendências de longo prazo na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - BHPS, em que foram selecionados modelos climáticos com base no sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, CMIP6 - *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6*).

A fonte dos dados de mudanças climáticas do CMIP6 utilizada neste estudo foi a base CLIMBra - *Climate Change Dataset for Brazil*, que conta com um total de 19 modelos climáticos e foi calculada a mediana dos resultados de vazões, projetados nos cenários SSP2-4.5, que representa a sociedade submetida à uma vulnerabilidade intermediária com um nível médio de forçante radiativa, representando ainda condições não extremas de uso da terra e de aerossóis quando comparado aos demais SSP's.

A base conta com dados disponíveis em escala diária, com séries históricas entre 1980 e 2013 e séries futuras entre 2015 e 2100. Os dados históricos são fruto de combinações entre dados observados e simulados, já os dados futuros são oriundos de simulações.

Com os resultados de vazão gerados nas 57 simulações, foram calculadas as vazões máximas com tempos de retorno (TR) de 10, 25, 50 e 100 anos.

Com base nas alterações entre passado e presente foi possível calcular fatores de alteração percentual, tanto para o curto quanto para o longo prazo, conforme apresenta a Figura 8.

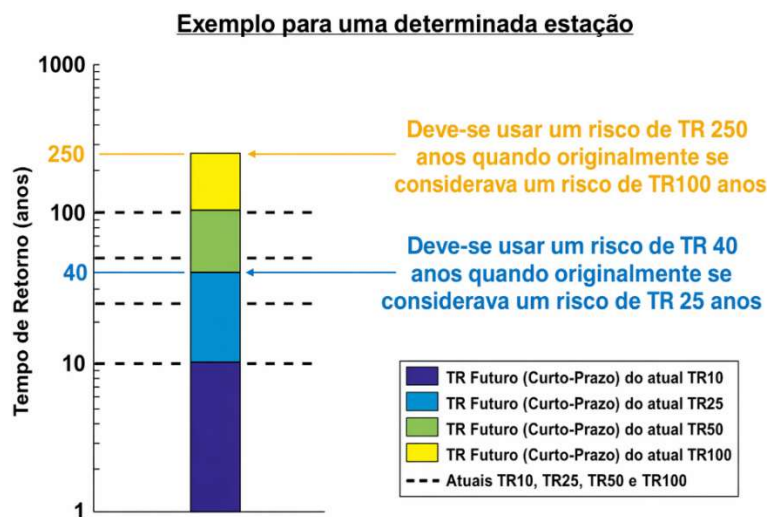


Figura 8 - TR de vazões futuras em relação aos valores de TR atualmente usadas nas séries de vazões máximas históricas simuladas SSP2-4.5 (otimista). Fonte: AGEVAP (2025)