

## **XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **Ferramenta GEOT-IDF Equations: novas funcionalidades**

*Fagner França da Costa <sup>1</sup> ; Iana Alexandra Alves Rufino <sup>2</sup> ; Ricardo de Aragão <sup>3</sup> ; Marco Aurélio Holanda de Castro <sup>4</sup> & Rivaildo da Silva Ramos Filho <sup>5</sup>*

**Abstract:** GEOT-IDF Equations is a tool developed to determine Intensity-Duration-Frequency (IDF) equations in a practical and accessible way. Its main objective is to facilitate the adjustment of different probabilistic models in the frequency analysis of historical precipitation series, allowing the obtaining of IDF curves even without prior knowledge of the parameters involved. The tool integrates the most commonly used statistical distributions to estimate the maximum daily precipitation associated with different return periods and employs five different equations to adjust sub-daily precipitation. The empirical parameters are automatically defined through an algorithm developed in the R language. Among the recent advances, the direct connection with the server of the Executive Agency for Water Management of the State of Paraíba (AESA) stands out, enabling access to and the automated download of historical precipitation series. It is therefore concluded that the tool represents an efficient and easy-to-apply solution for hydrological studies and engineering projects.

**Resumo:** O GEOT-IDF Equations é uma ferramenta desenvolvida para determinar equações de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) de forma prática e acessível. Seu principal objetivo é facilitar o ajuste de diferentes modelos probabilísticos na análise de frequência de séries históricas de precipitação, permitindo a obtenção de curvas IDF mesmo sem conhecimento prévio dos parâmetros envolvidos. A ferramenta integra as distribuições estatísticas mais utilizadas para estimar precipitações máximas diárias associadas a diferentes períodos de retorno, além de empregar cinco equações distintas para o ajuste das precipitações subdiárias. Os parâmetros empíricos são definidos automaticamente por meio de um algoritmo desenvolvido em linguagem R. Entre os avanços recentes, destaca-se a conexão direta com o servidor da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), possibilitando o acesso e o download automatizado das séries históricas de precipitação. Conclui-se, portanto, que a ferramenta representa uma solução eficiente e de fácil aplicação para estudos hidrológicos e projetos de engenharia.

**Palavras-Chave** – Chuvas intensas, Inundações, Ferramenta computacional

### **INTRODUÇÃO**

As inundações são hoje uns dos desastres mais recorrentes e destrutivos em todo o mundo. Por exemplo, o Brasil vem sofrendo com os efeitos de cheias provocadas por chuvas cada vez mais intensas, atribuído, em parte, às mudanças climáticas (CHANG et al., 2021), à urbanização (ARNONE et al., 2018) e a abordagens inadequadas do ponto de vista de infraestrutura (FILHO et al., 2022), gerando perdas econômicas, mortes e interrompendo os serviços públicos (IPCC, 2021). No Recife, capital do Pernambuco, Nordeste do Brasil (NEB), no ano de 2022, por exemplo, em 48

1) Afiliação: Doutor, UFCG, fagnerengenheiroambiental@gmail.com

2) Afiliação: Professora Titular, UFCG, iana.alexandra@professor.ufcg.edu.br

3) Afiliação: Professor Titular, UFCG, ricardoaragao@yahoo.com

4) Afiliação: Professor Titular, UFC, marco@ufc.br

5) Afiliação: Aluno de Doutorado, UFCG, rivaildofilho31@gmail.com

horas, o total acumulado de chuvas foi de 258 mm, e por consequência de falhas no sistema de drenagem urbana e de planejamento, cerca de 128 pessoas morreram, além de ter comprometido o funcionamento do sistema público de transporte e várias residências comprometidas ou destruídas.

Dentre as obras de engenharia utilizadas para atenuar ou controlar o excesso de escoamento superficial, as medidas estruturais intensivas (convencionais) são as mais utilizadas, mitigando os prováveis impactos ambientais e socioeconômicos desses eventos sobre uma determinada região. Para essas obras são empregadas precipitações e vazões de projeto, estas, por sua vez definidas a partir das equações de chuvas intensas. É fundamentado nessa importância que essas equações necessitam ser bem caracterizadas e atualizadas frequentemente, tendo em vista que, o regime de precipitação das cidades sofre grande influência de fatores particulares locais, tais como o processo de urbanização, efeito conhecido como “Ilha de Calor Urbana” (CARPIO et al., 2020).

Reconhecendo essa necessidade de atualização constante e precisão das equações de Intensidade-Duração-Frequência (IDF), especialmente no contexto urbano, Costa et al. (2025) desenvolveram a ferramenta GEOT-IDF Equations, com o objetivo de auxiliar técnicos e pesquisadores na geração de equações de chuvas intensas de forma prática, eficiente e baseada em dados atualizados.

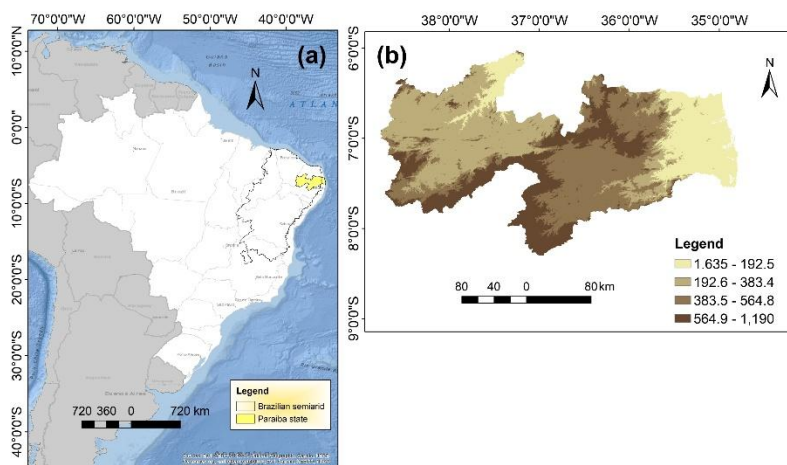
Visando implementar mais funcionalidades na ferramenta GEOT-IDF Equations, de forma a deixá-la o mais completa possível, o presente trabalho tem como objetivo geral atualizar a respectiva ferramenta. E como objetivos específicos, incorporar o conjunto de dados de precipitação, fornecido pelo servidor da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), como também, disponibilizar uma opção onde o usuário possa realizar o download das séries históricas de precipitações e também gerar hietograma das chuvas de projeto, a partir da equação IDF gerada.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

A área tomada como estudo, foi o estado da Paraíba, localizada no NEB (Figura 1a). A área estudada, apresenta uma extensão territorial entorno de 56.467,242 km<sup>2</sup>, distribuído em 223 municípios, sendo, João Pessoa, a sua capital, e população total de aproximadamente 4.059,905 habitantes (IBGE, 2024). A temperatura média anual varia de 21 a 27°C e precipitação média anual entre 287,2 a 1.867 mm, com precipitações distribuídas em quadras chuvosas (quatro meses chuvosos), variando de janeiro a abril, no Sertão, de abril a julho, no litoral/zona da Mata Paraibana. Em termos gerais, os meses de março, abril e junho são os mais chuvosos sobre a Paraíba, sendo o litoral, a região onde registram-se os maiores totais de precipitados.

Figura 1 – Localização da área de estudo (a) com a representação do seu relevo (b)



## Descrição da ferramenta GEOT-IDF Equations

A ferramenta foi desenvolvida na linguagem de programação R, uma linguagem de programação estatística e gráfica, que vem se especializando na manipulação, análise e visualização de dados, sendo atualmente considerada uma das melhores ferramentas para essa finalidade. A linguagem R ainda possui, como diferencial, a facilidade no aprendizado, mesmo para aqueles que nunca tiveram contato anterior com programação.

A linguagem R é integrada com diferentes distribuições de probabilidade estatísticas mais amplamente utilizadas para determinação da relação IDF, além de utilizar diferentes pacotes, a saber: tibble; optimx; hydroGOF; fitdistrplus; e1071; smwrBase; evd; GEVcdn; PearsonDS; tidyverse; readxl, entre outros (para maiores detalhes, ver COSTA et al., 2025).

A principal contribuição desta ferramenta foi a obtenção/atualização de equações IDF. A GEOT-IDF Equations ajuda o usuário a economizar tempo e esforço na definição de equações IDF. Além disso, a ferramenta é muito fácil e conveniente de operar, estando disponível para download em [https://www.mediafire.com/folder/f5yncosqe6zgt/GEOT-IDF\\_Equations](https://www.mediafire.com/folder/f5yncosqe6zgt/GEOT-IDF_Equations).

As principais inovações da ferramenta estão na ampliação da base de dados e na automatização do processo de coleta de dados pluviométricos. Foi incorporado um novo banco de dados oriundo da AESA, que passou a complementar a base tradicional da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Essa integração proporciona uma cobertura espacial mais abrangente, especialmente relevante para estudos hidrológicos no estado da Paraíba.

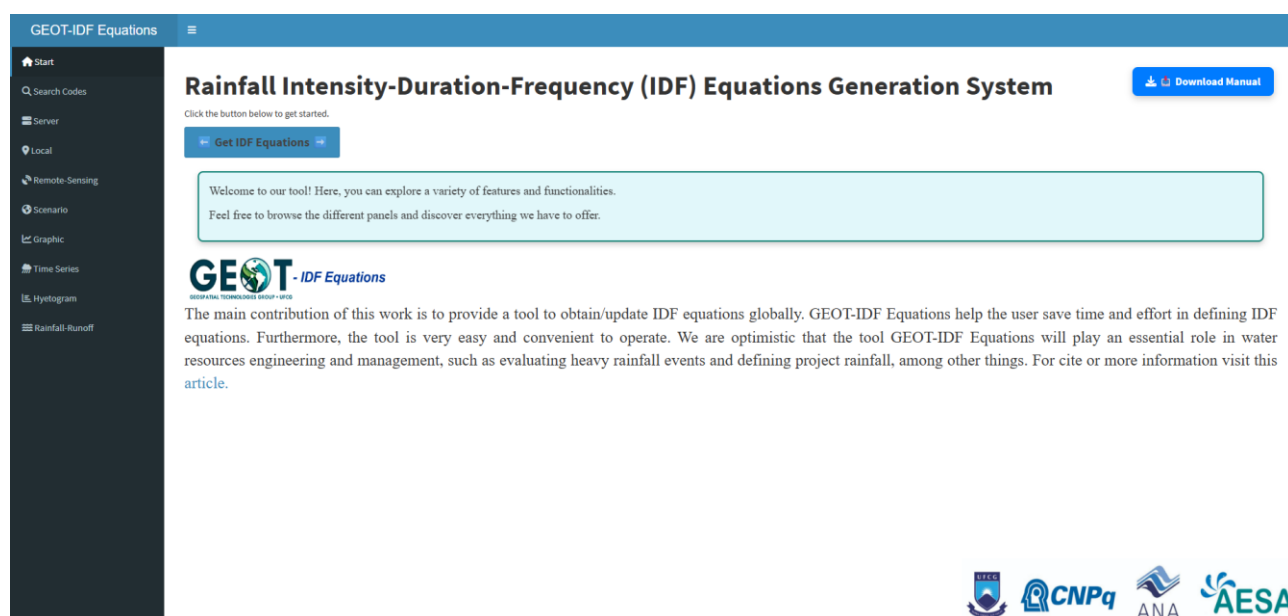
Outra melhoria significativa foi a implementação de uma funcionalidade para o download automatizado das séries históricas de precipitação diretamente dos servidores da ANA e da AESA. Essa automatização elimina etapas manuais de coleta de dados, reduzindo a possibilidade de erros operacionais e garantindo o acesso a dados atualizados e confiáveis.

A partir dos dados obtidos, a ferramenta realiza o ajuste estatístico das séries de precipitação, com base em diferentes distribuições de probabilidade, e gera automaticamente as equações IDF para diferentes períodos de retorno. Os resultados podem ser visualizados e exportados em formatos compatíveis com análises hidrológicas subsequentes. A aplicação está disponível publicamente para download, o que facilita sua utilização por pesquisadores, profissionais e estudantes da área.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a interface principal da ferramenta, já com as atualizações incorporadas. Nela, é possível visualizar os novos campos de seleção da fonte de dados de precipitação, permitindo ao usuário escolher entre os dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) e da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). A interface também inclui a funcionalidade de download automático das séries históricas, que pode ser acessada de forma intuitiva por meio de botões específicos, como também a geração de hietogramas de projeto, baseadas nas IDF's geradas, e considera duas abordagens, o método dos blocos alternados e o método de Huff. A organização visual prioriza a usabilidade, garantindo uma navegação simples mesmo para usuários com pouca familiaridade técnica, ao mesmo tempo em que oferece recursos robustos para análises mais avançadas.

Figura 2 – Interface principal



A atualização da ferramenta trouxe avanços significativos no que diz respeito à disponibilidade e acessibilidade dos dados de precipitação. Uma das principais melhorias foi a incorporação de um novo conjunto de dados oriundo da AESA (Figura 3). Com isso, os usuários passam a dispor de duas fontes distintas de dados pluviométricos: a tradicional da ANA e a nova, da AESA, particularmente bastante útil para os pesquisadores que desenvolvem trabalhos hidrológicos sobre o estado da Paraíba. Essa diversidade de fontes oferece maior flexibilidade ao usuário, permitindo uma comparação entre bases de dados e uma escolha mais adequada de acordo com a região de interesse ou a qualidade das informações disponíveis.

Além da ampliação das opções de dados, foi implementada uma funcionalidade que permite o download direto das séries históricas de precipitação, a partir dos servidores da ANA e da AESA (Figura 4). Essa automatização representa um avanço importante no processo de coleta de dados, eliminando etapas manuais que antes poderiam ser demoradas ou suscetíveis a erros. Com a integração direta aos servidores, assegura-se a obtenção de dados atualizados e confiáveis, o que contribui para análises mais precisas e tomadas de decisão mais fundamentadas.

De forma geral, as atualizações elevam o nível de usabilidade da ferramenta, tornando-a mais robusta para fins de monitoramento hidrometeorológico, pesquisa científica e gestão de recursos hídricos. A possibilidade de comparar e cruzar dados entre diferentes fontes também abre espaço para estudos de validação e calibração, ampliando o potencial analítico da ferramenta.

Figura 3 – Aba que contém os servidores disponíveis

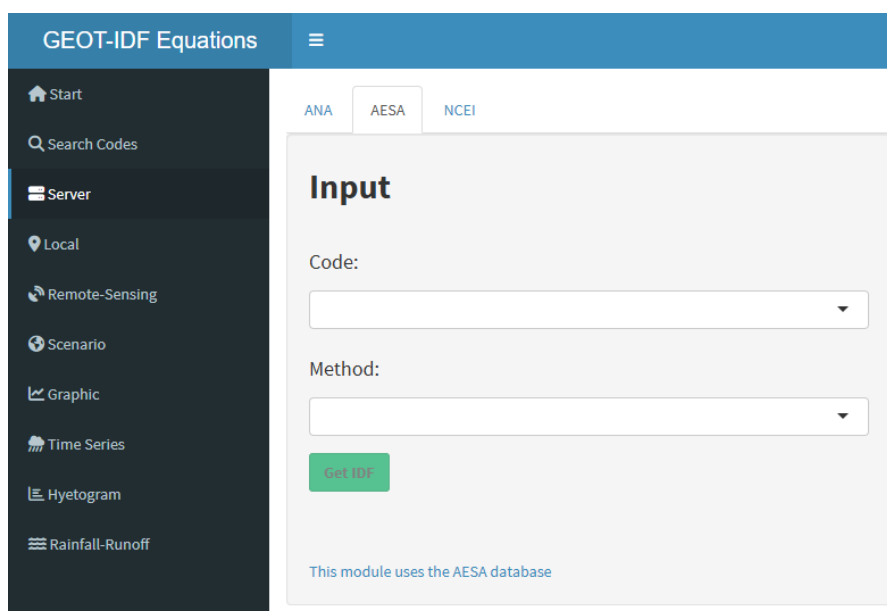
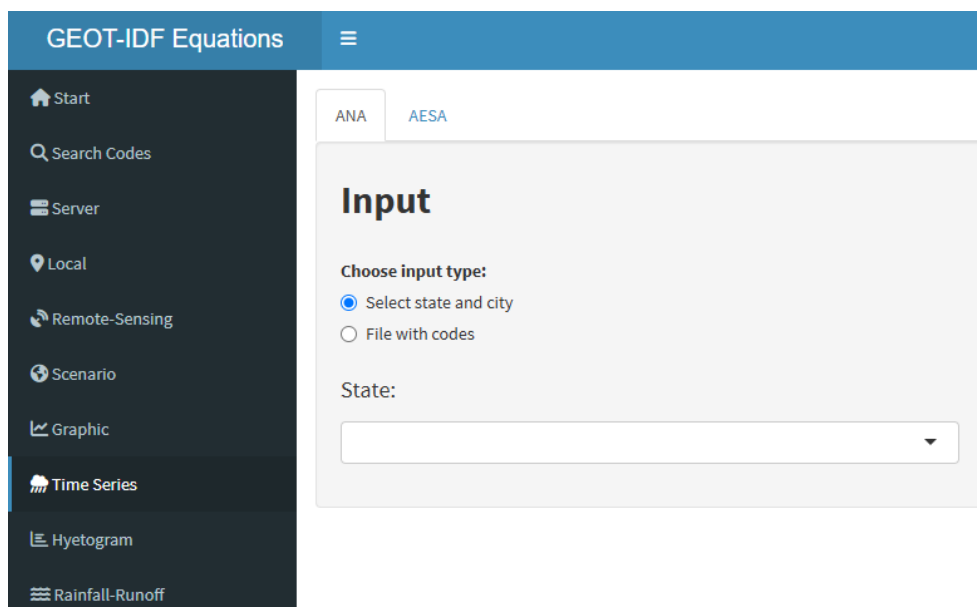


Figura 4 – Aba para downloads das séries históricas de precipitações



## CONCLUSÕES

As melhorias implementadas na ferramenta, especialmente a integração dos dados da AESA e a funcionalidade de download automático das séries históricas de precipitação, representam um avanço relevante na oferta de dados hidrometeorológicos.



Ao ampliar as fontes disponíveis e facilitar o acesso às informações, a ferramenta se torna mais versátil, eficiente e confiável para diferentes aplicações, desde estudos acadêmicos até a gestão de recursos hídricos.

As atualizações não apenas fortalecem a base de dados disponível aos usuários, como também contribuem para a qualidade das análises e decisões baseadas em evidências climáticas e hidrológicas.

## REFERÊNCIAS

ARNONE, E.; PUMO, D.; FRANCIPANE, A.; LALOGGIA, G.; NOTO, L. V. (2018). “*The role of urban growth, climate change, and their interplay in altering runoff extremes*”. Hydrological Processes 32, 12, 1755-1770. <https://doi.org/10.1002/hyp.13141>.

CARPIO, M.; GONZÁLEZ, Á.; GONZÁLEZ, M.; VERICHEV, K. (2020). “*Influence of pavements on the urban heat island phenomenon: A scientific evolution analysis*”. Energy and Buildings 226, 1-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110379>.

CHANG, H.; PALLATHADKA, A.; SAUER, J.; GRIMM, N.; ZIMMERMAN, R.; CHENG, C.; IWANIEC, D. M.; KIM, Y.; LLOYD, R.; MCPHEARSON, T.; ROSENZWEIG, B.; TROXLER, T.; WELTY, C.; BRENNER, R.; HERREROS-CANTIS, P. (2021). “*Assessment of Urban Flood Vulnerability Using the Social-Ecological-Technological Systems Framework in Six US cities*”. Sustainable Cities and Society 1-55. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102786>.

COSTA, F. F.; RUFINO, I. A. A.; ARAGÃO, R.; CASTRO, M. A. H.; FILHO, R. S. R. (2025). “*GEOT-IDF equations: an R-based tool for intense rainfall studies*”. Earth Science Informatics 18, 132. <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01597-9>.

FILHO, G. M. R.; COELHO, V. H. R.; FREITAS, E. S.; XUAN, Y.; BROCCA, L.; ALMEIDA, C. N. (2022). “*Regional-scale evaluation of 14 satellite-based precipitation products in characterising extreme events and delineating rainfall thresholds for flood hazards*”. Atmospheric Research 276, 106259. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106259>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. URL <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb>. Acessado em 15 de junho de 2025.

IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. URL [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf). Acessado em 02 de junho de 2025.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA) pelo apoio institucional e técnico prestado ao desenvolvimento deste trabalho.