



IV-510 - MÉTODOS DE DESAGREGAÇÃO NA GERAÇÃO DE EQUAÇÕES IDF: ESTUDO COMPARATIVO APLICADO A MUNICÍPIOS CEARENSES PROVIDOS DE PLUVIÓGRAFOS

Dayanne Rodrigues Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús (2021).

Alan Michell Barros Alexandre⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza (2002), mestre e doutor em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará (2005 e 2012). Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús.

Tatiane Lima Batista⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Ceará (2015), mestra em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará (2018). Professora Assistente da Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Professora Machadinha Lima, S/N, Príncipe Imperial, Crateús-CE, CEP 63708-825. Fone: +55 (88) 3691-9700 - e-mail: oliveirarodriguesdayanneday@gmail.com

RESUMO

O conhecimento das características das chuvas intensas é importante para gestão eficiente dos recursos hídricos e espaço urbano. As equações IDF são ferramentas comumente usadas para previsão das intensidades dessas chuvas e são frequentemente obtidas a partir de métodos de desagregação da chuva diária de pluviômetros, por conta das deficiências no monitoramento por pluviógrafos. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência do método da desagregação no comportamento de equações IDF obtidas a partir de dados pluviométricos para os municípios de Fortaleza-CE e Quixeramobim-CE, ambos providos de equações de pluviógrafos, a partir de séries históricas de precipitações máximas diárias. Os métodos de desagregação avaliados foram: Método das isozonas (Taborga Torrico, 1974), Método das relações entre durações modelo tradicional (CETESB, 1979) e alternativo (Back, 2020) e Método de Bell (Righetto, 1998), sendo as três primeiras oriundas da literatura e a última ajustada neste trabalho. O ajuste dos parâmetros das equações construídas para os dois municípios foi verificado pelo cálculo do coeficiente de NASH e do Erro Padrão de Estimativa. Para análise do desempenho das equações desenvolvidas neste trabalho foi realizada uma comparação entre estas e a equação de pluviógrafos de cada município, analisando o Índice de Desempenho e a correlação dos valores. A metodologia proposta por Taborga Torrico (1974) foi a que apresentou melhor desempenho quando comparada a equação IDF de pluviógrafos do município de Fortaleza – CE com índice de desempenho de 97%. Para Quixeramobim, o método com maior índice de desempenho foi das relações entre durações tradicional, com valor médio de 91%, seguido pelo método de Bell com 87%. Constatou-se também que as equações oriundas de dados desagregados tendem a superestimar os valores das equações de referência para Fortaleza. Em Quixeramobim, ocorre o contrário.

PALAVRAS-CHAVE: Chuvas intensas, Método das isozonas, Método das relações entre durações, Método de Bell.

INTRODUÇÃO

Conhecer as características espaciotemporais de eventos de chuvas intensas é importante para gestão eficiente de recursos hídricos e tomada de decisões mais eficazes (Rodrigues *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2016).

Habitualmente, a intensidade de uma chuva é estimada com base nas equações Intensidade-Duração-Frequência (IDF) que são ajustadas com base em séries históricas de intensidades medidas em postos pluviográficos. (Back *et al.*, 2011).

Limitações referentes à base de dados disponíveis, como densidade da rede pluviográfica, falhas e disponibilidade de dados digitalizados dificultam o processo de obtenção das equações IDF (Silva *et al.*, 2020).



É comum, portanto, a implementação de métodos que utilizam dados pluviométricos para geração dessas equações (Back, Cadorin, Galatto, 2020; Barbosa *et al.*, 2022), como, por exemplo, Método das isozonas (Taborga Torrico, 1974), Método das relações entre durações modelo tradicional (CETESB, 1979) e alternativo (Back, 2020) e Método de Bell (Righetto, 1998).

No Ceará, local de realização deste estudo, apenas os municípios de Fortaleza e Quixeramobim possuem equações IDF que foram desenvolvidas com base em dados de pluviógrafos por Silva, Palácio Júnior e Campos (2013) (a mais recente) e Dernadin e Freitas (1982), respectivamente. Existem também estudos que foram realizados com base em dados de pluviômetros para esses municípios utilizando o método das isozonas (Batista, 2018) e das relações entre durações, tanto no modelo alternativo (Oliveira *et al.*, 2021a) quanto no modelo tradicional (Oliveira *et al.*, 2021b).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar a influência do método da desagregação no comportamento de equações IDF obtidas a partir de dados pluviométricos para os municípios de Fortaleza-CE e Quixeramobim-CE. Os métodos de desagregação avaliados foram: Método das isozonas (Taborga Torrico, 1974), Método das relações entre durações modelo tradicional (CETESB, 1979) e alternativo (Back, 2020) e Método de Bell (Righetto, 1998).

Pretendeu-se, portanto, especificamente: realizar um levantamento das equações IDF mais recentes e construídas para os municípios; propor a equação IDF com base em dados de postos pluviométricos para cada município utilizando o Método de Bell (Righetto, 1998) e comparar as equações IDF obtidas através da desagregação pelos 4 métodos com a equação obtida com dados pluviográficos (encontradas na literatura) para cada município.

MATERIAIS E MÉTODOS

EQUAÇÕES IDF EXISTENTES NA LITERATURA

As equações da literatura utilizadas como referência para as comparações realizadas neste trabalho foram a de Silva, Palácio e Campos (2013) (Equação 1) para Fortaleza-CE e a de Denardin e Freitas (1982) (Equação 2) para Quixeramobim-CE, ambas obtidas a partir de dados pluviográficos.

A Equação 1 possui validade para durações inferiores a 120 minutos e períodos de retorno inferiores a 100 anos e a Equação 2 possui validade para durações inferiores a 1440 minutos e períodos de retorno inferiores a 15 anos.

$$i = \frac{2.345,29 \times T_r^{0,173}}{(t+28,31)^{0,904}} \quad \text{equação (1)}$$

$$i = \frac{2.847,22 \times T_r^{0,30}}{(t+43)^{0,97}} \quad \text{equação (2)}$$

Em que: i é a intensidade em mm/h; T_r é o período de retorno e t é a duração da chuva em minutos

As equações IDF construídas com base em dados pluviométricos usadas neste trabalho para realização das análises foram:

- Equações de Batista (2018): método das isozonas para Fortaleza (Equação 3) e Quixeramobim (Equação 4).

$$i = \frac{21,711 \times (T_r - 2,07)^{0,138}}{(t+15,945)^{0,76}} \quad \text{equação (3)}$$

$$i = \frac{19,035 \times (T_r - 2,1)^{0,197}}{(t+9,805)^{0,794}} \quad \text{equação (4)}$$



Em que: i é a intensidade em mm/min; T_r é o período de retorno e t é a duração da chuva em minutos

- Equações de Oliveira et al. (2021b): método das relações entre durações para Fortaleza (equação 5) e Quixeramobim (equação 6).

$$i = \frac{1234,703 \times T_r^{0,197}}{(t+15,48)^{0,788}} \quad \text{equação (5)}$$

$$i = \frac{897,0236 \times T_r^{0,145}}{(t+15,48)^{0,788}} \quad \text{equação (6)}$$

Em que: i é a intensidade em mm/h; T_r é o período de retorno e t é a duração da chuva em minutos.

- Equações de Oliveira et al. (2021a): método das relações entre durações – modelo alternativo – para Fortaleza (Equação 7) e Quixeramobim (Equação 8).

$$i = \frac{60}{27,9327 + 3,8346t^{0,7924}} [28,148 \times \ln(T_r) + 76,370] \quad \text{equação (7)}$$

$$i = \frac{60}{27,9327 + 3,8346t^{0,7924}} [13,094 \times \ln(T_r) + 59,834] \quad \text{equação (8)}$$

Em que: i é a intensidade em mm/h; T_r é o período de retorno e t é a duração da chuva em minutos.

CONSTRUÇÃO DA EQUAÇÃO IDF PELO MÉTODO DE BELL

Foram geradas a séries anuais de precipitações diárias máximas para o posto 00539012, para Fortaleza e 00539012 para Quixeramobim. As séries foram ajustadas a uma distribuição de probabilidade (dentre estas: Gamma com 2 e 3 parâmetros, Gumbel, Log-Normal com 2 e 3 parâmetros) através do software Gerador IDF (Alves, 2015; Batista, 2018). Os critérios adotados para escolha da distribuição foram: teste de aderência do Qui-Quadrado e o coeficiente de determinação.

O Método de Bell adaptado por Righetto (1998) foi aplicado (equação 9).

$$P(t; T_r) = (0,31 \times \ln(T_r) + 0,70) \times (0,38 \times t^{0,31} - 0,39) \times P(60; 2) \quad \text{(equação 9)}$$

Em que: $P(t; T_r)$: altura pluviométrica (mm) de chuva de duração t e período de retorno T_r ; $P(60; 2)$: altura pluviométrica (mm) de chuva padrão cuja duração e tempo de retorno são, respectivamente, 60 min e 2 anos; t : duração da precipitação; T_r : período de retorno da precipitação.

A equação 10 foi usada para a estimativa do valor de $P(60;2)$ (Righetto, 1998). Sousa, Amorím e Torres (2016) ajustaram a equação de chuvas intensas proposta por Bell considerando os dados pluviométricos e pluviográficos do estado do Mato Grosso. Estes autores, a fim de definir o valor de k , que é a relação entre a precipitação máxima diária e a precipitação padrão de duração igual a 60 minutos, ambas associadas ao período de retorno de 2 anos, utilizaram dados pluviométricos para obter o valor de $P(60;2)$. Os valores médios de k obtidos variaram entre 0,5622 e 0,5581. Righetto (1998) com base nas estações do estado de São Paulo afirmou que k seria 0,51. A semelhança entre os valores mostra que há um padrão no comportamento das variáveis $P(60;2)$ e $P(\text{dia};2)$ para todo o Brasil. Sendo assim, adotou-se k como 0,51 (equação 10).

$$P(60; 2) = 0,51 \times P(\text{dia}; 2) \quad \text{(equação 10)}$$

Em que: $P(\text{dia};2)$ é a altura pluviométrica máxima diária anual correspondente ao período de retorno de 2 anos, em mm.



O valor de $P(\text{dia};2)$ foi obtido a partir da função inversa da distribuição de probabilidade ajustada.

Em seguida, foram calculados os valores de precipitação para períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50 e 100 anos e durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos a partir da equação 9.

Para ajuste dos parâmetros da equação IDF no formato definido em Tucci (1997) (equação 11), foi aplicado o método usado em Oliveira *et al.* (2021b). Os parâmetros a , b e d foram estimados por regressão linear múltipla, pelo método dos mínimos quadrados. Para determinação do parâmetro c foi aplicada a metodologia de Wilken (1978).

$$i = \frac{a \times T_r^b}{(t+c)^d} \quad (\text{equação 11})$$

Em que: i é a intensidade da precipitação (mm/h), t é a duração da precipitação (min); T_r é o período de retorno (anos) a , b , c , d são parâmetros regionais.

Para análise da qualidade do ajuste dos parâmetros, as métricas estatísticas utilizadas foram o cálculo do coeficiente NS proposto por Nash-Sutcliffe (1970) (equação 12) e Erro Padrão de Estimativa (EPE) (equação 13).

$$NS = 1 - \frac{\sum_{k=1}^N (i_0 - i_c)^2}{\sum_{k=1}^N (i_0 - \bar{i}_0)^2} \quad (\text{equação 12})$$

Em que: i_c (mm/min) é a intensidade calculada pela equação ajustada, i_0 (mm/min) é a intensidade extraída dos dados originais, N é a quantidade de dados e \bar{i}_0 é a média das intensidades extraídas dos dados originais.

$$EPE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N \left(\frac{i_c - i_0}{i_0} \right)^2}{N}} \quad (\text{equação 13})$$

Em que: i_c (mm/min) é a intensidade calculada pela equação ajustada, i_0 (mm/min) é a intensidade extraída dos dados originais e N é a quantidade de dados.

COMPARAÇÃO ENTRE AS EQUAÇÕES IDF

Foram comparadas as eficiências das equações obtidas a partir de dados pluviométricos pelos seguintes métodos: Método das isozonas (Taborga Torrico, 1974), Método das relações entre durações modelo tradicional (CETESB, 1979) e alternativo (Back, 2020), Método de Bell (Righetto, 1998). A equação tomada como referência para comparação foi a obtida por dados de pluviógrafos para cada município.

Para essa comparação foram calculados os índices de concordância, (IC) (equação 14), e o índice de desempenho (ID) de Willmott (equação 15) (Camargo, Sentelhas, 1997).

$$IC = \left(1 - \frac{\sum (O_i - E_i)^2}{\sum (|O_i - O_m| + |E_i - E_m|)^2} \right) \quad (\text{equação 14})$$

Em que: O_i e E_i são as intensidades calculadas pela equação IDF feita com base em dados de pluviógrafos e pluviômetros, respectivamente. O_m e E_m são as médias das intensidades calculadas pela equação IDF feita com base em dados de pluviógrafos e pluviômetros, respectivamente.

$$ID = IC \times R^2 \quad (\text{equação 15})$$

RESULTADOS

EQUAÇÃO IDF PELO MÉTODO DE BELL

Para Fortaleza foi escolhida a distribuição de probabilidade Gumbel. Para Quixeramobim foi escolhida a Gamma 2P.

As equações IDF obtida pelo método de Bell para Fortaleza e Quixeramobim estão mostradas nas equações 16 e 17, respectivamente:

$$i = \frac{1013,283 \times T_r^{0,214}}{(t+19,430)^{0,729}} \quad \text{equação (16)}$$

$$i = \frac{715,873 \times T_r^{0,214}}{(t+19,427)^{0,729}} \quad \text{equação (17)}$$

Em que: i é a intensidade da precipitação em mm/h, t é a duração da precipitação em minutos e T_r é o período de retorno.

O coeficiente de Nash encontrado para os dois municípios foi de 0,98, indicando um excelente ajuste dos parâmetros das equações aos dados. O EPE encontrado foi de 0,07 também para os dois municípios.

As Figuras 1 e 2 mostram a correlação linear entre os valores de intensidade obtidos pelas equações de referência e pela equação ajustada com base no método de Bell para Fortaleza e Quixeramobim, respectivamente.

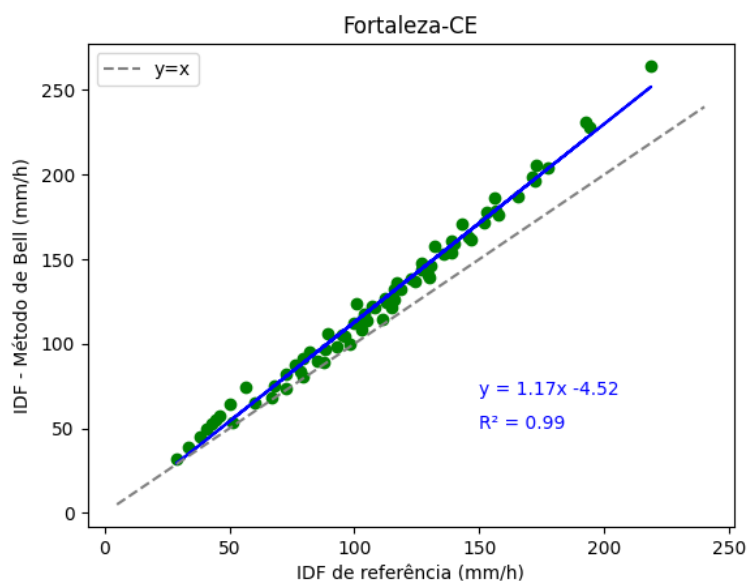


Figura 1 – Correlação linear entre os valores de intensidade obtidos pela equação de Silva, Palácio Júnior e Campos (2013) e pela equação ajustada com base no método de Bell.

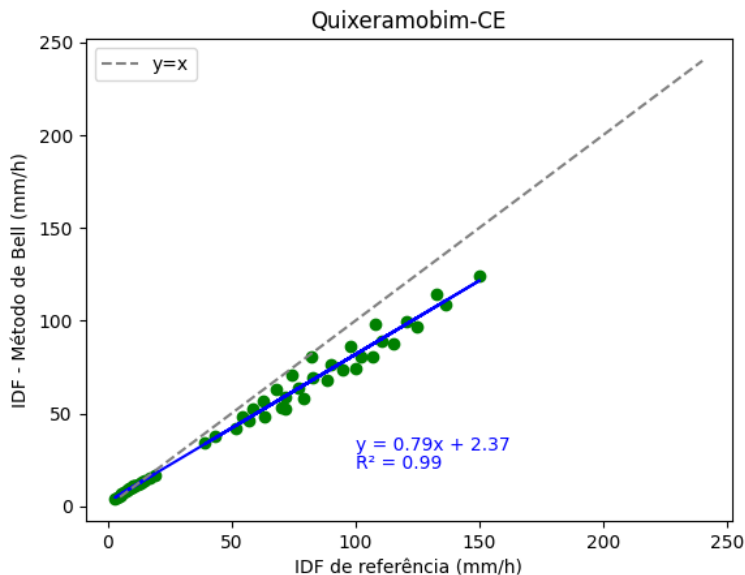


Figura 2 – Correlação linear entre os valores de intensidade obtidos pela equação de Dernadin e Freitas (1982) e pela equação ajustada com base no método de Bell.

Observa-se, a partir dos resultados acima, que a reta de regressão se ajustou bem aos dados observados, com coeficiente de correlação de 0,99. A equação da reta de regressão mostra um comportamento diferente das intensidades estimadas pelo método de Bell para os dois municípios. Para Fortaleza-CE, as intensidades calculadas tendem a superestimar as intensidades geradas pela equação de referência, à medida que, para Quixeramobim-CE, ocorre o oposto. É possível notar esse comportamento também graficamente, pelo posicionamento da reta de regressão (azul) em relação à reta $y=x$ (cor cinza). Para Fortaleza, a primeira se posiciona acima da segunda e, para Quixeramobim, a primeira se posiciona abaixo da segunda. É possível notar também que a distância entre essas duas retas aumenta à medida que os valores das intensidades vão se tornando maiores, caracterizando um melhor ajuste do modelo de Bell para valores de intensidades pequenos, que podem estar associados a pequenos períodos de retorno, o que vai de encontro ao mostrado na literatura (Bertoni, Tucci, 1997).

COMPARAÇÃO ENTRE AS EQUAÇÕES IDF

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores de IC e ID para Fortaleza e Quixeramobim, respectivamente.

Tabela 1: IC e ID – Fortaleza

Método	IC	ID	Classificação
Bell	0,96	0,95	Ótimo
Modelo tradicional	0,95	0,94	Ótimo
Modelo alternativo	0,91	0,89	Ótimo
Isozonas	0,98	0,97	Ótimo

Tabela 2: IC e ID – Quixeramobim

Método	IC	ID	Classificação
Bell	0,92	0,87	Ótimo
Modelo tradicional	0,87	0,91	Ótimo
Modelo alternativo	0,92	0,83	Muito bom
Isozonas	0,96	0,85	Muito bom

Para Fortaleza, observa-se que os melhores desempenhos foram do método das isozonas seguido pelo método de Bell. Já para Quixeramobim, o modelo tradicional apresentou melhor desempenho, seguido pelo método de Bell. Oliveira *et al.* (2008), em um estudo voltado para alguns municípios do estado de Goiás, identificaram que a metodologia das isozonas apresentou o melhor desempenho na determinação de precipitações máximas do estado com índice de concordância médio de 98,32%, seguido pelo método das relações entre durações com 96,99% e por último o método de Bell com 76,06%.

Neste trabalho, portanto, o método de Bell obteve um desempenho melhor do que o observado no estado de Goiás, o que pode estar associado a uma amostra de dados para a qual o método é mais indicado (curtas durações e pequenos períodos de retorno). Isso se deve à limitação imposta pela equação de Silva, Palácio Júnior e Campos (2013) de ser válida somente para durações inferiores a 120 minutos e pela equação de Denardin e Freitas (1982) para períodos de retorno de até 15 anos. Existe a limitação também da equação do método das isozonas que é válida apenas para durações de até 240 min. Portanto, a análise foi realizada para valores de durações e períodos de retorno comuns à todas as equações, ou seja, durações de até 120 min e períodos de retorno de até 100 anos para Fortaleza-CE e durações de até 240 min e períodos de retorno de até 15 anos para Quixeramobim-CE. De uma forma geral, todos os métodos foram classificados como ótimos ou muito bons de acordo com a metodologia aplicada, o que sugere que podem ser utilizados no estado em alternativa às equações de pluviógrafos em locais onde esses dados não são disponíveis.

As Figuras 3 e 4 mostram as curvas IDF para os métodos estudados em Fortaleza.

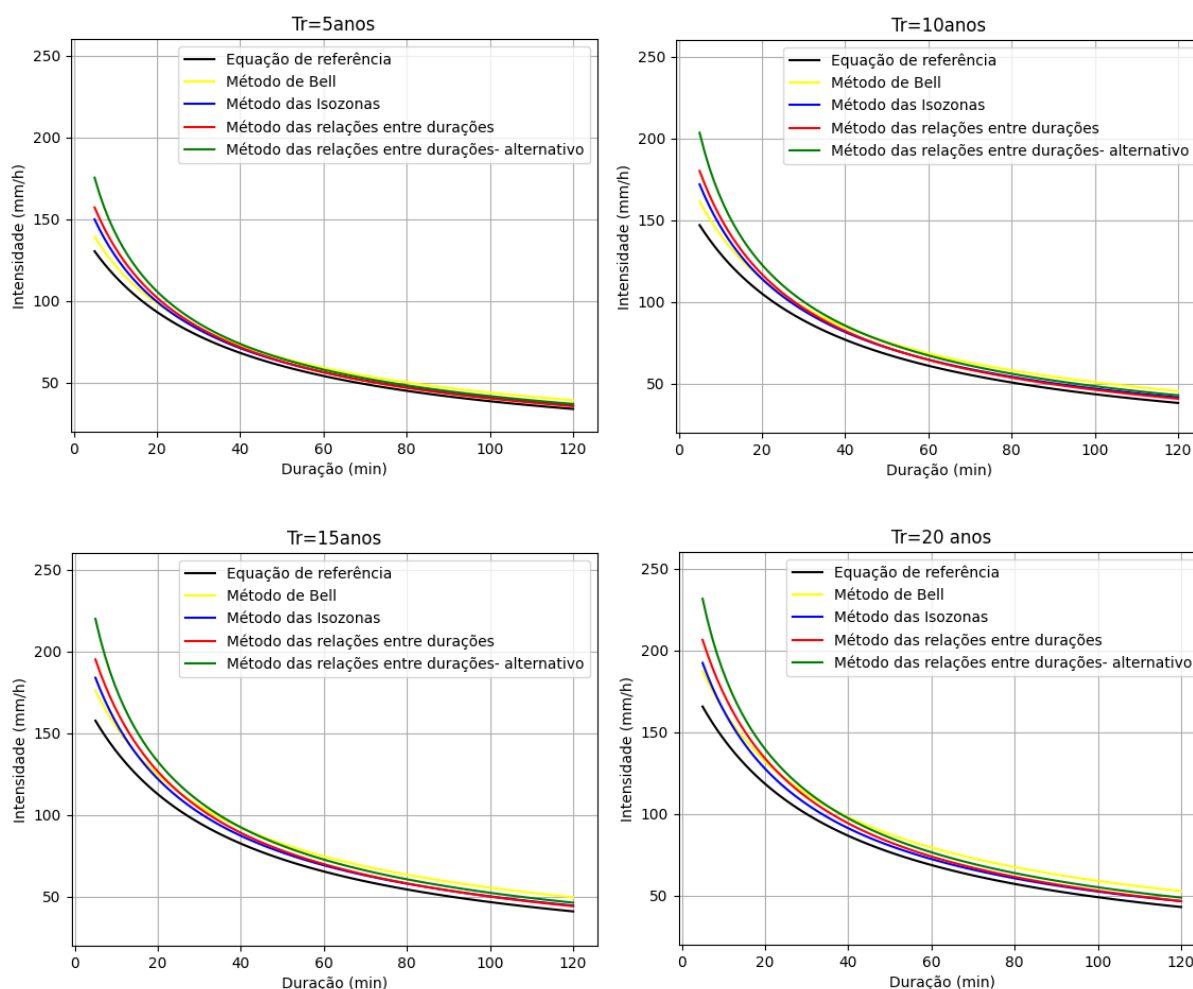


Figura 3 – Comparação entre as IDF's para Fortaleza-CE para os Tr de 5 a 20 anos.

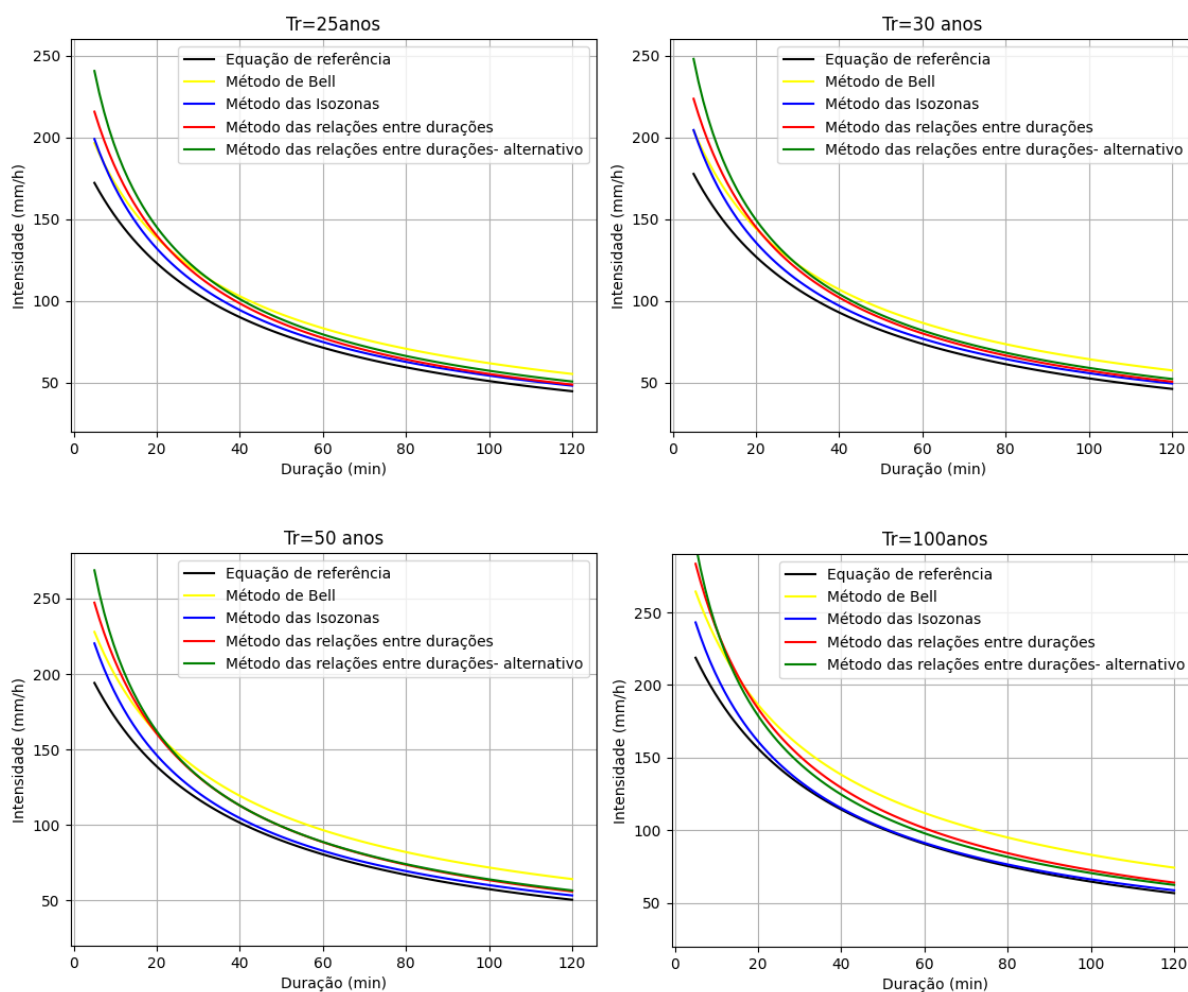


Figura 4 – Comparação entre as IDF's para Fortaleza-CE para os Tr de 25 a 100 anos.

Infer-se das curvas que, para cada período de retorno analisado, os métodos de desagregação fornecem intensidades superiores aos valores fornecidos pela equação de Silva, Palácio Júnior e Campos (2013).

Na curva IDF para o período de retorno de 5 a 20 anos, nota-se que a curva da equação de Bell está bem próxima da curva da equação de Silva, Palácio Júnior e Campos (2013) para durações curtas. À medida que a duração e período de retorno aumentam, as curvas se distanciam. Este comportamento já era previsto tendo em vista que o método é indicado para durações inferiores a 120 minutos e com período de retorno de até 20 anos, corroborando com a literatura (Bertoni; Tucci, 1997).

O método das relações entre durações produziu valores muito semelhantes nos dois formatos avaliados (tradicional e alternativo), chegando a coincidir as suas curvas em alguns gráficos, especialmente para durações maiores.

A curva do método das isozonas é a que mais se aproxima da curva de referência na maioria dos casos, especialmente para os maiores períodos de retorno.

De uma forma geral, as maiores discrepâncias entre as curvas ocorrem para as menores durações, se acentuando à medida que o período de retorno aumenta, ou seja, para valores maiores de intensidades pluviométricas.

A Figura 5 mostra as curvas IDF para os métodos estudados em Quixeramobim.

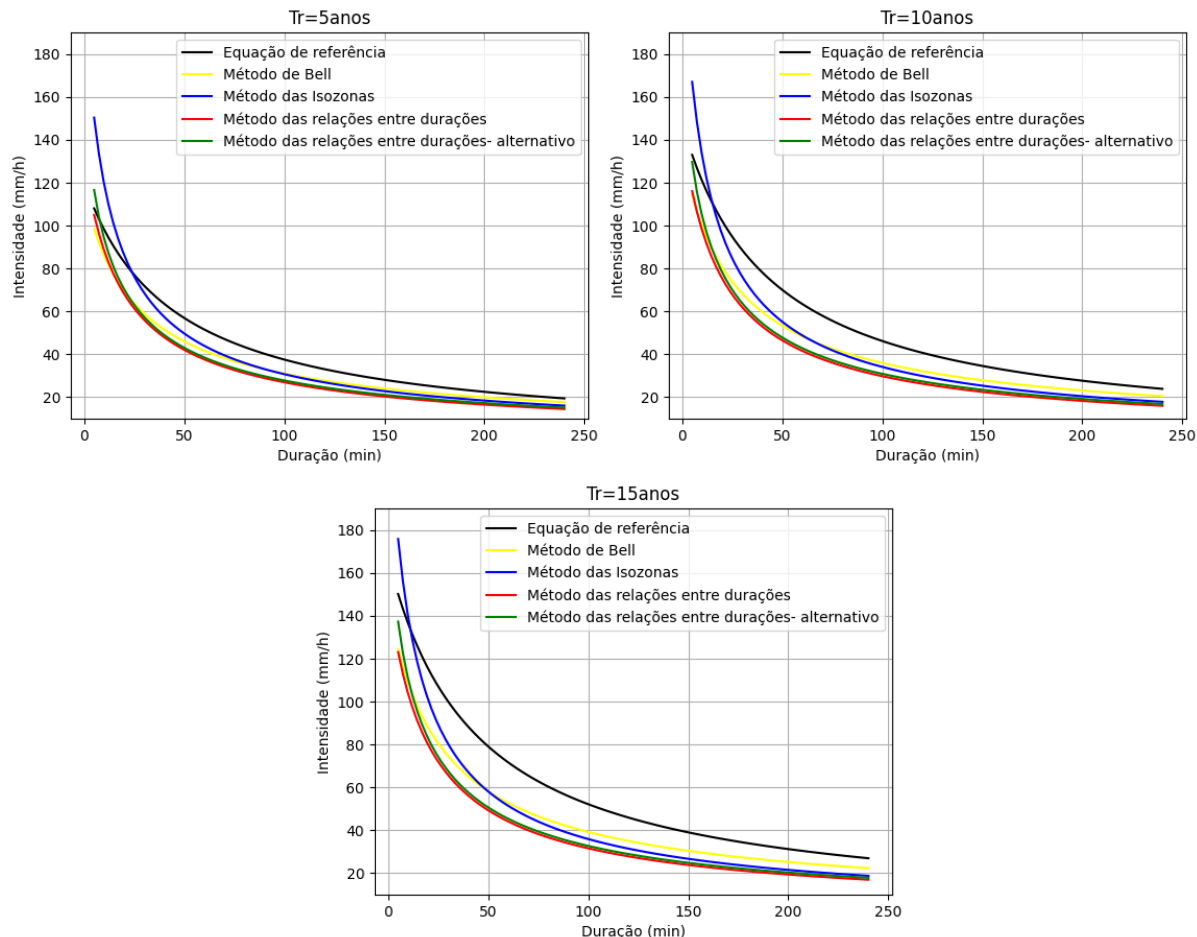


Figura 5 – Comparação entre as IDF's para Quixeramobim-CE.

Inferre-se das curvas apresentadas acima que as equações ajustadas com base nos métodos de desagregação tendem a fornecer intensidades inferiores àquelas fornecidas pela equação do pluviógrafo, diferindo assim do município de Fortaleza-CE, com exceção da equação das isozonas que supera a equação de referência para pequenos valores de durações nos três períodos de retorno.

A proximidade entre os dois modelos do método das relações entre durações se repete para Quixeramobim, o que reforça a validade do modelo alternativo.

Comparando os métodos de desagregação, é possível perceber que as suas curvas vão se aproximando à medida que a duração vai aumentando, com exceção do método de Bell que cruza o método das isozonas em um dado momento mostrando uma tendência a produzir resultados maiores de intensidades para maiores durações, aproximando-se assim, no final da curva, da equação de referência.



No caso de Fortaleza, as equações obtidas através de dados pluviométricos forneceram valores sempre superiores aqueles fornecidos pela equação de Silva, Palácio Júnior e Campos (2013). Esse aumento é da ordem de 13 %, considerando a metodologia das isozonas, a que mais se adequou aos resultados obtidos pela equação padrão. Isso indica que estes modelos são seguros para prever eventos de chuvas intensas no município de Fortaleza. O mesmo não acontece no caso de Quixeramobim, neste caso apenas a equação de Batista (2018) fornece valores superiores e somente para durações curtas de até 25 minutos. Este comportamento pode estar associado ao fato de que a equação do pluviógrafo foi ajustada há quase 40 anos usando dados de um período diferente daqueles que foram usados para produzir as equações a partir das metodologias de desagregação.

O comportamento do método de Bell corrobora com a literatura, apresentando resultados mais adequados para durações curtas e períodos de retorno de até 20 anos.

O modelo alternativo proposto por Back (2020) para a metodologia das relações entre durações apresentou bons resultados. É um modelo que possui vantagens relacionadas a uma maior facilidade para encontrar valores de intensidades de chuvas intensas associadas a uma duração e a um período de retorno, utilizando apenas o valor da chuva diária associada ao período de retorno correspondente.

Devido à inexistência de grandes séries de dados pluviográficos na maior parte do território cearense, os métodos de desagregação são os mais utilizados na construção de equações IDF nesta região. Por não haver amostra suficiente de municípios com pluviógrafos, é inviável afirmar qual dos métodos analisados representa melhor os eventos de chuvas intensas do estado. Sugere-se, então, a atualização da equação do município de Quixeramobim e posteriormente a comparação entre os métodos aqui apresentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Portal Hidrowed*. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 12 jun. 2020
2. ALVES, F. M. *Desenvolvimento de um aplicativo computacional para obtenção de equações IDF em regiões desprovidas de pluviógrafos utilizando o método das isozonas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Recursos Hídricos) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/11412>. Acesso em: 13 ago. 2020.
3. BACK, Á. J. Modelo alternativo de equação de chuvas intensas obtida a partir da desagregação da chuva diária. *RBRH- Revista Brasileira de Recursos Hídricos [online]*. Porto Alegre, v.25, e2, 2020.
4. BACK, Álvaro José; CADORIN, Sabrina Baesso; GALATTO, Sérgio Luciano. Extreme rainfall and IDF equations for Alagoas State, Brazil. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science*, [S.L.], v. 15, n. 6, p. 1, 3 nov. 2020. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2544>.
5. BARBOSA, Alan de Gois; SOUZA NETO, Izaias Rodrigues de; COSTA, Veber Afonso Figueiredo; MENDES, Ludmilson A Britta. Assessing intensity-duration-frequency equations and spatialization techniques across the Grande River Basin in the state of Bahia, Brazil. *Rbrh*, [S.L.], v. 27, n. 43, p. 1-13, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.272220220083>.
6. BATISTA, T. L. *Geração de equações IDF dos municípios cearenses pelo método de desagregação por isozonas implementado em um programa computacional*. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/30690>. Acesso em: 02 set. 2020.
7. CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas de evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Campina Grande, v. 5, p. 89-97, 1997. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000600006. Acesso em: 21 ago. 2020.



8. DENARDIN, J. E.; FREITAS, P. L. de. *Características fundamentais da chuva no Brasil*. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 17, n.10: 1409-1416, out. 1982. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16306>. Acesso em: 24 abr. 2020.
9. FECHINE SOBRINHO, V. *et al.* Desenvolvimento de equações Intensidade-Duração-Frequência sem dados pluviográficos em regiões semiáridas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 7, p. 727-734, jul. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662014000700009>. Acesso em: 27 ago. 2020.
10. HERNANDEZ, V. Regionalização dos Parâmetros de Escala em Chuvas Intensas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Campinas, v. 13, n. 1, p. 91-98, mar. 2008. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/15/2c8f508ef5a0b47bc3ca862555ee040f_e53eb20176d7fb4ab1ce3a662af96e0f.pdf. Acesso em: 17 ago. 2020.
11. OLIVEIRA, Dayanne Rodrigues et al. Análise de desempenho do modelo alternativo de equação de chuvas intensas aplicado a localidades do Ceará. In: XXIV Simpósio brasileiro de recursos hídricos, 24., 2021, Belo Horizonte. *Anais [...]*. Belo Horizonte: Abrh, 2021. p. 1-10.
12. OLIVEIRA, Dayanne Rodrigues et al. Avaliação do método das relações entre durações para determinação de equações idf em municípios cearenses. In: XXIV simpósio brasileiro de recursos hídricos, 24., 2021, Belo Horizonte. *Anais [...]*. Belo Horizonte: Abrh, 2021. p. 1-13.
13. OLIVEIRA, L. F. C. de.; ANTONINI, J. C. dos A.; FIOREZE, A. P.; SILVA, M. A. S. da. Métodos de estimativa de precipitação máxima. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]*. Campina Grande- PB, v.12, n.6, p.620-625, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n6/v12n06a08.pdf>. Acesso em: 12 set. 2020.
14. RIGHETTO, A. M. *Hidrologia e Recursos Hídricos*. São Calos: EESC/USP, 1998.
15. RODRIGUES, Aryane Araujo; SIQUEIRA, Tirezah Moreira; BESKOW, Tamara Leitzke Caldeira; TIMM, Luis Carlos. Ordinary Cokriging applied to generate intensity-duration-frequency equations for Rio Grande do Sul State, Brazil. *Theoretical And Applied Climatology*, [S.L.], v. 155, n. 3, p. 2365-2378, 9 jan. 2024. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-024-04829-6>.
16. SILVA, D. D. da. *et al.* Chuvas intensas no Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 362-367, dez. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662002000200030&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 23 set. 2020.
17. SILVA, F. O. E. da.; PALÁCIO JÚNIOR, F. F. R.; CAMPOS, J. N. B. Equação de chuvas para Fortaleza-CE com dados do pluviógrafo da UFC. *Revista DAE*. Fortaleza- CE, n. 192, mai/ago. 2013.
18. SOUSA, I. L. S. e. AMORÍM, R. S. S.; TORRES, G. N. *Calibração do modelo de Bell para estimativa de chuvas intensas para sete estações meteorológicas de Mato Grosso*. Geografia, Rio Claro, v. 41, n. 3, p. 429-446, set./dez. 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/download/12644/8397/>. Acesso em: 27 abr. 2020.
19. SOUZA, V. A. S. de. et al. Determining idf equations for the state of Rondônia. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 18, p. 10-26, 15 jul. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabelima/article/view/44119>. Acesso em: 12 set.
20. TABORGA TORRICO, J. J. T. *Práticas Hidrológicas*. Rio de Janeiro: Transcon, 1974.
21. TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABHR, 1997.
22. WILKEN, P. S. *Engenharia de drenagem superficial*. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.