

Equação de chuvas intensas por desagregação de precipitação máxima diária para o estado de Santa Catarina

Álvaro José Back¹ e Leandro do Prado Wildner²

Resumo – No dimensionamento de estruturas de drenagem é necessário o conhecimento das intensidades de chuva de curta duração. No entanto, tais informações nem sempre estão disponíveis. O método da desagregação da chuva máxima diária é amplamente utilizado para a estimativa da chuva em locais com ausência de dados pluviográficos. Esse estudo teve o objetivo de ajustar uma equação alternativa para a obtenção das relações Intensidade-Duração-Frequência de chuvas pela desagregação da chuva máxima diária com base nas relações entre chuvas intensas de diferentes durações observadas em Santa Catarina. As equações ajustadas permitem estimar a altura pluviométrica e a intensidade da chuva para durações entre 5 e 1.440 minutos. O modelo ajustado para Santa Catarina apresenta valores de até 17% inferiores aos obtidos para o modelo ajustado para o Brasil.

Termos para indexação: Equação IDF; Hidrologia; Precipitação.

Equation of intense rains by maximum daily rainfall disaggregation for Santa Catarina

Abstract – In the design of drainage structures, it is necessary to know the intensities of short-term rain. However, such information is not always available. The method of disaggregating maximum daily rainfall is widely used to estimate rainfall in locations with no pluviograph data. This study had the objective of adjusting an alternative equation to obtain the intensity-duration-frequency relations of rains, through the disaggregation of maximum daily rain based on the relationship between intense rains of different durations observed in Santa Catarina, Brazil. The adjusted equations allow to estimate the rain height and the intensity of the rain, for durations between 5 and 1.440 minutes. The model adjusted for Santa Catarina presents values up to 17% lower than those obtained for the model adjusted for Brazil.

Index terms: IDF equation; Hydrology; Precipitation

Introdução

O conhecimento das relações entre as grandezas características da chuva, tais como intensidade, duração e frequência, é fundamental para os estudos hidrológicos e a estimativa de vazões para dimensionamento de obras hidráulicas (EWEA et al., 2018).

Essas relações podem ser expressas por meio de curvas Intensidade-Duração-Frequência (IDF) ou por meio das equações IDF. As curvas IDF surgiram com os estudos de Bernard (1932) e, a partir de então, foram apresentadas para as mais diferentes regiões do planeta (CHEN, 1983; CHOW et al., 1988; BUIHAND, 1993; BARA et al., 2009; GRIMALDI et al., 2011; AL HASSOUN, 2011). Com o avanço da informática aplicada à engenharia, as equações IDF ganharam ainda maior importância,

uma vez que permitem a implantação de rotinas computacionais para obtenção das informações de chuva em função da duração e da frequência. Vários modelos hidrológicos denominados chuva-vazão usam as equações IDF nas rotinas. Pruski et al. (1997) desenvolveram um método para estimativa do escoamento superficial baseado na equação IDF e mostraram suas aplicações no dimensionamento de terraços e obras de controle da erosão em estradas rurais.

As equações IDF, inicialmente, foram desenvolvidas com as observações de chuvas de curta duração realizadas em pluviógrafos. Vários autores (FECHINE SOBRINHO et al., 2014; MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015; BASUMATARY & SIL, 2017; BACK, 2020) comentam das dificuldades de obtenção de longas séries de dados pluviográficos, tanto pela

limitação de dados quanto pelo fato de ser trabalhoso. Dessa forma, as equações IDF se limitavam a locais com estações meteorológicas com disponibilidade de tais equipamentos.

Uma alternativa adotada para suprir a carência de informações de chuvas de curta duração é utilizar a técnica da desagregação da chuva diária em chuvas de menor duração. Essa desagregação pode ser feita com base em relações observadas de chuvas de diferentes durações com a chuva máxima diária (SVENSSON et al., 2007; GARCIA et al., 2011; ARAGÃO et al., 2013, RANGEL & HARTWIG, 2017).

No Brasil o procedimento mais usado é a estimativa das chuvas de menor duração por meio da desagregação da chuva diária, sendo os coeficientes de desagregação médios muito utilizados (CETESB, 1986; PEREIRA et al., 2007;

Recebido em 19/2/2021. Aceito para publicação em 6/8/2021.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rod. SC 108 – Km353, 1563, Bairro Estação, Urussanga, SC, CEP 88840-000, e-mail: ajb@epagri.sc.gov.br

² Engenheiro-agrônomo, MSc., Epagri/Cepaf, Serv. Ferdinando Tusset, S/N, Bairro São Cristóvão, Chapecó, SC, CEP 89801-970, e-mail: lpwild@epagri.sc.gov.br

ARAGÃO et al., 2013; CAMPOS et al., 2017), assim como também a utilização do método das isozonas, que leva em consideração oito regiões em todo território nacional (SANTOS, 2015; BASO et al., 2016). Back & Cadorin (2021) fizeram um levantamento de equações IDF publicadas no Brasil e constataram que das 3.096 equações cadastradas, 81% foram obtidas por desagregação da chuva diária. Os autores ainda observaram que, a partir do ano 2000, houve um aumento expressivo das equações IDF, atribuindo a isso a disponibilidade e o fácil acesso aos dados pluviométricos diários e as facilidades proporcionadas pelos avanços da informática.

Um modelo alternativo de equação IDF baseado nas relações entre durações de chuva observadas no Brasil foi proposto por Back (2020). A vantagem desse modelo alternativo é que pode ser usado a partir da informação da chuva máxima diária. Dessa forma, ele facilita a rápida atualização e não requer rotinas mais sofisticadas para ajuste dos parâmetros.

Back (2013) apresentou as relações entre durações de chuvas intensas observadas em 13 estações pluviográficas de Santa Catarina. Essas relações apresentam diferenças importantes em relação às relações médias do Brasil. Considerando-se que as séries de dados pluviográficos usados por Back (2013) são mais atuais e representativas para o estado de Santa Catarina do que as da Cetesb (1986), esse estudo tem como objetivo ajustar o modelo alternativo de equação de chuva intensas para os dados de Santa Catarina.

Material e métodos

Back (2020) propôs um modelo alternativo de equação de chuvas intensas, expressa por:

$$(1) P = \left(\frac{t}{27,9327+3,8346t^{0,7924}} \right) P_{1dia}$$

$$(2) i = \left(\frac{60}{27,9327+3,8346t^{0,7924}} \right) P_{1dia}$$

em que:

P é a altura da chuva, mm;

i é a intensidade da chuva, mm h⁻¹;

t é a duração da chuva, min; e,

P_{1 dia} é a chuva máxima diária, mm.

Usando as relações entre durações de chuvas intensas observadas em Santa Catarina apresentadas por Back (2013) constantes na Tabela 1, foi ajustada a seguinte equação:

$$(3) P = \left(\frac{t}{a+bt^c} \right) P_{1dia}$$

Em que:

a, b, c são coeficientes a serem ajustados

t é a duração da chuva (min); e,

P_{1 dia} é a precipitação máxima diária (mm).

O ajuste dos coeficientes foi realizado minimizando a função S dada por

$$(4) S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_o - r_e}{r_o} \right)^2$$

Em que:

r_o é a relação observada;

r_e é a relação estimada pelo modelo; e,

n, é o número de relações consideradas.

Resultados e discussão

Ajustando-se a equação 3 com as relações observadas em Santa Catarina, obteve-se a equação:

$$(5) P = \left(\frac{t}{16,5297+7,5911t^{0,7033}} \right) P_{1dia}$$

Para a estimativa da intensidade da chuva, a equação é expressa por

$$(6) i = \left(\frac{60}{16,5297+7,5911t^{0,7033}} \right) P_{1dia}$$

Na Figura 1 pode-se visualizar as diferenças entre as relações ajustadas com dados de Santa Catarina e as relações médias do Brasil. Para as durações entre 15 e 480 minutos as diferenças entre os dois modelos são superiores a 10%. A maior diferença observada foi para a duração de 60min, situação em que o modelo ajustado para Santa Catarina estimou valor 17% inferior ao modelo ajustado para o Brasil. Nas durações entre 480 e 1.020 minutos (8 e 17h), as diferenças variaram de 5 a 10%. Essa diferença reflete diretamente na estimativa da chuva de projeto e, conseqüentemente, na vazão máxima e nas dimensões da obra.

Back (2013) já tinha destacado que as relações entre chuvas de duração inferior a 60 minutos com a chuva de 1 hora observadas em Santa Catarina eram praticamente idênticas àquelas da Cetesb (1986). No entanto, a relação da chuva com duração de 1 hora com a chuva de 24 horas observada em Santa Catarina foi 0,35, enquanto a relação indicada pela Cetesb (1986) foi de 0,42 (20% superior). Também as relações das chuvas entre 1 e 12 horas com as chuvas de 24 horas observadas em Santa Catarina são inferiores aos valores médios observados no Brasil.

As relações entre chuvas de diferentes durações foram analisadas em vá-

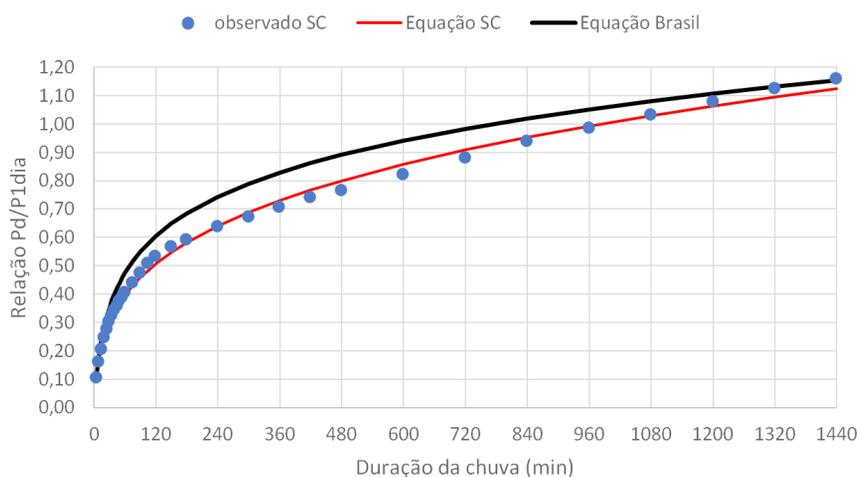


Figura 1. Ajuste do modelo alternativo de equações de chuvas intensas com dados de Santa Catarina

Figure 1. Adjustment of the alternative model of intense rain equations with data from Santa Catarina

rios trabalhos (BELL, 1969; CHEN, 1983; FROELICH, 1993), sendo dada ênfase às discussões sobre a relação entre chuvas de 1h (P_{1h}) e de 24 h (P_{24h}), denominada de coeficiente R, dado por:

$$(7) R = \frac{P_{1h}}{P_{24h}}$$

Huff & Angel (1989), analisando dados de chuva de 34 estações pluviográficas de Illinois e 21 estações de estados vizinhos, acharam o coeficiente R médio de 0,46. Para 12 horas a relação foi de 0,87, mostrando-se mais semelhante às relações médias do Brasil. Usando mapas com isoietas de chuva para grandes regiões dos EUA, Chen (1983) observou que o coeficiente R independe do período de retorno, mas varia conforme a localização geográfica, variando entre valores de 0,1 e 0,6, com valor médio de 0,4. O U.S. Weather Bureau (1961) destaca que no lado de barlavento das altas montanhas do Oeste dos EUA o coeficiente R é baixo, próximo de 0,10. Já ao sul de Arizona e algumas partes do meio-oeste dos EUA, o valor é acima de 0,6, com valor médio nos EUA de 0,40. Schwab et al. (1981), analisando dados dos Estados Unidos, observaram que o coeficiente R varia de 0,28 a 0,60, com média de 0,47.

As relações entre chuvas de diferentes durações também foram estudadas em outros países. De acordo com Chowdhury et al. (2007) e Rashid et al. (2012), o Departamento de Meteorologia da Índia (*Indian Meteorological Department – IMD*) apresenta uma fórmula para o fator de redução da chuva diária dada por:

$$(8) K = \left(\frac{t}{24}\right)^{0,33}$$

Para a duração de 1h, a relação obtida é de 0,347, que se assemelha muito ao valor médio observado em Santa Catarina. Jha (2006) cita a expressão teórica usada na Rússia, atribuída a Alekseiev (1966), semelhante ao IMD, em que o expoente é 0,336. Del Angel & Dominguez Mora (2013), analisando as relações IDF em três estações pluviográficas do México, encontraram a relação média de 0,35, idêntica à observada em Santa Catarina. Campos Aranda & Gomez de Luna (1990), analisando dados de 33 estações pluviográficas do Méxi-

co, constataram que o valor R varia de 0,204 a 0,646, com média de 0,479. Os autores observaram ainda que nas regiões áridas e semiáridas o coeficiente R varia de 0,40 a 0,60, sendo mais baixo nas regiões úmidas, variando de 0,30 a 0,40.

No Brasil, além das relações entre durações estabelecidas pela Cetesb (1986), Torrico (1974) estabeleceu o método das isozonas, no qual os coeficientes de desagregação são diferenciados para oito isozonas e variam com o período de retorno. Nesse método, o fator R para o Brasil varia de 0,363 a 0,689. No estado de Santa Catarina existem áreas em quatro diferentes isozonas, respectivamente, isozonas C, D, E e F, em que o fator R varia de 0,36 a 0,46.

Basso et al. (2016), baseando-se nas equações IDF publicadas para o Brasil, avaliaram a metodologia das isozonas e concluíram que, de forma geral, as regiões propostas ainda são válidas. No entanto, os autores destacam que, para algumas regiões, foram observadas grandes diferenças com relação aos dados atualizados.

Sobre os trabalhos realizados no Brasil é importante destacar que as relações entre durações apresentadas pela Cetesb (1986), embora reconhecidas e amplamente usadas no Brasil, são oriundas de um trabalho realizado por Pfafstetter (1957), que se baseou em dados de 98 postos pluviográficos do Brasil. As séries de dados de muitas estações eram relativamente curtas, sendo usadas séries parciais. Dessas 98 estações, somente três estavam localizadas em Santa Catarina. Torrico (1974) se baseou no trabalho de Pfafstetter (1957) para determinar o método das Isozonas. Na análise de relações entre durações de chuvas intensas de Santa Catarina, Back (2013) utilizou dados de 13 estações pluviográficas, com séries de dados variando de 12 a 26 anos, portanto, mais representativas e mais atuais que as da Cetesb (1986).

Na Figura 2 estão representados os valores das relações entre chuvas de diferentes durações com a chuva diária, segundo as expressões ajustadas para Santa Catarina (BACK, 2020), Brasil (CETESB, 1986), IMD (JHA, 2006) e as relações observadas no estado de Illinois (HUFF & ANGEL, 1989). Importante

destacar que a precipitação de 1 dia é o valor acumulado entre os intervalos de observação, enquanto a precipitação de 24 horas é o total máximo referente a um período contínuo de 24 horas (TUCCI, 2015). Nos Estados Unidos, esse valor é considerado praticamente constante e igual a 1,13 (HUFF & ANGEL, 1989). A Cetesb (1986) considerou o valor de 1,14 para o Brasil. Torrico (1974) considerou o valor médio para o Brasil de 1,095. Back (2013) mostrou que esse coeficiente varia com o horário de observação da precipitação nas estações pluviométricas, e para as leituras realizadas às 9h00, como é o padrão da Organização Mundial de Meteorologia (OMM), o valor médio para Santa Catarina é de 1,16.

Observa-se que as relações obtidas com a expressão empírica do IMD, corrigindo com o fator 1,16 para obter a máxima de 24h, são muito próximas das relações ajustadas para Santa Catarina. Para durações acima de 30 minutos, as diferenças são inferiores a 5%. Para durações inferiores a 30 minutos a diferença é superior a 10%, sendo que o modelo ajustado para Santa Catarina apresenta valores menores. Também pôde ser observado que as relações observadas em Illinois foram as mais altas nas durações entre 10 e 360 min.

Conclusões

A análise dos coeficientes de desagregação da chuva diária mostrou que os coeficientes observados em Santa Catarina apresentam diferenças importantes em relação aos valores usados no Brasil e nos Estados Unidos. No entanto, estudos realizados na Rússia, Índia, México apresentam coeficientes semelhantes aos observados em Santa Catarina.

Esses resultados evidenciam a importância de aprofundar os estudos locais para a obtenção de estimativas mais precisas de chuvas intensas, possibilitando o dimensionamento de estruturas de drenagem mais confiáveis.

Para a obtenção das relações IDF dos locais de Santa Catarina, onde somente se dispõe da chuva máxima diária, os autores recomendam o uso do modelo alternativo apresentado nesse artigo.

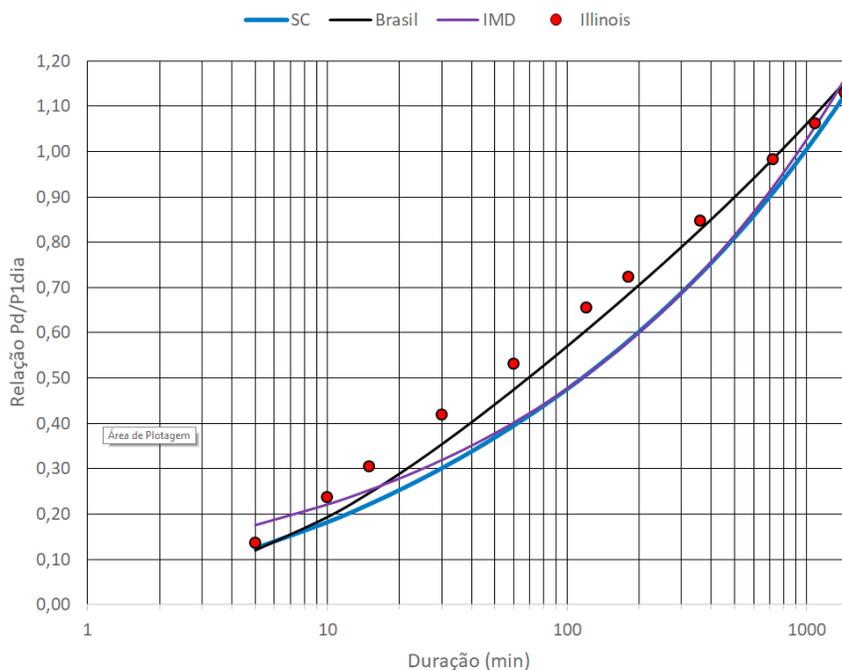


Figura 2. Relação entre precipitação de diferentes durações observadas no Brasil e Santa Catarina em comparação com referências internacionais
 Figure 2. Relationship between precipitation of different durations observed in Brazil and Santa Catarina compared to international references

Referências

AL HASSOUN, S.A. Developing an empirical formula to estimate rainfall intensity in Riyadh region. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, v.23, n.2, p.81–88, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2011.03.003>

ALEKSEIEV, G. A. Estimation of maximum rainfall discharge using critical intensity of rainfall. *State Hydrological Institute, USSR*, 1966.

ARAGÃO, R.; SANTANA, G.R.; COSTA, C.E.F.F.; CRUZ, M.A.S.; FIGUEIREDO, E.E.; SRINIVASAN, V. Chuvas intensas para o Estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.3, p.243-252, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300001>

BACK, Á.J.; CADORIN, S.B. Heavy rain equations for Brazil. *International Journal of Development Research*, v.11, n.1, p.43332-43337, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37118/ijdr.20850.01.2021>

BACK, Á.J. Alternative model of intense rainfall equation obtained from daily rainfall disaggregation. *Revista Brasileira de Recursos*

Hídricos, Porto Alegre, v.25, n. 2, p.1-11. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.252020190031>

BACK, Á.J. **Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o estado de Santa Catarina** (com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis: 2013, 193p.

BARA, M.; KOHNOVÁ, S.; GAÁL, L.; SZOLGAY, J.; HLAVCOVÁ, K. Estimation of IDF curves of extreme rainfall by simple scaling in Slovakia. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, v.39, n.3, p. 187-206, 2009.

BASSO, R.E.; ALLASIA, D.G.; TASS, R.; PICKBRENNER, K. Revisão das isozonas de chuvas intensas do Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.27, n.4, p.635-641, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016133691>

BASUMATARY, V.; SIL, B.S. Generation of rainfall Intensity-Duration-Frequency curves for the Barak River Basin. *Meteorology Hydrology and Water Management*, v.6, p.1.12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26491/mhwm/79175>

BELL, F.G. Generalized rainfall-duration-frequency relationships. *Journal of Hydraulics Division-ASCE*, v.95, n.1, p. 311-327, 1969.

BERNARD, M.M. Formulas for rainfall intensities of long durations. *Trans. Am. Soc. Civil Eng.*, v.96, n. 1, p.592–606, 1932.

BUIHAND, T.A. Rainfall depth–duration–frequency curves a problem of dependent extremes. In: Barnett, V.; Turkman, K.F. (eds), *Statistics for the Environment*, Wiley, 1993. p.83–197.

CAMPOS, A.R.; SILVA, J.B.L.; SANTOS, G.G.; RATKES, R.F. AQUINO, I.O. Estimate of intense rainfall equation parameters for rainfall stations of the Paraíba State, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.47, n.1, p.15-21, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4743821>

CAMPOS ARANDA, D.F.; GOMEZ DE LUNA, R. Procedimiento para obtener curvas de I-D-Tr a partir de registros pluviométricos. Ingeniería *Hidráulica em México*, v.2, p.39-52, 1990.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Drenagem urbana – Manual de projeto**. 3.ed. São Paulo: CETESB, 1986. 464p.

CHEN, C. L. Rainfall intensity-duration-frequency formulas. *Journal of Hydraulic Engineering*, v.109, n.12, p.1603–1621, 1983.

CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. **Applied Hydrology**. McGraw-Hill, New York, 1988. 572p.

CHOWDHURY, R.; ALAM, M.J.; DAS, P.; ALAM, M.A. Short duration rainfall estimation of Sylhet: IMD and USWB method. *Journal of Indian Water Works Association*, v.39, n.4, p.285-292, 2007.

DEL ANGEL, G.M.; DOMINGUEZ MORA, R. Ecuaciones universales ajustadas para el cálculo de lluvias máximas de corta duración. *Geos*, v.33, n.2, p.1-18, 2013.

EWEA, H.A.; ELFEDI, A.M.; BAHRAWI, J.A.; AL-AMR, N.S. Modeling of IDF curves for stormwater design in Makkah Al Mukarramah region, The Kingdom of Saudi Arabia. *Open Geosci*. v.10: p.954–969, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1515/geo-2018-0076>

FECHINE SOBRINHO, V.; RODRIGUES, J.O.; MENDONÇA, L.A.R.; ANDRADE, E.M.; TAVARES, P.R.L. Desenvolvimento de equações Intensidade-Duração-Frequência sem dados pluviográficos em regiões semiáridas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.7, p.727-734., 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700009>

FROELICH, D.C. Short-duration-rainfall in-

- tensity equations for drainage design. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.119, n.5, p.814–828, 1993.
- GARCIA, S.S.; AMORIM, R.S.S.; COUTO, E.G.; STOPA, W.H. Determinação da equação intensidade-duração-frequência para três estações meteorológicas do Estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.6, p.575-581, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000600006>
- GRIMALDI, S.; KAO, S.C.; CASTELLARIN, A.; PAPALEXIOU, S.M.; VIGLIONE, A.; LAIO, F.; AKSOY, H.; GEDIKLI, A. Statistical Hydrology. In: Wilderer Peter (ed) **Treatise on water science**, v. 2. Academic Press, Oxford, p.479–517, 2011.
- HUFF, F.A.; ANGEL, J.R. **Frequency Distributions of Heavy Rainstorms in Illinois**. Illinois State Water Survey, Champaign, Circular 172, 1989. 40p.
- JHA, P.C. Estimation of hourly rainfall design intensity from 24 hour maximum rainfall: the context of Nepal. **Journal of Hydrology and Meteorology**, v.3, p. 1-15, 2006.
- MANZANO-AGUGLIARO, F.; ZAPATA-SIERRA, A.; FERNÁNDEZ-CASTAÑEDA, C.; GARCÍA-CRUZ, A.; HERNÁNDEZ-ESCOBEDO, Q. Extreme rainfall relationship in Mexico, **Journal of Maps**, v.11, n.3, p.405-414, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2014.945105>
- PEREIRA, S.B.; FIETZ, C.R.; PEIXOTO, P.P.P.; SOBRINHO, T.A.; SANTOS, F.M. **Equação de intensidade, duração e frequência da precipitação para a região de Dourados, MS**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.18 p.
- PFRAFSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil: Relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos**. Rio de Janeiro: DNOS, 1957. 419p.
- PRUSKI, F.F.; FERREIRA, P.A.; RAMOS, M.M. CECON, P.R. Model to design level terraces. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, North Carolina, v.123, n. 1, p.8-12, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1997\)123:1\(8\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1997)123:1(8))
- RANGEL, E.M.; HARTWIG, M.P. Análise das curvas de intensidade-duração-frequência para a cidade de Pelotas através de uma função de desagregação. **Revista Thema**, v.14, n.2, p.63-77, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.63-77.353>
- RASHID, M.M.; FARUQUE, S.B.; ALAM, J.B. Modelling of Short Duration Rainfall Intensity Duration Frequency (SDR-IDF) equation for Slyhet city in Bangladesh, ARPN. **Journal of Science and Technology**, v.2, n.2, p.92-95, 2012.
- SANTOS, R.A. Cálculo da chuva intensa pelo método das Isozonas para cidades do estado da Paraíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.2, p.1334-1343, 2015. DOI: [105902/2236117016748](https://doi.org/10.105902/2236117016748)
- SCHWAB, G. O.; FREVERT, R. K.; EDMINSTER, T.W.; BARNES, K.K. **Soil and Water Conservation Engineering**. Third Edition. John Wiley and Sons, New York. 1981. 525p.
- SVENSSON, C.; CLARKE, R.; JONES, D. An experimental comparison of methods for estimating rainfall intensity–duration–frequency relations from fragmentary records. **Journal of Hydrology**, v.341, n.1-2, p.79–89, 2007. DOI: [10.1016/j.jhydrol.2007.05.002](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.05.002)
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia – Ciência e Aplicação**. Porto Alegre. Editora da Universidade. ABRH, 2015. 943p.
- TORRICO, J.J.T. **Práticas hidrológicas**. Rio de Janeiro: Transcon, 1974. 119p.
- US WEATHER BUREAU. **Rainfall frequency Atlas of the United States**, Technical Paper, n. 40. Washington, D. C. 1961.