



Índice de Concentração de chuva diária de Timbé do Sul, Santa Catarina

Álvaro José Back¹

Resumo: A concentração de chuva em alguns períodos pode indicar maior risco de ocorrência de eventos como erosão, inundação e escorregamentos de encostas. O índice de Concentração de chuvas diárias tem sido empregado para avaliar a concentração da precipitação diária e também como indicador da erosividade e agressividade das chuvas. O objetivo deste trabalho foi determinar o Índice de concentração de chuvas para a região de Timbé do Sul, Santa Catarina. Foram utilizados os dados diários de precipitação do período de 1977 a 2020 da estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, localizada no município de Timbé do Sul, Santa Catarina. Foram calculados os valores do índice de Concentração (IC) e a precipitação dos 25% (PP25) dos dias mais chuvosos, considerando a série total e também por trimestre e para cada mês. Os resultados mostraram que o IC anual é de 0,545, classificado com média concentração. Os 25% dos dias mais chuvosos representam 62% da precipitação total anual. Não foram observadas variações sazonais importantes nestes índices, concluindo-se que a precipitação da região tem homogeneidade sazonal na concentração.

Palavras- Chave: chuva; eventos extremos; erosão.

Index of Daily Rainfall Concentration of Timbé do Sul, Santa Catarina

Abstract: The concentration of rain in some periods may indicate a greater risk of occurrence of events such as erosion, flooding and landslides on slopes. The daily rainfall Concentration Index has been used to assess the concentration of daily rainfall and also as an indicator of the erosivity and aggressiveness of the rains. The objective of this work was to determine the rainfall concentration index for the region of Timbé do Sul, Santa Catarina. Daily rainfall data from 1977 to 2020 from the rainfall station of the National Agency for Water and Basic Sanitation, located in the municipality of Timbé do Sul, Santa Catarina, were used. The values of the Concentration Index (CI) and the precipitation of the 25% (PP25) of the rainiest days were calculated, considering the total series and also by quarter and for each month. The results showed that the annual CI is 0.545, classified as medium concentration. The 25% of the wettest days represent 62% of the total annual precipitation. Significant seasonal variations were not observed in these indices, concluding that the region's precipitation has seasonal homogeneity in concentration.

Key-Words: rain; extreme events; erosion.

¹ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Professor do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) e do curso de Engenharia Civil da Unesc, ajb@unesc.net.



Introdução

Nas últimas décadas têm sido discutidas as questões de mudanças climáticas e alteração nos regimes e padrões de precipitação. Os extremos climáticos que vêm sendo registrados frequentemente no Brasil impactaram diretamente o cotidiano econômico-ambiental, a exemplo do desabastecimento hídrico, planejamento de obras hidráulicas, de saneamento urbano (galerias pluviais, por exemplo) e até mesmo do comprometimento da segurança energética (SANT ANA; BACK, 2019). As projeções dos modelos climáticos com aumento das precipitações e da frequência de eventos extremos trazem preocupação para a região Sul do Brasil.

Sant Ana e Back (2019) destacam que no Sul do Brasil, particularmente no Estado de Santa Catarina, aumento dos totais e dos picos de chuva implica diretamente em escorregamentos de encostas, inundações, perdas agrícolas, deflagração de problemas ambientais urbanos, veiculação de doenças e até a perda de vidas. Esses eventos implicam em grandes prejuízos econômicos e altos custos sociais.

Li et al. (2011) afirmam que eventos naturais extremos colocam uma pressão econômica importante sobre os governos, e destacam a importância de estudos para caracterizar a precipitação. Vários trabalhos destacam a importância dos estudos de variabilidade espacial e temporal da chuva como base científica para o gerenciamento de recursos hídricos e prevenção de desastres climáticos (ZHANG; QIAN, 2003; CALOIERO, 2014; DENG et al., 2017).

As chuvas intensas são responsáveis por desencadear os fenômenos hidrológicos como enchentes e inundações e processos geológicos como deslizamentos de terra e erosão do solo. Para dimensionamento das obras de drenagem e controle de erosão geralmente realiza-se estudos para determinar as frequências ocorrência de eventos máximos anuais das intensidades ou alturas. Estes estudos, em geral, são baseados nas séries de máximas anuais de chuva, que não caracterizam a variabilidade temporal e também não levam em consideração a concentração das chuvas em determinados períodos do ano.

Zhao et al. (2016) afirmam que a concentração da precipitação, no espaço e tempo, é muito sensível às mudanças climáticas e pode induzir a ocorrência de fenômenos climáticos



extremos mais frequentes. A distribuição desigual da precipitação pode causar enchentes ou secas, erosão do solo e outros desastres relacionados, que afetam a agricultura, produção de pastagens e florestas. Dessa forma, estudar a variação temporal e espacial da concentração da precipitação é de grande importância para ajudar a enfrentar os riscos climáticos, que podem ser agravados com as mudanças climáticas, e entender a regularidade e a ação dos mecanismos de mudanças climáticas (GU; ANDLER, 2015).

A concentração de chuva em alguns períodos pode indicar maior risco de ocorrência de eventos como erosão, inundação, deslizamento e, por outro lado, ocorrência de secas em outros períodos (SANTOS et al., 2010; RAZIEI et al., 2008). Para Nery et al. (2017), a precipitação é uma das variáveis mais importantes associadas à monção em qualquer lugar do mundo e a quantidade de chuva em uma semana ou mês varia muito.

Martin-Vide (2004) propôs o uso do Índice de Concentração (IC) para detectar a distribuição espacial da concentração diária de precipitação na Espanha. Zhang et al. (2019) comentam que índice de concentração (IC) é um dos poucos índices que podem correlacionar a magnitude dos eventos de precipitação com o tempo de ocorrência e quantificar a heterogeneidade da precipitação diária ao longo de um ano.

O IC tem sido empregado para avaliar a concentração da precipitação diária, sua distribuição espacial e também temporal em vários países como Espanha (BENHAMROUCHE; MARTIN-VIDE, 2012), Austrália (CALOEIRO, 2014), Índia (CHANDRASHEKAR et al., 2016), China (DENG et al., 2017; DU et al.; 2020), Irã (RAZIELI et al., 2008), Malásia (HAMZAHA et al., 2016), Itália (COSCARELLI; CALOEIRO, 2012), Marrocos (SALHI et al., 2019); Argélia (BESSAKLIA et al., 2008), Rússia (VYSHKVARKOVA, 2017). No Brasil destacam-se os trabalhos de Nery et al., (2017), Rampazo e Nunes (2013), Back et al. (2020), Siqueira e Teixeira Nery (2021)

Salhi et al. (2019) destacam que o IC é um estimador de erosividade e agressividade das chuvas, onde a precipitação resolução horária ou minuto não existem, e assim o IC se torna muito útil em estudos ambientais cuja objetivo é estimar o risco de perda de solo ou avaliar a intensidade de processos erosivos.

Nas áreas de encosta da região sul de Santa Catarina ocorrem vários escorregamentos de solo. Back et al. (2021) descreveram as características morfométricas da bacia hidrográfica



do rio Timbé, onde concluíram que as características topográficas e alta declividade determinam grande velocidade de escoamento e favorecem os processos erosivos. Sant Ana et al. (2020) estudaram as cicatrizes de movimentos de escorregamento de encosta e sua relação com características morfológicas. O objetivo deste trabalho foi determinar o Índice de concentração de chuvas para a região de Timbé do Sul, Santa Catarina.

Materiais e métodos

No estudo foi utilizada a série de dados diários do período de 1977 a 2020 da estação pluviométricas (código 02849019) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020), localizadas no município de Timbé do Sul. A região possui, de acordo com a classificação de Köppen, clima Cfa (mesotérmico, sem estação seca definida, com verão quente (ALVARES et al., 2014).

Foi determinado o Índice de Concentração de chuvas (IC) conforme a metodologia proposta por Martin-Vide (2004), que consiste em determinar as contribuições relativas das precipitações diárias. As chuvas são classificadas em intervalo de classe de 1,0 mm e determinadas as porcentagens de dias de precipitação (X) com as porcentagens das quantidades de chuva (Y). A curva exponencial, denominada de curva de precipitação normalizada (MARTIN-VIDE, 2004; WANG et al., 2013; SANGÜESA et al, 2018) é representada por:

$$Y = aXe^{bX} \quad (1)$$

Em que:

Y = o percentual da quantidade de chuva;

X é o percentual dos dias de chuva;

e = base do logaritmo neperiano (e = 2,7182818);

a e b são coeficientes que podem ser obtidos pelas equações 2 e 3 (MARTÍN-VIDE, 2004):

$$a = e^{\left\{ \frac{\sum X_i^2 \sum \ln Y_i + \sum X_i \sum X_i \ln X_i - \sum X_i^2 \sum \ln X_i - \sum X_i \sum X_i \ln Y_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \right\}} \quad (2)$$

$$b = \frac{N \sum X_i \ln Y_i + \sum X_i \sum \ln X_i - N \sum X_i \ln X_i - \sum X_i \sum \ln Y_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (3)$$

Com a equação 1 ajustada é determinada a curva de concentração, a qual é traçada com ambos os eixos variando entre 0,0 e 100,0%, totalizando uma área (A) de 10.000, que pode ser determinada por (SARRICOLEA; MARTIN-VIDE, 2014):

$$A = \left[\frac{a}{b} e^{bx} \left(x - \frac{1}{b} \right) \right]_0^{100} \quad (4)$$

O IC pode ser definido pela equação:

$$IC = \frac{5000 - A}{5000} \quad (5)$$

O valor de IC encontrado pode ser classificado conforme a Tabela 1. Foram obtidos os percentuais de precipitação constituídos por 5%, 25% e 50% dos dias mais chuvosos, denominadas respectivamente de PP5, PP25 e PP50. Foram determinados os valores do IC para a série total bem como valores por trimestre do ano e para cada mês.

Tabela 1. Classes do índice de concentração (MARTIN-VIDE, 2004).

IC	Classificação
≤ 0,50	Baixo
0,50 a 0,60	Médio
0,60 a 0,70	Alto
≥ 0,70	Muito alto

Resultados e discussão

Na Tabela 2 constam os valores de precipitação média, do índice de concentração de chuvas (IC), os coeficientes do modelo e os valores de percentual de precipitação para as precipitações de 5, 25 e 50%, respectivamente P5, P25 e P50.

Tabela 2. Resultados do índice de concentração da precipitação diária de Timbé do Sul do período de 1977 a 2020.

Série	Precipitação média (mm)	IC – Índice de concentração	Parâmetro do modelo		Precipitação (%)		
			a	b	PP5	PP25	PP50
Total	2010,5	0,545	0,068	0,027	22,3	62,0	85,2
Trimestre JFM	237,0	0,544	0,071	0,026	22,0	61,6	84,8
Trimestre AMJ	118,8	0,559	0,061	0,028	23,5	63,0	86,3
Trimestre JAS	147,5	0,543	0,070	0,026	22,0	61,6	85,0
Trimestre OND	188,4	0,544	0,071	0,026	21,8	62,1	85,1
Janeiro	249,6	0,537	0,075	0,026	21,4	60,9	84,3
Fevereiro	259,9	0,554	0,064	0,027	23,2	63,0	85,7
Março	201,4	0,537	0,073	0,026	21,2	60,5	84,1
Abril	124,5	0,543	0,065	0,027	22,0	61,0	85,6
Mai	125,5	0,571	0,055	0,028	24,3	65,2	86,8
Junho	106,4	0,554	0,061	0,028	23,5	62,8	86,3
Julho	132,3	0,540	0,061	0,026	21,8	61,5	84,8
Agosto	139,4	0,543	0,069	0,026	22,2	62,1	84,7
Setembro	170,8	0,540	0,069	0,027	21,8	61,1	85,4
Outubro	185,5	0,550	0,071	0,026	22,6	63,1	85,4
Novembro	177,6	0,525	0,078	0,026	19,9	59,5	84,0
Dezembro	202,2	0,553	0,066	0,027	22,8	63,2	85,7

O IC obtido para a série total foi de 0,545, com pouca variação entre os trimestres (0,543-0,559) e também entre os meses (0,525 – 0,571). Todos os valores são classificados como “Média concentração”. Dessa forma, conclui-se que a região de Timbé do Sul possui chuvas bem distribuídas longo do ano e também homogeneidade na concentração da distribuição.

Esses valores estão de acordo com os valores obtidos por Back et al. (2020), que analisando dados de 208 estações pluviométricas localizadas na Região Sul do Brasil constataram que os valores de IC variaram de 0,50 a 0,60. Também Nery et al. (2017) analisando dados de 180 estações da Região Sudeste do Brasil encontraram valores de IC entre 0,54 e 0,60. Rampazo e Nunes (2017), com base em observações do estado de São Paulo, destacam que os pontos que apresentam menor IC estão situados em áreas descritas como mais chuvosas, enquanto áreas com menores montantes de chuva apresentam maiores valores do IC. Siqueira e Teixeira Nery (2021) constataram que 56% das 82 séries



pluviométricas da região Nordeste do Brasil apresentam IC superior a 0,60, indicando que a região possui acentuada concentração pluviométrica. Estudo em outros países também corroboram essas observações. Bessaklia et al. (2018) trabalhando com dado de chuva da Argélia encontraram IC variando de 0,54 a 0,64 e destacam que os valores diários do índice de concentração de precipitação (IC) são visivelmente maiores em locais onde a quantidade de precipitação total é baixa. Peng et al. (2013), estimando a concentração de precipitação diária no rio Huai, na China, constataram que a concentração é alta com valores de IC variam de 0,64 a 0,72. Wang et al. (2019) trabalhando com dados de 71 estações meteorológicas da China citam valores de IC variando de 0,69 a 0,76.

Teoricamente, os altos valores de IC estão localizados nas regiões com alta concentração diária de precipitação e, portanto, onde a precipitação tem potencial de gerar impactos como deslizamentos e risco de inundação (BACK et al., 2020). Quando o valor de IC excede a 0,61 significa que 25% dos dias mais chuvosos contribuem com quase 70% da chuva total (MARTIN-VIDE, 2004). Nessa condição em locais com alta precipitação, esta chuva é capaz de produzir erosão, principalmente se tiver sido retirada a cobertura vegetal natural para outros usos sem proteção do solo. Se o valor do IC atingir o valor de 0,70, a área deve ser classificada como de alto risco para determinados usos e, em alguns casos, protegida e restaurada.

Na Figura 1 encontra-se representada a concentração de chuvas para a série total de Timbé do Sul. Observa-se para 75% dos dias de chuva obtém-se 38% da precipitação. Desses dados constata-se que os 25% dos dias mais chuvosos (PP25) representam de 62% da precipitação anual. Esse resultado está de acordo com outros estudos na região Sul do Brasil. Siqueira e Teixeira Nery (2019) analisando dados do estado do Paraná encontraram valores de PP25 variando de 60,9 a 75%. Nery et al. (2017) analisando dados de 120 estações pluviométricas da região Sudeste do Brasil encontraram valores de P25 variando de 31,9 a 69,9%.

Considerando os 5% dos dias mais chuvosos representam 22,3% da chuva total, enquanto que 50% dos dias mais chuvosos representam 85,2% da precipitação total anual.

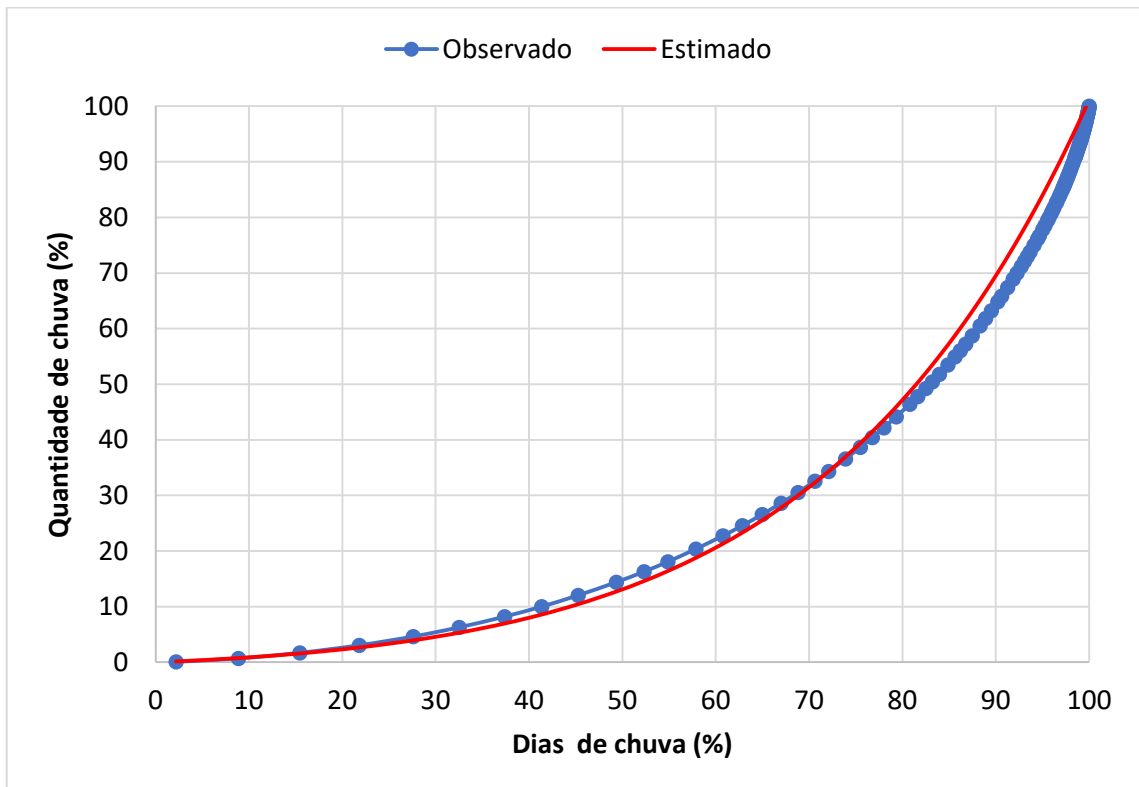
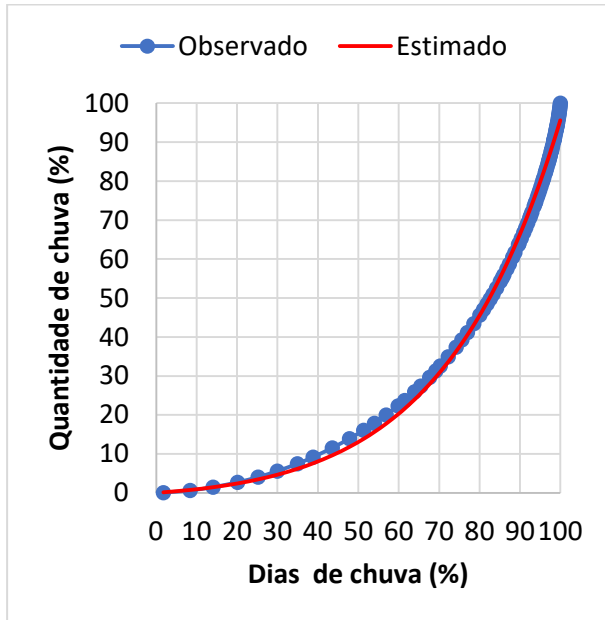
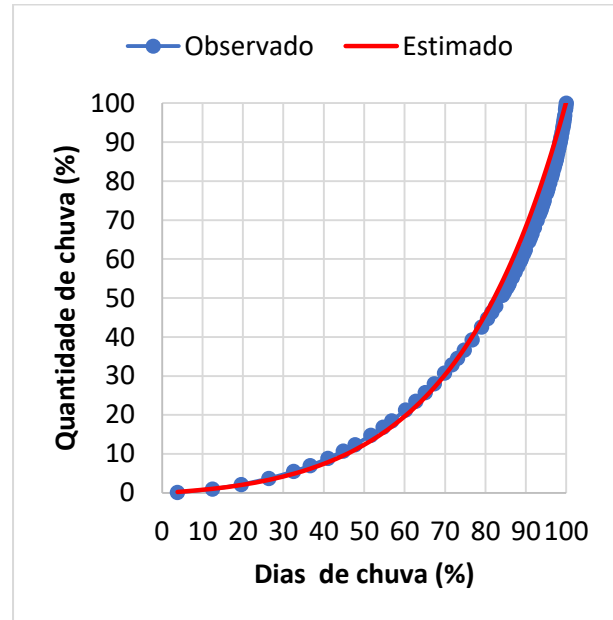


Figura 1. Concentração de chuvas do período de 1977 a 2020 de Timbé do Sul, SC.

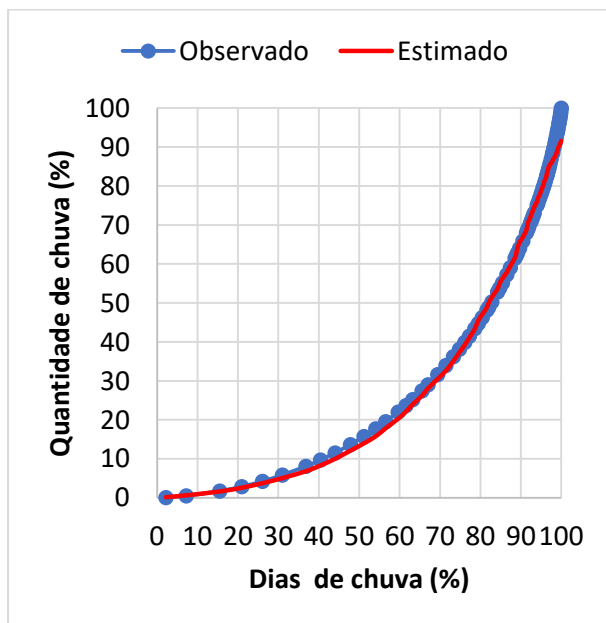
Também não foram observadas diferenças sazonais importantes entre estes valores destacando-se os extremos em maio, com PP25 de 65,2%, e novembro com PP25 de 59,5%. Na Figura 2 constam a concentrações de chuvas para cada trimestre do ano onde se observa que PP25 dos trimestres janeiro-fevereiro-março (Figura 2a) e julho-agosto-setembro (Figura 2c) é de 61,6%, para o trimestre abril-maio-junho é de 63,0% (Figura 2b), enquanto que outubro-novembro-dezembro o PP25 é de 62,1% (Figura 2d), evidenciando a homogeneidade sazonal na concentração de chuvas.



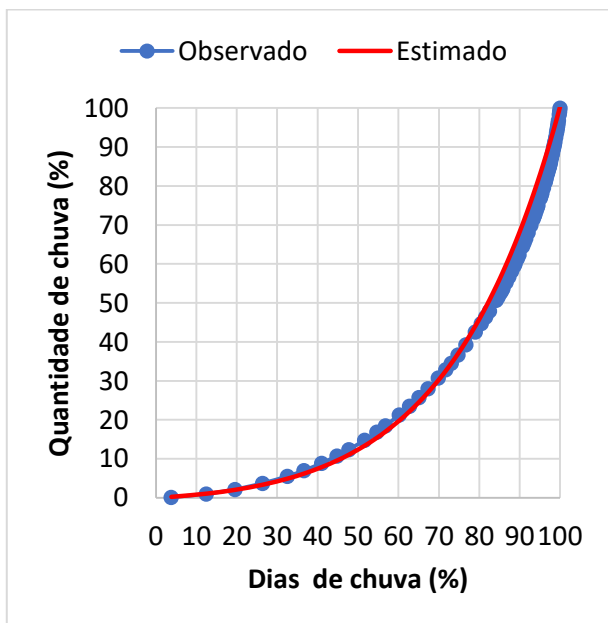
a



b



c



d

Figura 2. Concentração de chuvas do período de 1977 a 2020 de Timbé do Sul, SC para os trimestres: (a) janeiro-fevereiro-março; (b) abril-maio-junho; (c) julho-agosto-setembro e (d) outubro-novembro e dezembro (d).



Conclusões

Com base na análise da série histórica do período de 1977 a 2020 de dados diários de precipitação de Timbé do Sul constatou-se que o índice de concentração de chuvas da região é de 0,545, classificado como média concentração. A precipitação referente aos 25% dos dias mais chuvosos (PP25) corresponde a 62% da precipitação total. Não foram observadas variações sazonais importantes nos índices IC e PP25 concluindo-se que a chuva de Timbé do Sul é bem distribuída ao longo do ano.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA . **Hidroweb: Sistemas de Informações Hidrológicas**. Available at: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Access on: Jun. 24, 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p.711–728, 2014.

BACK, Á. J.; CARLOS, F. S.; PAVEI, S. B. Análise morfométrica da bacia do rio Timbé, localizada na região do município de Timbé do Sul/SC. In: 6º Simpósio de Sistemas Sustentáveis. Poro Alegre. ABRH, 2021. **Anais....** v.5, p.1-16.

BACK, Á. J. SÔNEGO, M.; PEREIRA, J. R. Índice de concentração ode chuvas na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.27, p.57-72, 2020.

BENHAMROUCHE, A.; MARTIN-VIDE, J. Avances metodológicos en el análisis de La concentración diaria de la precipitación en la España peninsular. **Anales de Geografía**, v.32, p.11-27, 2012.

BENHAMROUCHE, A.; BOUCHERF, D.; HAMADACHE, R.; BENDAHMANE, L. ; MARTIN-VIDE, J.; TEIXEIRA NERY, J. Spatial distribution of the daily precipitation concentration index in Algeria. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, v.15, p.617–625, 2015. doi:10.5194/nhess-15-617-2015



BESSAKLIA H., GHENIM A.N., MEGNOUNIF A., MARTIN-VIDE J. Spatial variability of concentration and aggressiveness of precipitation in North-East of Algeria. **Journal of Water and Land Development**. n.36, p.3– 15, 2018. DOI: 10.2478/jwld-2018-0001.

CALOIERO, T Analysis of daily rainfall concentration in New Zealand. **Nat Hazards**, v. 72, p.389–404, 2014.

CHANDRASHEKAR, V. D.; SHETTY, A.; YEŞILIRMAK, E. Spatio-temporal Distributions of precipitation Concentration using high Resolution Gridded data over the Western Ghats and West Coast of Karnataka, India. In: Proceedings of international Conference on Hydraulics, Water Resources and Coastal Engineering (Hydro2016), CWPRS Pune, 2016. p. 2188-2197.

COSCARELLI, R.; CALOIERO, T. Analysis of daily and monthly rainfall concentration in Southern Italy (Calabria region). **Journal of Hydrology**, v. 416-417, p. 145-156, 2012.

DENG, S.; LI, M.; SUN, H.; CHEN, Y.; QU, L. ZHANG, X. Exploring temporal and spatial variability of precipitation of Weizhou Island, South China. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v.9, p.183-198, 2017.

DU, H.; WANG, Y.; WANG, Z.; LIU, K.; CHENG, L. Spatial and temporal characteristics of the daily precipitation concentration index over China from 1979 to 2015. **Hydrology Research** ,v.51,n.3, p.562-582, 2020.

GU, G.; ADLER, R. F. Spatial patterns of global precipitations change and variability during 1901-2010. **Journal of climate**, v.28, n.11, p.4431-4453, 2015.

HAMZAHA, F. M.; ZAINALA, N.; JAAFARA, O. Daily Precipitation Concentration Index In Bangi, Malaysia. **International Journal of Applied Environmental Sciences**, v.11, n.6, p.1537-1548, 2016.

LI, X.; JIANG, F.; LI, L.; WANG, G. Spatial and temporal variability of precipitations concentration index, concentration degree and concentration period in Xinjiang, China. **International Journal of Climatology**, v.31, p.1679-1693, 2011.

MARTÍN-VIDE, J. Spatial Distribution of a daily precipitation concentration index in Peninsular Spain. **International Journal of climatology**, v.24, p. 959–971, 2004.



NERY, J. T.; CARFAN, A.C.; MARTIN-VIDE, J. Analysis of rain variability using the daily and monthly concentration indexes in Southeastern Brazil. **Atmospheric and Climate Sciences**, v. 7, p.176-190, 2017.

PENG S., XUEYUAN Q., XI C., MI Z., SIMIN Q., XINXIN M., ZHICAI Z. Spatial distribution and temporal trends in daily and monthly precipitation concentration indices in the upper reaches of the Huai River, China. **Stochastic. Environmental Research and Risk Assessment**, v.28, n.2, p.201–212, 2013.

RAMPAZO, N. A. M.; NUNES, L. H. Tendências de precipitação diária no Estado de São Paulo a partir do índice de concentração (IC). In: Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada, 17. **Anais...** Campinas-São Paulo, Unicamp. 2017, p. 2454-2466.

RAZIEI, T.; BORDI, I.; PEREIRA, L. S. A precipitation-based regionalization for Western Iran and regional drought variability. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.12, p.1309-1321, 2008.

SALHI, A.; MARTIN-VIDE, J.; BENHAMROUCHE, A.; BENABDELOUAHAB,S.; HIMI, M.;BENABDELOUAHAB, T.; PONSATI, A. C. Rainfall distribution and trends of the daily precipitation concentration index in northern Morocco: a need for an adaptive environmental policy. **Applied Sciences**, v.1, 2019. | <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0290-1>

SANT ANA, W. O.; BACK, Á. J. Tendência do aumento de chuvas e suas implicações na estabilidade de encostas no Sul de Santa Catarina. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 25, p.95-109, 2019.

SANT ANA, W. O.; BACK, Á. J.; MICHEL, G. P.; LADWIG, N.I.; DE CONTO, D. Geometrias e posicionamento especial de antigas cicatrizes de escorregamento em encostas nas cabeceiras do rio Mãe Luzia, Treviso –Santa Catarina, Brasil. **Ciência e Natura**, v.42, e104, 2020. DOI:10.5902/2179460X41558

SANTOS, J. F.; PULIDO-CALVO, I.; PORTELA, M. M. Spatial and temporal variability of droughts in Portugal. **Water Resources Research**, v. 46, 2010.



SANGÜESA, C.; PIZARRO, R.; IBAÑEZ, A.; PINO, J.; RIVERA, D.; GARCIA-CHEVESICH, P.; INGRAM, B. Spatial and Temporal Analysis of rainfall concentration using Gini Index am PCI. **Water**, v.10, p.116, 2018.

SARRICOLEA, P.; MARTIN-VIDE, J. Spatial analysis of rainfall daily trends and concentration in Chile. **Investigaciones Geográficas**, v.47, p.53-66, 2014.

SIQUEIRA, B.; TEIXEIRA NERY, J. Spatial and temporal variability of precipitation concentration in northeastern Brazil . **Investigaciones Geográficas**, n.104, 2021, e60091
DOI: [dx.doi.org/10.14350/rig.60091](https://doi.org/10.14350/rig.60091)

VYSHKVARKOVA, E.; VOSKRESENSKAYA, E.; MARTIN-VIDE, J. Spatial distribution of the daily precipitation concentration index in Southern Russia. **Atmospheric Research**, v.203, p34-43, 2017. doi:10.1016/j.atmosres.2017.12.003

WANG, W.; XING, W.; YANG, T.; SHAO, Q.; PENG, S.; YU, Z. Characterizing the changing behaviors of precipitation concentration in the Yangtze River Basin, China. **Hydrological Processes**, v. 27, n.4, p.335-3393, 2013.

WANG, Y.; GUAN, J; ZHANG, X.; DU, P.; ZHANG, L. LUO, M. Characterizing the properties of daily precipitation concentration in Amur River Basin of northeast China. E3S Web of Conferences 117, 00003 (2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911700003>

ZHANG, L.; QIAN, Y. Annual distribution features of precipitations in China and their interannual variations. **Acta Meteorológica Sinica**, v.7, n.2, p.146-163, 2003.

ZHANG, K.; YAO, Y.; QIAN, X.; WANG, J. Various characteristics of precipitation concentration index and its cause analysis in China between 1960 and 2016. **International Journal of Climatology**, v.39, n.12, p.4648-4658, 2019.

ZHAO, L.; WANG, J. M.; ZHA, Z.; FANG, J. Variation of precipitation concentration from 1960 to 2014 in the middle and lower reaches of Yangtze River Basin, China. **Cuadernos de Investigación Geográfica**, n.42, v.1, p.205-220, 2016.