

Chuvas intensas para projetos de conservação do solo e da água no estado de Santa Catarina

Álvaro José Back¹; Leandro do Prado Wildner² e Jóri Ramos Pereira³

Resumo – Para o dimensionamento de estruturas para conservação do solo e água é imprescindível conhecer o valor da chuva intensa de cada local. O presente trabalho teve como objetivo determinar o valor representativo das chuvas intensas a ser usado em projetos de conservação do solo e água para todos os municípios do estado de Santa Catarina. Foram utilizadas séries históricas de 162 estações pluviométricas que possuíam mais de 30 anos de dados, incluindo o período após o ano 2000. Para cada estação foram ajustados os parâmetros da distribuição GEV e Gumbel. Com a distribuição que apresentou melhor ajuste foram estimados os valores de chuva máxima com período de retorno de 10 anos. Estes dados foram espacializados, usando o método da Krigagem, e obtidos os valores médios representativos para cada município catarinense. Os resultados mostram uma variação espacial da chuva intensa no Estado, com maiores valores nas Regiões do Extremo Oeste, Litoral Centro e Litoral Norte, e menores no Alto Vale do Itajaí. Para o período de retorno de 10 anos a chuva máxima diária variou de 104,9 a 157,1mm, enquanto a intensidade da chuva com duração de 15 minutos variou de 93,2 a 139,5mm h⁻¹.

Termos de indexação: Terraços; Erosão; Drenagem agrícola; Terraceamento.

Heavy rains for soil conservation projects in the state of Santa Catarina

Abstract – In order to design structures for soil and water conservation, it is essential to know the value of intense rain in each location. The present work had as objective to determine the representative value of the intense rains to be used in projects of conservation of the soil and water for all the municipalities of the state of Santa Catarina. Series of 162 pluviometric stations were used that had more than 30 years of data, including the period after the year 2000. For each station the parameters of the GEV and Gumbel distribution were adjusted. With the distribution that showed the best adjustment, the maximum rainfall values with a 10-year return period were estimated. These data were spatialized using the Krigagem method and the representative average values were obtained for each municipality in Santa Catarina. The results show a spatial variation of intense rain in the state, with higher values in the Regions of the Far West, Central Coast and North Coast, and lower in the Alto Vale do Itajaí. For the 10-year return period, the maximum daily rainfall ranged from 104.9 to 157.1mm, and the intensity of the rain lasting 15 minutes ranged from 93.2 to 139.5mm h⁻¹.

Index terms: Terraces; Erosion; Agricultural drainage; Terracing.

Introdução

As chuvas intensas causam problemas de escoamento superficial e alagamento, podendo resultar em prejuízos tanto no meio urbano como no meio rural. Nas áreas de produção agrícola, chuvas intensas ou o excesso de chuva causam erosão hídrica e perdas de solo. A erosão, além de degradar o solo, reduzindo sua produtividade e a produção das culturas, tem como problemas adicionais a contaminação das águas e o assoreamento de rios e reservatórios (ALVES SOBRINHO et al., 2011; ALMEIDA et al., 2012).

Para contornar estes problemas e melhorar a qualidade do solo são recomendadas práticas de conservação do solo que atuam diretamente na mitigação da ação da chuva sobre o solo, tais como a cobertura permanente e a diversificação de culturas, estruturadas na sucessão, rotação e consorciação de espécies, assim como práticas complementares que atuam na redução do escoamento superficial, como o cultivo em contorno e o terraceamento. A construção de terraços requer planejamento e dimensionamento adequado (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

Quando planejados terraços em gradiente, deve-se também dimensionar o canal escoadouro, bem como bueiros e outros canais à jusante.

Para cada tipo de estrutura ou obra de engenharia existem diferentes critérios de dimensionamento que são baseados em diferentes informações da chuva intensa. O dimensionamento dos terraços em nível, por exemplo, é realizado com base na chuva máxima com duração de 24 horas (ASAE, 2012). Já para terraços em gradiente é comum o uso da intensidade máxima da chuva com duração de 15 minutos (DE MARIA ▶

Recebido em 9/3/2021. Aceito para publicação em 14/6/2021.

<http://dx.doi.org/10.52945/rac.v34i2.1140>

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rd. 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

³ Engenheiro agrimensur, MSc., Universidade do Extremo Sul Catarinense, Av. Universitária, 1105 - Universitário, Criciúma, SC, CEP 88806-000, e-mail: jori@unescc.net

et al., 2016). O período de retorno está relacionado ao risco e ao custo da obra, sendo indicado para projetos de conservação de solos e drenagem de superfície de áreas agrícolas, com valores da ordem de 5 a 20 anos (GRIEBELER et al., 2001; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

Informações relativas a chuvas intensas do local da obra são fundamentais para o planejamento e para o dimensionamento das estruturas de captação e condução da água. A caracterização da chuva local é realizada com base na análise das frequências de eventos extremos observados nas séries históricas de pluviosidade.

Na análise de frequências deve-se ajustar uma distribuição teórica de probabilidades baseada na série de chuvas máximas observadas no local. Existem várias distribuições de probabilidade que podem ser usadas, destacando-se a Distribuição de Extremos Tipo I e a Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV). A Distribuição de Extremos Tipo I, também conhecida com Distribuição de Gumbel, é largamente usada para a estimativa das chuvas máximas (BACK, 2013; MARQUES et al., 2014; MISTRY & SURYANARAYANA, 2019), enquanto a distribuição GEV é adotada para estimar eventos extremos de precipitação (MARRA et al., 2017).

Este trabalho teve como objetivo determinar o valor representativo das chuvas intensas a ser usado em projetos de conservação de solo e água para todos os municípios do estado de Santa Catarina.

Material e métodos

Foram analisadas as séries históricas das estações pluviométricas localizadas no estado de Santa Catarina pertencentes à rede de estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas – ANA (ANA, 2020) e à rede de estações pluviométricas da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2020). Algumas estações pluviométricas da Epagri, denominadas de convencionais, em que a observação da precipitação era realizada por pluviô-

metros, foram substituídas por estações automáticas. Nestes casos, foi utilizada a série existente, com dados convencionais, e complementada com a série das estações automáticas.

As séries de máximas anuais de chuvas diárias foram determinadas considerando cada ano a partir do calendário civil; os anos que apresentaram falhas de dados foram excluídos da série de máximas.

Neste estudo, foram consideradas somente as estações com mais de 30 anos de dados, excluindo-se as estações que tinham somente dados anteriores ao ano 2000. Considerando este critério foram, então, selecionadas 162 estações pluviométricas, sendo 20 estações da Epagri e 142 da ANA (Figura 1).

Para cada série foram ajustados os parâmetros da distribuição Gumbel e GEV pelos métodos dos Momentos (KITE, 1978), Máxima Verossimilhança (KITE, 1978) e L-Moments (HOSKING, 1990). Para a distribuição Gumbel ainda foram ajustados os parâmetros pelo método de Chow (BACK, 2013), totalizando sete distribuições para cada série de dados.

Para testar a aderência das séries às distribuições teóricas ajustadas, foram usados os testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS) (KITE, 1978), Anderson-Darling (AD) (BESKOW et al., 2015) e R de Filliben (RF) (FILLIBEN, 1975). Para avaliar a qualidade do ajuste ainda foi considerado o erro padrão

de estimativa (EP), conforme descrito em Kite (1978). A seleção da melhor distribuição de probabilidades foi realizada pelo ranqueamento das distribuições, com valores de 1 a 7, em que os menores valores de KS, AD, EP e os maiores valores de RF recebem o menor escore. Dessa forma, cada série pode receber o escore variando de 4 a 28, sendo selecionada a distribuição com o menor escore global. Com a melhor distribuição de probabilidades foram estimadas as chuvas máximas diárias para período de retorno de 10 anos.

Para avaliar a variação espacial da chuva extrema diária, foi gerado o mapa de chuva máxima diária com o uso do ArcGIS 10.2.1 – *Spatial Analyst*, que fornece um conjunto de ferramentas para modelagens espaciais. Após a modelagem, foram obtidas as médias dos valores para cada município por meio da ferramenta *Zonal Statistics*, cruzando as informações espaciais entre o *shapefile* dos municípios e o *raster* resultado da Krigagem.

Resultados e discussão

Na Figura 2, pode-se visualizar a distribuição espacial das chuvas extremas diárias com período e retorno de 10 anos no estado de Santa Catarina, em que os valores variam de 100 a 160mm. Este é o período de retorno recomendado para dimensionamento de obras de conservação do solo e água, não só no

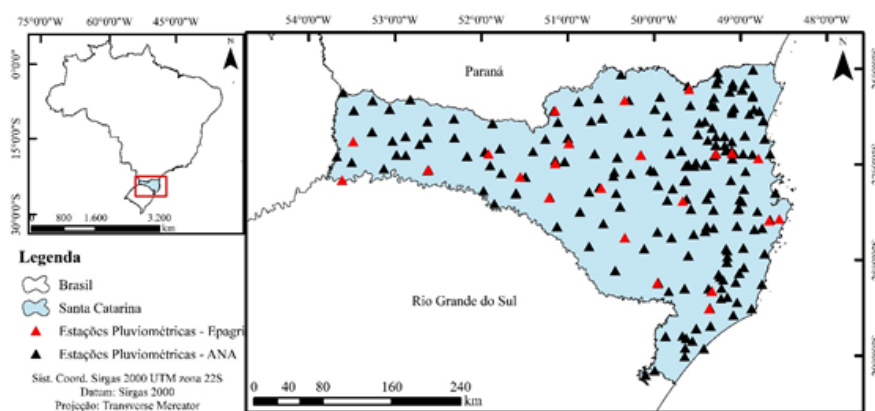


Figura 1. Distribuição espacial das 162 estações pluviométricas séries de dados superior a 30 anos, localizadas no estado de Santa Catarina, Brasil

Figure 1. Spatial distribution of 162 pluviometric stations data series over 30 years, located in the state of Santa Catarina, Brazil

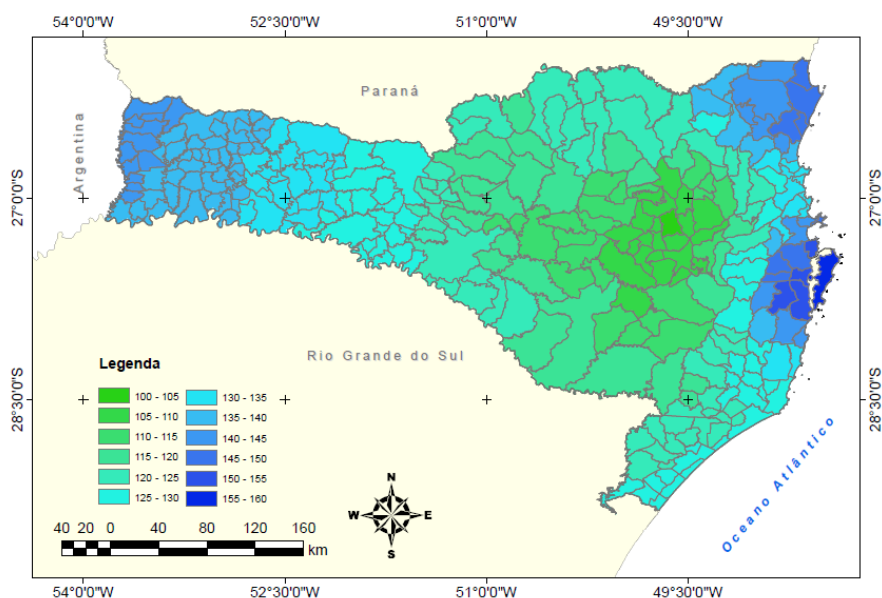


Figura 2. Chuva máxima diária com período de retorno de 10 anos para o estado de Santa Catarina, estimada com base em 162 estações pluviométricas com séries de dados superior a 30 anos

Figure 2. Maximum daily rainfall with a return period of 10 years for the state of Santa Catarina, estimated based on 162 rainfall stations with data series over 30 years

Brasil (CRUCIANI, 1989; DE MARIA et al., 2016) como em vários outros países (KESSLER & RAAD, 1978; SCHWAB et al., 1981; RAMIREZ CRUZ et al., 2015).

Pode-se observar uma variação espacial relativamente bem definida, com valores maiores no Extremo Oeste e na região do litoral, especialmente na região de Florianópolis, e menores no Alto Vale do Itajaí. Resultados semelhantes foram descritos por Back et al. (2016). Essa distribuição de chuvas máximas está de acordo com a variação espacial de chuvas médias anuais no Estado, descritas em vários trabalhos (BACK, 2001; COAN et al., 2014; BACK & POLETO, 2018; e GOTARDO et al., 2018). A variação espacial das chuvas no estado de Santa Catarina é explicada principalmente pela atuação diferenciada das massas de ar e, também, devido ao relevo (ORSELLI, 1991; MONTEIRO & FURTADO, 1995; MONTEIRO, 2001; REBIOTA et al., 2010). As regiões Nordeste e Leste também foram marcadas por altos índices pluviométricos devido às condições geomorfológicas que favorecem a ocorrência de chuvas orográficas

(MONTEIRO, 2001).

As perdas de solo por erosão dependem de cinco fatores principais: fator chuva - R (Erosividade da chuva); fator solo - K (erodibilidade do solo); fator topografia - LS (comprimento e inclinação do terreno); fator cultivo e manejo do solo - C; e, fator práticas conservacionistas - P (LAFLEN & MOLDENHAUER, 2003). Na inter-relação desses fatores, o potencial erosivo da chuva e as características topográficas da área constituem o componente energético capaz de produzir erosão; por isso o princípio básico do controle da erosão hídrica está associado à dissipação da energia cinética da gota da chuva e à redução da energia cinética cisalhante da enxurrada (DENARDIN et al., 2005). Para o controle da enxurrada é imperativo o uso de práticas mecânicas, em especial o terraço, cujas dimensões devem estar relacionadas à ocorrência de chuvas intensas em cada local específico de uso. Os resultados obtidos neste estudo mostram que na região do Extremo Oeste de Santa Catarina ocorrem eventos extremos com maior frequência, e assim as dimensões

das estruturas de captação e armazenamento de água, tais como terraços e canais de drenagem, devem ser maiores quando comparadas àquelas das regiões do Alto Vale e Planalto Serrano.

Na Tabela 1 constam os valores médios de chuvas máximas diárias anuais com período de retorno de 10 anos por município de Santa Catarina para uso em projetos de conservação do solo e da água. Os valores variam de 104,9 a 157,1mm. Os valores foram obtidos por geoprocessamento e, assim, são influenciados pelos valores observados nas estações pluviométricas próximas. Essa espacialização tem a vantagem de obter um valor prático a ser usado em municípios sem estações pluviométricas. Nos municípios em que existe mais de uma estação, como, por exemplo, Blumenau e Joinville, o uso do valor médio permite usar um valor único representativo do município.

Para dimensionamento de terraços em gradiente é recomendado o uso da intensidade da chuva com duração de 15 minutos e período de retorno de 10 anos. Para chuvas de menor duração pode-se utilizar os métodos de desagregação da chuva diária em chuva de menor duração (CETESB, 1986; BACK et al., 2013) ou por relações empíricas obtidas desses coeficientes. Dessa forma a chuva com duração de 15 minutos é obtida multiplicando-se a chuva máxima diária por um coeficiente que depende das relações entre as durações observadas. Para as relações médias observadas no Brasil (CETESB, 1986) esse coeficiente é 0,248, já para as relações médias observadas em Santa Catarina (BACK, 2013) esse coeficiente é 0,222. Na Tabela 1 constam os valores médios de intensidade da chuva com duração de 15 minutos e período de retorno de 10 anos aplicando-se o método das relações entre durações observadas em Santa Catarina. Os valores de intensidade da chuva com duração de 15 minutos e período de retorno de 10 anos variam de 93,2 a 135,5mm h⁻¹. Esse procedimento pode ser aplicado a outros períodos de retorno e/ou outras durações obtendo-se as respectivas intensidades. ▶

Tabela 1. Altura da chuva máxima diária (P_{1dia}) e intensidade da chuva máxima com duração de 15 minutos (I_{15}) para período de retorno de 10 anos para os municípios catarinenses

Table 1. Height of maximum daily rainfall (P_{1day}) and intensity of maximum rainfall lasting 15 minutes (I_{15}) for a 10-year return period for the municipalities of Santa Catarina

Município	P_{1dia} (mm)	I_{15} (mm h ⁻¹)	Município	P_{1dia} (mm)	I_{15} (mm h ⁻¹)
Abdon Batista	123,3	109,5	Bom Jardim Da Serra	118,1	104,9
Abelardo Luz	132,0	117,2	Bom Jesus	131,6	116,9
Agrolândia	108,9	96,7	Bom Jesus do Oeste	138,1	122,7
Agronômica	105,7	93,9	Bom Retiro	112,7	100,1
Água Doce	125,8	111,7	Bombinhas	147,1	130,6
Águas de Chapecó	135,8	120,5	Botuverá	117,7	104,5
Águas Frias	135,2	120,0	Braço do Norte	125,2	111,2
Águas Mornas	143,5	127,5	Braço do Trombudo	108,7	96,6
Alfredo Wagner	116,3	103,3	Brunópolis	115,9	103,0
Alto Bela Vista	127,5	113,2	Brusque	127,0	112,8
Anchieta	139,9	124,2	Caçador	118,6	105,3
Angelina	130,0	115,4	Caibi	136,2	120,9
Anita Garibaldi	122,7	108,9	Calmon	118,9	105,6
Anitápolis	126,1	112,0	Camboriú	131,7	116,9
Antônio Carlos	149,1	132,4	Campo Alegre	139,0	123,4
Apiúna	108,0	95,9	Campo Belo do Sul	120,2	106,7
Arabutã	129,4	114,9	Campo Erê	139,8	124,2
Araquari	146,9	130,4	Campos Novos	122,6	108,8
Araranguá	125,7	111,7	Canelinha	134,5	119,4
Armazém	126,6	112,4	Canoinhas	122,2	108,5
Arroio Trinta	122,1	108,4	Capão Alto	119,0	105,7
Arvoredo	130,8	116,2	Capinzal	126,4	112,3
Ascurra	110,7	98,3	Capivari de Baixo	127,2	113,0
Atalanta	108,1	96,0	Catanduvas	126,3	112,2
Aurora	105,1	93,3	Caxambu do Sul	135,4	120,2
Bal. Arroio do Silva	126,0	111,9	Celso Ramos	124,2	110,2
Bal. Barra do Sul	147,4	130,9	Cerro Negro	120,5	107,0
Balneário Camboriú	131,7	116,9	Chapadão do Lageado	108,4	96,3
Balneário Gaivota	125,9	111,8	Chapecó	132,2	117,4
Balneário Piçarras	134,0	119,0	Cocal do Sul	124,0	110,2
Balneário Rincão	125,8	111,7	Concórdia	128,2	113,9
Bandeirante	141,0	125,2	Cordilheira Alta	133,2	118,3
Barra Bonita	139,5	123,9	Coronel Freitas	134,5	119,4
Barra Velha	138,0	122,6	Coronel Martins	135,8	120,6
Bela Vista do Toldo	122,0	108,3	Correia Pinto	114,7	101,8
Belmonte	141,0	125,2	Corupá	129,7	115,1
Benedito Novo	113,3	100,6	Criciúma	123,7	109,9
Biguaçu	149,8	133,0	Cunha Porã	137,3	121,9
Blumenau	120,2	106,7	Cunhataí	135,8	120,6

Continua....

Tabela 1. Continuação

Município	P _{1dia} (mm)	I ₁₅ (mm h ⁻¹)	Município	P _{1dia} (mm)	I ₁₅ (mm h ⁻¹)
Bocaina do Sul	109,6	97,3	Ipuaçu	133,5	118,6
Curitibanos	114,1	101,3	Ipumirim	130,2	115,6
Descanso	139,5	123,9	Iraceminha	138,5	123,0
Dionísio Cerqueira	141,1	125,3	Irani	127,7	113,4
Dona Emma	107,5	95,5	Irati	136,2	120,9
Doutor Pedrinho	115,4	102,5	Irineópolis	119,4	106,1
Entre Rios	134,2	119,1	Itá	129,3	114,8
Ermo	124,7	110,7	Itaiópolis	120,7	107,2
Erval Velho	123,5	109,7	Itajaí	130,9	116,2
Faxinal dos Guedes	131,1	116,4	Itapema	132,5	117,6
Flor do Sertão	138,9	123,3	Itapiranga	139,6	124,0
Florianópolis	157,2	139,6	Itapoá	145,9	129,6
Formosa do Sul	135,8	120,6	Ituporanga	106,8	94,9
Forquilha	123,2	109,4	Jaborá	127,2	112,9
Fraiburgo	115,5	102,6	Jacinto Machado	124,9	110,9
Frei Rogério	113,6	100,8	Jaguaruna	125,4	111,4
Galvão	136,0	120,8	Jaraguá do Sul	136,1	120,8
Garopaba	141,6	125,8	Jardinópolis	135,6	120,4
Garuva	144,4	128,2	Joaçaba	125,2	111,1
Gaspar	124,0	110,1	Joinville	144,4	128,2
Gov. Celso Ramos	151,2	134,3	José Boiteux	109,0	96,8
Grão Pará	120,5	107,0	Jupia	137,0	121,6
Gravatal	127,3	113,1	Lacerdópolis	125,4	111,3
Guabiruba	120,4	106,9	Lages	116,6	103,6
Guaraciaba	141,0	125,2	Laguna	129,6	115,1
Guaramirim	144,6	128,4	Lajeado Grande	132,9	118,0
Guarujá do Sul	141,1	125,3	Laurentino	106,4	94,5
Guatambu	134,3	119,2	Lauro Muller	119,6	106,2
Herval D'Oeste	123,0	109,2	Lebon Régis	115,5	102,6
Ibiam	120,2	106,7	Leoberto Leal	116,7	103,6
Ibicaré	122,4	108,7	Lindóia Do Sul	129,4	114,9
Ibirama	106,9	94,9	Lontras	105,2	93,4
Içara	124,8	110,8	Luiz Alves	134,5	119,5
Ilhota	129,1	114,6	Luzerna	124,6	110,6
Imaruí	131,3	116,6	Macieira	122,9	109,1
Imbituba	134,4	119,4	Mafra	122,5	108,8
Imbuia	109,7	97,5	Major Gercino	126,7	112,6
Indaial	114,8	101,9	Major Vieira	123,1	109,3
Iomerê	121,0	107,5	Maracajá	125,2	111,2
Ipira	126,9	112,7	Maravilha	138,0	122,5
Iporã do Oeste	139,4	123,8	Marema	134,0	119,0

Continua... ▶

Tabela 1. Continuação

Município	P _{1dia} (mm)	I ₁₅ (mm h ⁻¹)	Município	P _{1dia} (mm)	I ₁₅ (mm h ⁻¹)
Massaranduba	135,6	120,4	Ponte Alta	111,7	99,2
Matos Costa	120,4	106,9	Ponte Alta do Norte	114,2	101,4
Meleiro	123,5	109,7	Ponte Serrada	128,1	113,7
Mirim Doce	111,9	99,3	Porto Belo	141,1	125,3
Modelo	136,8	121,5	Porto União	120,0	106,6
Mondai	137,9	122,4	Pouso Redondo	109,7	97,4
Monte Carlo	114,9	102,1	Praia Grande	125,7	111,7
Monte Castelo	121,1	107,6	Pres. Castello Branco	126,9	112,7
Morro da Fumaça	124,2	110,3	Presidente Getúlio	106,6	94,7
Morro Grande	121,9	108,3	Presidente Nereu	107,5	95,5
Navegantes	133,7	118,8	Princesa	141,2	125,4
Nova Erechim	135,7	120,5	Quilombo	134,9	119,8
Nova Itaberaba	135,1	120,0	Rancho Queimado	128,2	113,8
Nova Trento	124,3	110,4	Rio das Antas	119,4	106,0
Nova Veneza	121,3	107,7	Rio do Campo	113,7	100,9
Novo Horizonte	136,9	121,6	Rio do Oeste	107,9	95,8
Orleans	120,5	107,0	Rio do Sul	105,0	93,2
Otacílio Costa	109,3	97,1	Rio dos Cedros	123,1	109,3
Ouro	126,6	112,4	Rio Fortuna	122,6	108,8
Ouro Verde	131,3	116,6	Rio Negrinho	122,7	109,0
Paial	130,6	116,0	Rio Rufino	111,2	98,7
Painel	113,9	101,1	Riqueza	138,1	122,6
Palhoça	155,0	137,6	Rodeio	113,2	100,5
Palma Sola	141,2	125,4	Romelândia	139,4	123,8
Palmeira	111,2	98,7	Salete	112,3	99,8
Palmitos	135,8	120,6	Saltinho	138,1	122,7
Papanduva	122,0	108,3	Salto Veloso	122,9	109,1
Paraíso	141,4	125,5	Sangão	124,8	110,8
Passo de Torres	125,8	111,7	Santa Cecília	115,9	103,0
Passos Maia	128,8	114,4	Santa Helena	140,5	124,7
Paulo Lopes	142,8	126,8	Santa Rosa de Lima	123,1	109,3
Pedras Grandes	125,1	111,1	Santa Rosa do Sul	125,8	111,7
Penha	133,8	118,8	Santa Terezinha	119,8	106,4
Peritiba	127,1	112,8	Santa Ter. do Progresso	138,4	122,9
Pescaria Brava	129,4	115,0	Santiago do Sul	135,6	120,4
Petrolândia	108,5	96,3	S. Amaro da Imperatriz	151,6	134,6
Pinhalzinho	135,7	120,5	São Bento do Sul	135,6	120,5
Pinheiro Preto	119,2	105,9	São Bernardino	138,7	123,2
Piratuba	127,2	112,9	São Bonifácio	136,0	120,8
Planalto Alegre	135,3	120,1	São Carlos	135,8	120,6
Pomerode	123,0	109,3	São Cristóvão do Sul	113,5	100,8

Continua....

Tabela 1. Continuação

Município	P _{1dia} (mm)	I ₁₅ (mm h ⁻¹)	Município	P _{1dia} (mm)	I ₁₅ (mm h ⁻¹)
São Domingos	134,9	119,8	Timbé do Sul	122,3	108,6
São Francisco do Sul	147,4	130,9	Timbó	117,2	104,0
São João Batista	138,4	122,9	Timbó Grande	119,1	105,8
São João do Itaperiú	141,1	125,3	Três Barras	122,9	109,2
São João do Oeste	139,1	123,5	Treviso	119,9	106,5
São João do Sul	125,8	111,7	Treze de Maio	124,7	110,8
São Joaquim	116,9	103,8	Treze Tilias	123,2	109,4
São José	152,9	135,7	Trombudo Central	106,5	94,5
São José do Cedro	141,3	125,4	Tubarão	126,2	112,1
São José do Cerrito	116,9	103,8	Tunápolis	140,0	124,3
S. Lourenço do Oeste	137,7	122,3	Turvo	123,8	109,9
São Ludgero	125,4	111,3	União do Oeste	135,2	120,0
São Martinho	128,0	113,7	Urubici	114,9	102,0
S. Miguel da Boa Vista	137,8	122,4	Urupema	112,5	99,9
São Miguel do Oeste	140,7	125,0	Urussanga	123,4	109,6
São Pedro de Alcântara	148,5	131,8	Vargeão	130,9	116,2
Saudades	135,8	120,6	Vargem	119,8	106,4
Schroeder	143,7	127,6	Vargem Bonita	126,7	112,5
Seara	130,4	115,8	Vidal Ramos	110,4	98,1
Serra Alta	137,7	122,2	Videira	119,6	106,2
Siderópolis	120,8	107,2	Vitor Meireles	115,2	102,3
Sombrio	125,9	111,8	Witmarsum	110,1	97,8
Sul Brasil	136,5	121,2	Xanxerê	131,6	116,9
Taió	111,3	98,8	Xavantina	130,7	116,0
Tangará	119,0	105,7	Xaxim	132,2	117,4
Tigrinhos	137,8	122,4	Zortéa	125,2	111,2
Tijucas	140,0	124,4			

Conclusões

A espacialização dos valores de chuva máxima diária com período de retorno de 10 anos mostrou maiores valores nas regiões do Extremo Oeste catarinense e Litoral Centro e Norte, e menores valores no Alto Vale do Itajaí.

A chuva máxima diária média por município catarinense apresentou valores variando de 104,9 a 157,1mm.

A intensidade da chuva com duração de 15 minutos e período de retorno de 10 anos varia de 93,2 a 139,5mm h⁻¹.

Referências

Agência Nacional de Águas. Hidroweb: sistemas de informações hidrológicas. 2020. Available at: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Access on: Jun. 24, 2020.

ALMEIDA, C.O.S.; AMORIM, R.S.S.; ELTZ, F.L.F.; COUTO, E.G.; JORDANI, S.A. Erosividade da chuva em municípios do Mato Grosso: Distribuição sazonal e correlações com dados pluviométricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n. 2, p.142- 152, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000200003>.

ALVES SOBRINHO, T.; PERTUSSATTI, C.A.; REBUCCI, L.C.S.; OLIVEIRA, P.T.S. de. **Estimativa da erosividade local das chuvas, utilizando redes neurais artificiais**. Revista Ambiente & Água, v.6, n. 2, p.246-254, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.197>

ASAE Standards. S268.5 JAN2012. Design, Layout, Construction and Maintenance of Terrace Systems. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, Michigan. 2012. 10p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 2012. 335p. ▶

- BACK, Á.J.; POLETO, C. Distribuição espacial e temporal da erosividade das chuvas no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p.381-403, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.56914>
- 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, Epagri. 2013. 193p.
- BACK, Á.J. Frequência de chuvas em Santa Catarina. **Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.7, n.2, p. 63-72, 2001.
- BACK, Á.J.; MIGUEL, L.P.; ZAMBRANO, G.J.D.; LADWIG, N.I. Variação espacial da chuva máxima diária no estado de Santa Catarina. **Revista Iniciação Científica**, Criciúma, v. 14, n. 1, p.59-72. 2016.
- BESKOW, S.; CALDEIRA, T.L.; MELLO, C.R., FARIA L.C.; GUEDES, H.A.S. Multi-parameter probability distributions for heavy rainfall modeling in Extreme Southern Brazil. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v.4, p.123-133, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.06.007>
- CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Drenagem urbana: manual de projetos**. São Paulo. DAEE/CETESB, 1986. 466p.
- COAN, B.D.P.; BACK, Á.J.; BONETTI, A.V. Precipitação mensal e anual provável no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, p. 122- 142, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v15i0.38348>
- CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. São Paulo: Ed. Nobel, 1989. 337 p.
- DE MARIA, I.C.; DRUGOWICH, M.I.; BORTOLETTI, J.O.; VITTI, A.C.; ROSSETTO, R.; FONTES, J.L.; TCATCHENCO, J.; MARGATHO, S.F. **Recomendações gerais para a conservação do solo na cultura da cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, Campinas, 2016. 100p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 216).
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R. A.; FLORES, C.A.; FERREIRA, T.N.; CASSOL, E.A.; MONDARDO, A.; SCHWARZ, R.A. Energia da gota de chuva e da enxurrada. In: DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FLORES, C.A.; FERREIRA, T.N.; CASSOL, E.A.; MONDARDO, A.; SCHWARZ, R.A. **Manejo da enxurrada em Sistema Plantio Direto**. Porto Alegre: Fórum Estadual de Solo e Água, 2005. p.37-42.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri. Documentos, 310).
- FILLIBEN, J.J. The probability plot correlation coefficient test for normality. **Technometrics**. v.17, p.11-117, 1975.
- GRIEBELER, N.P.; PRUSKI, F.F.; MARTINS JUNIOR, D.; SILVA, D.D. Avaliação de um modelo para a estimativa da lâmina máxima de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.411-417, 2001.
- GOTARDO, R.; PIAZZA, G.A.; TORRES, E.; SEVERO, D.L.; KAUFAMANN, V. Distribuição espacial e temporal das chuvas no estado de Santa Catarina. **Geosul**, Florianópolis, v.33, n.67, p.253-276, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n67p253>
- HOSKING, J.R.M. L-moments: Analysis and Estimation of Distributions using Linear Combinations of Order Statistic. **Journal of the Royal Statistical Society Series B**, v.52, n.1, p.105-124, 1990.
- KESSLER, J.; RAAD, S.J. Análisis de dados pluviométricos. In: INTERNATIONAL FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT. **Principios y aplicaciones del drenaje**. Wagenin-gen, 1978. Publication 16, v.3, p.16-57.
- KITE, G.W. **Frequency and risk analyses in Hydrology**. Water Resources publications. Colorado. 1978. 224 p.
- LAFFLEN, J.M.; MOLDENHAUER, W.C. **Pioneering Soil Erosion Prediction: the USLE Story**. WASWC, Thailand, 2003. 54p. (WASWC Special Publication n.1).
- MARQUES, R. F. DE PV.; MELLO, C.R.; SILVA, A. M.; CAMILA SILVA FRANCO, C.S.; OLIVEIRA, A.S. Desempenho de distribuições de probabilidades aplicadas a eventos extremos de precipitação diária. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.38, n.4, p.335-342, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000400003>.
- MARRA, F.; MORIN, E.; PELEG, N.; MEI, Y.; ANAGNOSTOU, E.N. Intensity-duration-frequency curves from remote sensing rainfall estimates: comparing satellite and weather radar over the eastern Mediterranean. **Hydro. Earth Syst. Sci.**, v. 21, n.5, p. 2389-2404, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-21-2389-2017>
- MISTRY, P. B.; SURYANARAYANA, M. V. Estimation of Annual One Day Maximum Rainfall using Probability Distributions for Waghodia Taluka, Vadodara. **Global Research and Development Journal for Engineering**, p.296-300, 2019.
- MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, Florianópolis, v. 16, n.31, p. 69-78, 2001.
- MONTEIRO, M.A.; FURTADO, S.M.de A. O clima no trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Geosul**, n.19/20, p.116 – 133, 1995.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p.
- ORSELLI, L. Clima. In: **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento, 1991. 96p.
- RAMIREZ CRUZ, H.; VELASCO, O. L.; CASTILLO, L.A.I. Estimación mensual de intensidad de la lluvia en 30 minutos a partir de datos pluviométricos. **Terra Latinoamericana**, v.33, n.2, p.151-1159, 2015.
- REBOITA, M. S.; GAN, M. A, ROCHA, R. P.; AMBRIZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n. 2, p.185-204, 2010.
- SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; DMINSTER, T.W. & BARNES, K.K. **Soil and water conservation engineering**. 2. ed. New York: John Wiley, 1966. 683p. (The Ferguson Foundation Agricultural Engineering Series). ■