

# Análise de chuvas intensas visando ao dimensionamento de estruturas de conservação do solo em Chapecó, SC

Álvaro José Back<sup>1</sup>, Leandro do Prado Wildner<sup>2</sup> e Juliano Gonçalves Garcez<sup>3</sup>

**Resumo** – As práticas mecânicas ou obras hidráulicas fazem parte dos princípios do manejo conservacionista do solo e são dimensionadas em função de alguns fatores, entre eles, as características da chuva local. Nesse sentido, este trabalho buscou analisar os dados de chuva intensa visando subsidiar o dimensionamento de projetos de conservação do solo na região de Chapecó, SC. Utilizou-se como base a série histórica de precipitação diária obtida na estação pluviométrica de Chapecó. Foram ajustados os parâmetros da distribuição de Gumbel-Chow com base na série histórica de chuvas máximas anuais para o período de 1973 a 2016. A partir da desagregação das chuvas máximas diárias, procedeu-se o ajuste da equação de chuvas intensas. Observou-se que há maior frequência de eventos extremos de chuva no outono, e menor no verão. A chuva máxima diária, com período de retorno de 10 anos adotada como critério para o dimensionamento de terraços em nível foi 146,9mm; já para terraços de drenagem, adotou-se a intensidade da chuva máxima de 141,9mm h<sup>-1</sup>, com duração de 15 minutos e período de retorno de 10 anos.

**Termos para indexação:** terraços; drenagem agrícola; erosão; hidrologia.

## Analysis of intense rains aiming to dimension soil conservation structures for Chapecó region, SC

**Abstract** – Mechanical practices or hydraulic works are part of the principles of the conservationist management of soil and are tailored depending on several factors, among them the characteristics of the local rainfall. This work aims to analyze the data of heavy rain to support the dimensioning of soil conservation projects in the region of Chapecó, Santa Catarina. The historical series data of daily precipitation obtained in Chapecó rainfall station was used. The parameters of the Gumbel-Chow distribution were adjusted based on the historical series of maximum annual rainfall for the period from 1973 to 2016. From the breakdown of the maximum daily rainfall, the intense rainfall equation was adjusted. It was noted that there is a higher frequency of extreme rainfall events in autumn and a lower one during summer. The maximum daily rainfall, with a return period of 10 years, to be adopted as a criterion for level terracing dimensioning was 146.9mm. For drainage terraces, the maximum rainfall intensity lasting 15 minutes and with a return period of 10 years was assumed to be 141.9mm h<sup>-1</sup>.

**Index terms:** terraces; agricultural drainage; erosion; hydrology.

## Introdução

A erosão do solo é um dos maiores problemas ambientais, sendo responsável pela perda de áreas agricultáveis, poluição de recursos hídricos, assoreamento de rios e reservatórios de barragens (BACK & POLETO, 2019).

A chuva constitui-se num dos componentes energéticos capazes de causar erosão. Quando aliado a condições de baixa infiltração de água no solo, a comprimentos excessivos de rampa e a declividades elevadas do terreno, é capaz de produzir erosão por meio do

escoamento de grandes volumes de água superficial, tendo como resultado a abertura de sulcos em áreas cultivadas (DENARDIN et al., 2003). Alertas e denúncias a respeito dessa situação tem sido realizadas desde o início dos anos 2000 (DENARDIN et al., 2003), mas com maior intensidade desde 2011 (CASSOL, 2011a; CASSOL, 2011b; DENARDIN et al., 2014; PEROZZA, 2015).

As práticas de conservação do solo para controle da erosão são baseadas na redução do impacto da gota de chuva no solo e no aumento da infiltração de água, com consequente diminuição do escoamento superficial. Entre essas

práticas, pode-se destacar a semeadura direta, adubação verde e cobertura do solo, rotação de culturas e cultivo em faixas. No entanto, em regiões com ocorrência de chuvas intensas, deve-se fazer uso de práticas mecânicas de controle de erosão. Macedo et al. (2009) afirmam que para começar a proteger o solo devidamente, deve-se criar uma mentalidade conservacionista. Destaca-se a necessidade de manter o solo coberto o máximo de tempo possível e também adotar práticas que mantenham ou elevem a capacidade de infiltração de água com o objetivo de reduzir o escoamento superficial. ►

Recebido em 19/6/19. Aceito para publicação em 6/8/2019.

<http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.14>

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rod. SC 108 N°1563, km 353, Bairro da Estação, 88.840-000, Urussanga, SC, e-mail: [ajb@epagri.sc.gov.br](mailto:ajb@epagri.sc.gov.br).

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, Serv. Ferdinando Tusset, S/N, Bairro São Cristóvão, Chapecó, SC. C.P. 791, 89803-904, e-mail: [lpwild@epagri.sc.gov.br](mailto:lpwild@epagri.sc.gov.br).

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Epagri/Escritório Municipal de Caxambu do Sul, Av. Getúlio Vargas, 775, Caxambu do Sul, SC, e-mail: [julianogarcez@epagri.sc.gov.br](mailto:julianogarcez@epagri.sc.gov.br).

O terraceamento destaca-se como prática mecânica de comprovada eficiência no controle da erosão e redução das perdas de solo e água em terras cultivadas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012). A sua função principal é reduzir o escoamento superficial (evitando a formação de fluxos concentrados) e a erosão (com formação de sulcos). Canais escoadouros, bacias de captação de águas pluviais, canais para escoamento da drenagem de estradas rurais também são práticas destinadas ao controle de erosão e conservação do solo e água. O dimensionamento dessas estruturas requer informações específicas acerca das chuvas intensas do local, caracterizadas pela duração, intensidade e frequência.

De acordo com a função que desempenham, os terraços podem ser classificados em: de infiltração ou retenção (em nível) e de drenagem (ou com gradiente). Para cada tipo de terraço existem diferentes critérios de dimensionamento. Nos terraços de drenagem, é necessário conhecer a vazão máxima da enxurrada, estimada pelo Método Racional, usando a chuva com duração igual ao tempo de concentração. De Maria et al. (2018) recomendam a chuva máxima com duração de 15 minutos. Já os terraços em nível são dimensionados para conter ou armazenar o volume do escoamento superficial gerado por uma chuva com duração de um dia ou 24 horas (ASAE, 2012).

O período de retorno está relacionado ao risco e custo da obra. Em projetos de sistemas de conservação de solos e drenagem de superfície de área agrícolas é comum a adoção de período de retorno que varia de 5 a 20 anos (GRIEBELER et al., 2001; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012; DE MARIA et al., 2016).

A intensidade da chuva varia com a duração e o período de retorno, e essas relações podem ser expressas por meio da equação de chuvas intensas. Vários autores destacam a necessidade de estabelecer e atualizar as relações intensidade-duração-frequência (IDF) (BERNE et al., 2004; ARAGÃO et al., 2013; SILVA & ARAUJO, 2013) para cada região de estudo.

Pruski et al. (1997) desenvolveram um método baseado em fundamentos físicos para determinar a lâmina máxima de escoamento superficial. A apli-

cação desse método exige o conhecimento da equação de chuvas intensas ajustadas para o local.

O conhecimento da época de ocorrência das chuvas extremas, por sua vez, pode auxiliar no planejamento das atividades e na definição das práticas de manejo do solo. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar os dados de chuvas intensas de Chapecó, SC, visando gerar informações para o dimensionamento de estruturas de controle de erosão, comumente denominadas como terraços.

## Material e métodos

Neste estudo utilizou-se da série histórica de chuvas diárias da estação pluviométrica do Centro de Pesquisas para Agricultura Familiar (Cepaf) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizado em Chapecó, SC (latitude 27,10°S, longitude 52,64°W). Com relação ao período, adotou-se o intervalo de tempo compreendido entre os meses de junho de 1973 e novembro de 2016.

Foi determinada a série de chuvas máximas diárias anuais considerando o ano hidrológico de julho a junho do ano seguinte, assim como as estatísticas descritivas e o mês de ocorrência das chuvas máximas anuais. Também foi obtido o número mensal de ocorrências de chuvas diárias acima de 100mm.

Para a estimativa da chuva máxima com determinado período de retorno, foi ajustada a distribuição de Gumbel-Chow (BACK, 2013), que tem como função cumulativa de probabilidade:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\alpha(X - \beta))) \quad (1)$$

Em que  $\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros da distribuição, e  $X$  é o valor da chuva máxima.

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  foram estimados por:

$$\alpha = \frac{\sigma}{S_n} \quad (2)$$

$$\beta = \bar{x} - \alpha Y_n \quad (3)$$

Em que  $Y_n$  e  $S_n$  são respectivamente a média e o desvio padrão da variável reduzida, tabelados em função do tamanho da série de chuvas máximas anuais (BACK, 2013).

A chuva máxima com determinado período de retorno foi estimada por:

$$X_T = \bar{x} + (Y - Y_n) \frac{S}{S_n} \quad (4)$$

Em que  $\bar{X}$  e  $S$  são, respectivamente, a média e o desvio padrão da série de máximas anuais.

Para avaliar o ajuste das distribuições, empregou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), que consiste em comparar a diferença máxima ( $D_{max}$ ) entre as frequências teóricas e as frequências observadas, isto é:

$$D_{max} = \text{Máximo}\{|F_{obs} - F_{teórica}|\} \quad (5)$$

O valor  $D_{max}$  é comparado com o valor crítico ( $D_{crítico}$ ) ao nível de significância de 5%. Para o cálculo da frequência observada, utilizou-se a fórmula de Cunnane (BACK, 2013), que é tida como a mais indicada para a distribuição de Gumbel:

$$F = \frac{i-0,4}{N+0,2} \quad (6)$$

Em que  $F$  é a frequência do evento observado;  $i$  é a posição na série ordenada; e  $N$  é o tamanho da série de dados.

Para a obtenção das intensidades de chuva com duração inferior a chuva máxima de um dia, foi empregado o método da desagregação da chuva diária, usando-se os coeficientes de desagregação da Cetesb (1986) (Tabela 1). Back (2006) e Back et al. (2015) constataram que as relações entre precipitações em Chapecó estão muito próximas das apresentadas pela Cetesb, o que permite o uso desses coeficientes neste trabalho.

Foram ajustados os coeficientes da equação IDF dada por:

$$I = \frac{KT^m}{(t+b)^n} \quad (7)$$

Em que  $I$  é a intensidade máxima média da chuva ( $\text{mm h}^{-1}$ );  $K$ ,  $m$ ,  $b$ ,  $n$  são os coeficientes da equação a serem ajustados;  $T$  é o período de retorno (anos); e  $t$  é a duração da chuva (minutos).

Para o ajuste da equação, utilizou-se a minimização da função  $S$  (BACK, 2013) dada por:

$$S = \sum_{j=1}^n (G_T^j - I_T^j)^2 \quad (8)$$

Em que  $S$  é o somatório do quadrado dos desvios;  $t$  é a duração da chuva (min);  $T$  é o período de retorno (anos);  $G$  é a intensidade da chuva estimada pela distribuição de probabilidade; e  $I$  é a intensidade da chuva estimada pela equação IDF.

Para avaliar a equação, foi calculado o erro padrão de estimativa, dado por:

Tabela 1. Coeficientes de desagregação de chuva diária utilizando o método das relações entre durações

Table 1. Daily rainfall disaggregation coefficients using the method of relationships between durations

Relação entre alturas da chuva	Coefficiente de desagregação
5mim / 30min	0,34
10mim / 30min	0,54
15mim / 30min	0,70
20mim / 30min	0,81
25mim / 30min	0,91
30mim / 1h	0,74
1h / 24h	0,42
6h / 24h	0,72
8h / 24h	0,78
10h / 24h	0,82
12h / 24h	0,85
24h / 1 dia	1,14

Fonte: Cetesb (1986).

$$E_p = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (G_T^j - I_T^j)^2}{n}}$$

## Resultados e discussão

Na série de chuvas máximas anuais, foram considerados 42 valores, havendo um ano com falha nas observações (Figura 1). Os valores variaram de 58,1 a 200,9mm, com média de 104,9mm e desvio padrão de 28,1mm. Os dados apresentam assimetria positiva, com coeficiente de assimetria 1,02, próximo ao valor teórico do coeficiente de 1,1396 da distribuição Gumbel (NAGHETTINI & PINTO, 2007).

Existe maior frequência de ocorrências dos valores extremos de chuva diária nos meses de abril, maio, julho e outubro (Figura 2). Em nove dos 42 anos de observação (21,4%), o evento máximo anual ocorreu no mês de maio, demonstrando ser esse o mês com maior frequência de ocorrência anual de chuvas extremas. Já nos meses de fevereiro e março foi observada a máxima anual somente em um ano (2,4%), e nenhuma vez esse evento ocorreu no mês de janeiro. Considerando as estações do ano, foram observadas duas, vinte, oito e doze ocorrências do evento máximo anual, respectivamente no verão, outono, primavera e inverno. Pelo teste qui-quadrado, constatou-se que existem

diferenças significativas da frequência dos eventos entre as estações do ano ( $p < 0,001$ ).

Da mesma forma, considerando apenas eventos acima de 100mm diários, observa-se predomínio de ocorrências nos meses de maio a julho, bem como em outubro. Essa constatação é importante para o plano de manejo e

conservação do solo na região de estudo e evidencia a necessidade de manter e priorizar a cobertura do solo e outras práticas de conservação do solo nesta época do ano.

Na Figura 3 está representada a aderência da série de chuvas máximas diárias anuais à distribuição Gumbel-Chow ajustada, na qual pode-se constatar visualmente a qualidade do ajuste. O valor Dmax obtido foi 0,0568, inferior ao valor crítico ao nível de significância de 5% ( $D_{crítico} = 0,2050$ ). Esse resultado está de acordo com vários trabalhos que mostram que a distribuição de Gumbel-Chow se ajusta bem às chuvas máximas (OLIVEIRA et al., 2005; OTTEIRO et al., 2018). Embora existam outras distribuições de probabilidade indicadas para chuvas máximas, é difícil afirmar que uma distribuição é superior a outra (EL-SEBAIE, 2012; AL-ANAZI & EL-SEBAIE, 2013). Também deve-se considerar que, para período de retorno inferior ao tamanho da série, várias distribuições apresentam resultados equivalentes, diferenciando-se somente para grandes períodos de retorno, como 500 ou 1.000 anos, comuns para projetos de barragens (ELETROBRAS, 2000) ou pontes (BRASIL, 2005). Para as obras de drenagem agrícola (CRUCIANI, 1989) e

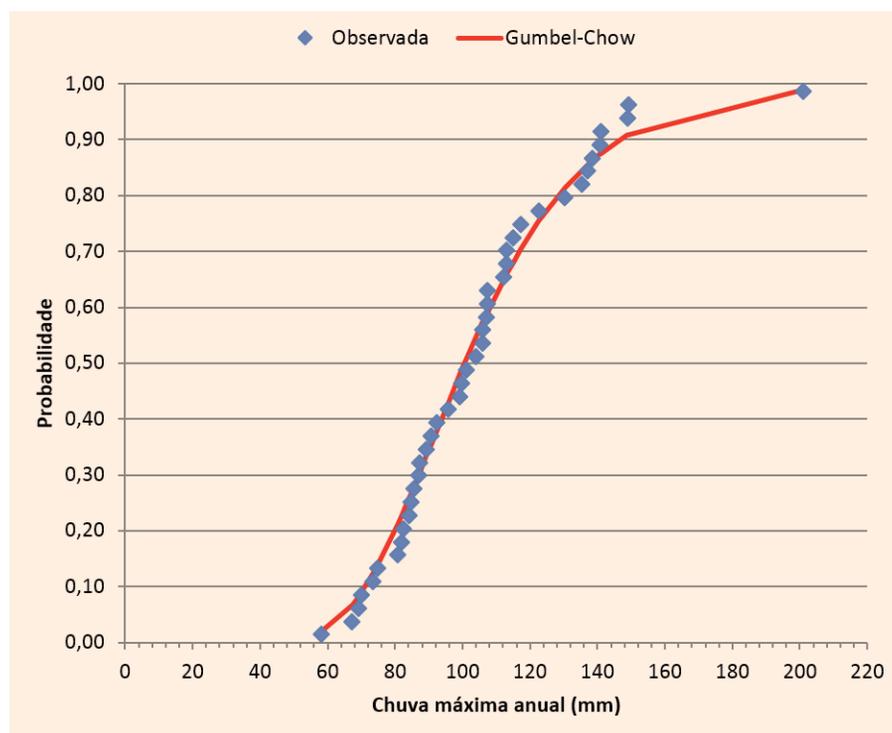


Figura 1. Série de chuvas diárias máximas anuais de Chapecó, SC  
Figure 1. Annual maximum daily rainfall series of Chapecó, SC

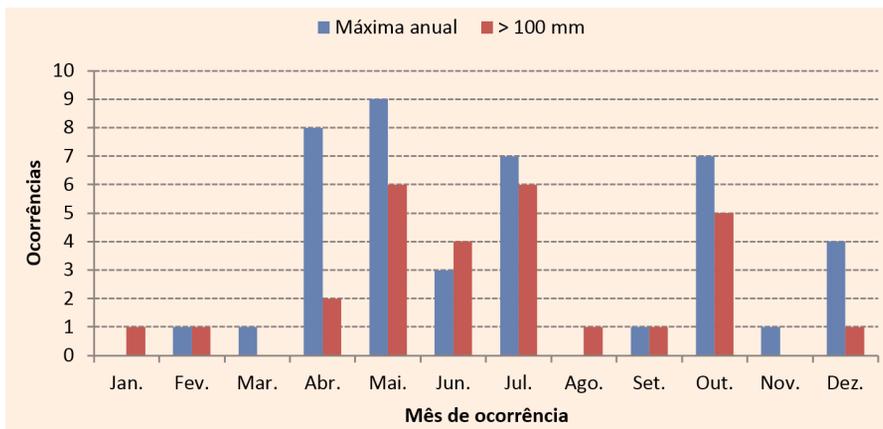


Figura 2. Frequência de ocorrência de chuvas diárias extremas em Chapecó, SC  
 Figure 2. Frequency of extreme daily rainfall in Chapecó, SC

conservação do solo que usam período de retorno de 5 a 20 anos, pode-se empregar a distribuição de Gumbel-Chow com boa segurança.

Na Tabela 2 constam as chuvas máximas estimadas para diferentes períodos de retorno. Nos terraços de infiltração, que são dimensionados com base na chuva máxima diária, é comum o uso da chuva máxima de um dia e período de retorno de 10 anos. Para Chapecó, essa chuva é de 146,9mm. Alguns autores (CETESB, 1986; BACK, 2013; TUCCI, 2013) indicam a chuva máxima com duração de 24 horas, que pode ser obtida multiplicando a chuva de um dia pelo fator 1,14 (Tabela 1), obtendo-se a chuva de 167,5mm. Bertolini et al. (1994)

apresentam o mapa com as isoietas de chuva máxima diária provável com período de retorno de 10 anos para o estado de São Paulo, onde os valores variam de 95 a 115mm. Essas informações inferem que, devido às características das chuvas intensas, os terraços da região de Chapecó necessitam de maior capacidade de armazenamento de água (enxurrada) do que os do estado de São Paulo.

A equação de chuvas intensas obtida para Chapecó foi:

$$I = \frac{991,22T^{0,166}}{(t + 9,8)^{0,724}}$$

Em que I é a intensidade da chuva (mm h<sup>-1</sup>); T é o período de retorno (2 ≤

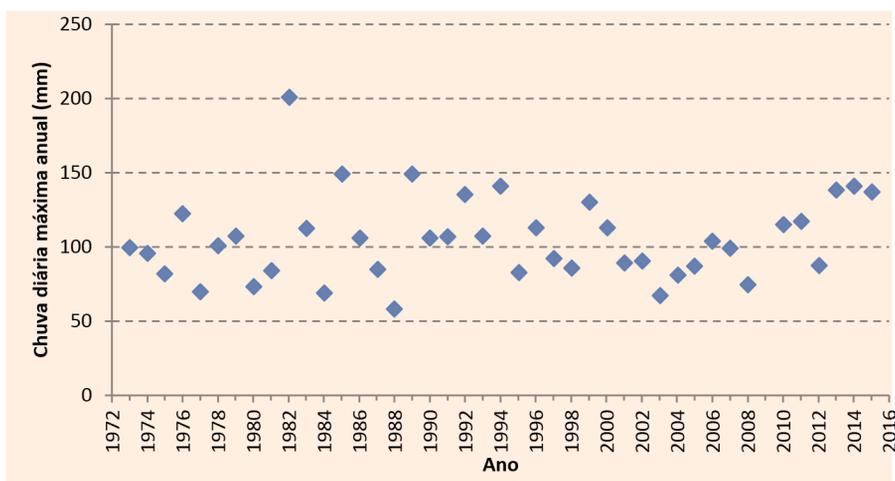


Figura 3. Aderência da série de chuvas máximas diárias de Chapecó à distribuição de Gumbel-Chow  
 Figure 3. Adherence of the maximum daily rainfall series of Chapecó to the distribution of Gumbel-Chow

T ≤ 100 anos); e t é a duração da chuva (5 ≤ t ≤ 1440 minutos). O erro padrão de estimativa foi de 3,54mm h<sup>-1</sup>.

A equação de chuvas intensas é de grande aplicação para o dimensionamento de estruturas de captação e armazenamento do escoamento superficial baseado no Método Racional, permitindo assim o cálculo da intensidade da chuva para cada obra a ser dimensionada.

Para os terraços de drenagem, é comum o emprego da intensidade da chuva com duração de 15 minutos e período de retorno de 10 anos. Para Chapecó a intensidade obtida neste trabalho é de 141,9mm h<sup>-1</sup> (Tabela 3). Bertolini et al. (1994) apresentam o mapa de isoietas de chuva com essa intensidade para São Paulo com valores variando de 112 a 160mm h<sup>-1</sup>.

Back (2006) e Back et al. (2015) estabeleceram as equações de chuvas intensas de Chapecó utilizando a série pluviográfica disponível até então. Back (2013) apresentou equações de chuvas intensas para Chapecó baseada na série pluviométrica de 1973 a 2011. Esses autores estabeleceram curvas IDF múltiplas, com duas ou mais equações distintas, válidas para determinadas faixas de duração de chuva. Esse procedimento pode resultar em menor erro de estimativa e se justifica pelo comportamento diferenciado das chuvas de curta duração (geralmente originadas de processos convectivos da atmosfera) quando comparadas às chuvas de longa duração (típicas das chuvas frontais) (MARTINS et al., 2017). No entanto, o mesmo procedimento cria dificuldade para o uso em rotinas computacionais que estão programadas para uma única equação como é o Terraço for Windows (GRIBELER, et al., 2005). Assim, a equação apresentada neste trabalho, além de atualizada, possibilita a utilização desses programas para dimensionamento dos terraços na região de Chapecó.

## Conclusões

- Os eventos extremos de chuva diária ocorrem com menor frequência no verão e maior no outono e, por isso, deve-se priorizar as práticas de conservação do solo nesta época do ano;

Tabela 2. Chuvas máximas diárias estimadas para Chapecó, SC  
 Table 2. Estimated maximum daily rainfall for Chapecó, SC

T – Período de retorno (anos)	Chuva máxima diária (mm)
2	100,6
5	128,4
10	146,8
15	157,2
20	164,5
25	170,1
50	187,3
100	204,5

• A série de chuvas máximas diárias anuais se ajusta bem à distribuição de Gumbel-Chow;

• A chuva máxima diária com período de retorno de 10 anos, que deve ser usada para dimensionamento de terraços de infiltração na região de Chapecó, é de 146,9mm;

• A intensidade da chuva com duração de 15 minutos e período de

retorno de 10 anos, que deve ser usada para dimensionar terraços em gradiente na região de Chapecó, é de 141,9mm h<sup>-1</sup>;

• A equação de chuvas intensas ajustada para Chapecó possibilita a estimativa da intensidade da chuva com duração de 5 a 1440 minutos e período de retorno de 2 a 100 anos, com erro padrão de estimativa de 3,54mm h<sup>-1</sup>.

## Referências

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

AL-ANAZI, K.K., EL-SEBAIE, I.H. Development of intensity-duration-frequency relationships for Abha city in Saudi Arabia. **International Journal of Computational Engineering Research**, Gandhinagar, v.3. n.10, p.58-65, 2013.

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**, Campina Grande, v.17, n.3, p.243-252, 2013.

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.

Tabela 3. Intensidade da chuva (mm h<sup>-1</sup>) obtida com a equação de chuvas intensas de Chapecó, SC  
 Table 3. Rain intensity (mm h<sup>-1</sup>) obtained from the heavy rainfall equation of Chapecó, SC

Duração (min)	Período de retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
5	158,0	183,9	206,3	220,6	231,4	240,1	269,3	302,1
10	128,0	148,9	167,1	178,7	187,4	194,4	218,1	244,6
15	108,7	126,5	141,9	151,8	159,2	165,2	185,2	207,8
20	95,2	110,7	124,2	132,8	139,3	144,6	162,2	181,9
25	85,0	99,0	111,0	118,7	124,5	129,2	144,9	162,5
30	77,2	89,8	100,7	107,7	113,0	117,2	131,5	147,5
60	51,4	59,8	67,0	71,7	75,2	78,0	87,5	98,2
360	15,4	17,9	20,0	21,4	22,5	23,3	26,2	29,3
480	12,5	14,6	16,3	17,5	18,3	19,0	21,3	23,9
600	10,7	12,4	13,9	14,9	15,6	16,2	18,2	20,4
720	9,4	10,9	12,2	13,1	13,7	14,3	16,0	17,9
1440	5,7	6,6	7,4	8,0	8,4	8,7	9,7	10,9

nópolis, Epagri, 2013. 193p.

BACK, Á.J. Relação Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas de Chapecó, estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.28, n.4, p.575-581, 2006.

BACK, Á.J.; POLETO, C. Análise de erosividade das chuvas. In: POLETO, C. (Org.). **Bacias hidrográficas: modelos e ferramentas**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2019. p.143-174.

BACK, Á.J.; SONEGO, M.; POLA, C.A. Relações IDF de Chapecó-SC atualizada com dados de 1976 a 2014. In. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21, 2015, Brasília, **Anais[...]** ABRH, Porto Alegre, 2015.

BERNE, A.; DELRIEU, G.; CREUTIN, J.D.; OBLED, C. Temporal an spatial resolution of rainfall measurements required for urban hydrology. *Journal of Hydrology*, Iowa, v.299, p.166-179, 2004.

BERTOLINI, D.; CARRARO, E.; LOMBARDI NETO, F.; LEPSCH, I.; MELLO, M.H. de A.; DRUGOWICH, M.I.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BELLINAZZI JÚNIOR, R. Potencialidades agrícolas das terras do estado de São Paulo. In: \_\_\_\_\_ . **Manual Técnico de manejo e conservação do solo e água**. Campinas, 2ª impressão, CATI, 1994. 168p. (Manual Técnico, 39).

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

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudo e Pesquisas Rodoviárias. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. Rio de Janeiro, 2005.133p. (IPR.Publ. 715).

CASSOL, L. C. **O fenômeno voltou – parte 1**. Diário do Sudoeste, Pato Branco, PR, 11 de junho de 2011, Caderno Sudoeste Agropecuário, p.3.

CASSOL, L.C. **O fenômeno voltou – parte II**. Diário do Sudoeste, Pato Branco, PR, 25 de junho de 2011, Caderno Sudoeste Agrope-

cuário, p.3.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Drenagem urbana: manual de projetos**. São Paulo. DAEE/CETESB, 1986. 466p.

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 Agrônomo, Campinas, 2016. 100p. Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 216).

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A.; BERTON, A.L. **Sistema Plantio Direto: com ou sem práticas conservacionistas complementares de manejo da enxurrada?** Boletim Informativo. FEBRAPDP, n.14, 2003. p.6

DENARDIN, J.E.; FAGANELLO, A.; LE-MAINSKI, J. **Erosão anunciada: a chuva voltou e lavou o solo**. Portal Dia de Campo. 2004. Disponível em:<www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=30538&secao = Agrotemas>. Acesso em: 07 de agosto de 2014.

ELETROBRAS. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Centrais Hidrelétricas Brasileiras S.A. - Eletrobrás, 2000. 250p.

EL-SEBAIE, I.H. Developing rainfall intensity-duration-frequency relationship for two regions in Saudi Arabia. *Journal of King Saud University*, v.24, p.131-140. 2012.

GRIEBELER, N.P.; PRUSKI, F.F.; MARTINS JUNIOR, D.; SILVA, D.D. Avaliação de um modelo para a estimativa da lamina máxima de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.411-417, 2001.

GRIEBELER, N.P.; PRUSKI, F.F.; TEIXEIRA, A.F.; OLIVEIRA, L.F.C. Software para o planejamento e a racionalização do uso e sistemas

de terraceamento em nível. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.841-851, 2005.

MACEDO, J.R.; CAPECHE, C.L.; MELO, A.S. **Recomendações de manejo e conservação de solo e água**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 45p.

MARTINS, D.; KRUK,N.S.; MAGNI, N.L. G.;QUEIROZ, P.I.B de. Comparação de duas metodologias de obtenção da equação de chuvas intensas para a cidade de Caraguatuba (SP). **Revista DAE**, p.34-49, 2017.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p.

OLIVEIRA, L.F.C.; CORTÊS, F.C.; WEHR, T.R.; BORGES, L.B.; SARMENTO, P.H. L.; GRIEBELER, N.P. Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.1, p.13-18, 2005.

OTTERO, C.R.; CHARGEL, L.T.; HORA, M.A.G.M. Análise de frequência dos dados pluviométricos observados em 2011 a 2013 na região Serrana do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.33, n.1, p.131-139, 2018.

PEROZZA, S. **Terraços e arados estão voltando?** In: O COOPERALFA, ano XXV, n.317, julho 2015. p.10-11.

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, p.8-12, 1997.

SILVA, R. da S.; ARAÚJO, G.R. de S. Algoritmo para determinação da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.6 n.5, p.1371-1383, 2013.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade: UFRGS:ABRH, 2013. 943p. ■