

# CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DA CHUVA NO BRASIL. I. RIO GRANDE DO SUL<sup>1</sup>

JOSÉ ELOIR DENARDIN<sup>2</sup>, PEDRO LUIZ DE FREITAS<sup>3</sup>, WERNER ARNALDO WÜNSCHE  
e WILMAR WENDT<sup>2</sup>

**RESUMO** - As características fundamentais da chuva (intensidade, tempo de duração e tempo de retorno) de catorze localidades foram relacionadas através do ajustamento de equações matemáticas, objetivando gerar valores pluviométricos representativos para cada localidade, bem como incrementar seu uso em projetos conservacionistas. Cada equação, expressando a intensidade da precipitação em função do tempo de retorno e tempo de duração, foi ajustada pelo método de regressão múltipla linear. Para a determinação do melhor ajustamento, adotou-se o critério do máximo coeficiente de determinação múltipla. Os ajustamentos alcançaram um elevado grau de correlação com os dados de campo, sendo, os valores de F para regressão, significativos ao nível de 1% de probabilidade. Os coeficientes de regressão determinados pelos ajustamentos evidenciaram uma grande variabilidade nos valores de intensidade da chuva de uma localidade para outra, impossibilitando, assim, a generalização de uma única equação para todo o estado.

Termos para indexação: conservação do solo, precipitação pluviométrica.

## FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF RAINFALL IN BRAZIL. I. RIO GRANDE DO SUL

**ABSTRACT** - The fundamental characteristics of rainfall (intensity, duration and return period) of fourteen locations were related through the adjustment of mathematical equations, aiming at to generate representative precipitation data for each location as well as to intensity its use in soil conservation projects. Each equation, expressing the rainfall intensity as a function of return period and duration, was adjusted using the multiple linear regression method. To determine the best adjustment, the maximum coefficient of multiple determination was used. The adjustments showed to be in agreement with field data. The F value for the regression were significant at 1% level of probability. The regression coefficients, determined for the adjustments, showed a great variability for the values of rainfall intensity from one location to another, what makes impossible a generalization of only one equation for the entire state.

Index terms: soil conservation, rainfall.

### INTRODUÇÃO

Nos projetos que envolvem práticas conservacionistas visando ao controle da erosão do solo, é de fundamental importância o conhecimento das características das chuvas (intensidade, duração e tempo de retorno).

Intensidade de precipitação é definida como sendo a relação entre a altura pluviométrica e a duração da precipitação, geralmente expressa em mm/h.

Duração é o período de tempo contado, em horas ou em minutos, desde o início até o fim da

precipitação.

Tempo de retorno é o tempo médio em anos, em que um determinado evento deve ser igualado ou superado pelo menos uma vez. Normalmente, para obras hidráulicas com fins agrícolas o tempo de retorno utilizado é de quinze anos, pois raras são aquelas que têm vida útil superior a este período.

Estas características para as condições climatólogicas do Brasil haviam sido analisadas por Pfafstetter (1957). Para o Estado do Rio Grande do Sul, onde este estudo foi realizado, estas mesmas características foram generalizadas com base em dados oriundos de outros países (Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura 1979).

Baseado em Pfafstetter (1957), o presente trabalho apresenta um estudo das características fundamentais da chuva através do ajustamento de equações que as relacionam, objetivando incrementar o uso de valores pluviométricos mais representativos para cada região. A utilização destes valo-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de maio de 1980.

<sup>2</sup> Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup> M.Sc., Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPQ) - EMBRAPA, Caixa Postal 569, CEP 99.100 - Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup> M.Sc., Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS) - EMBRAPA, Jardim Botânico, 1024, CEP 22.460 - Rio de Janeiro, RJ.

res proporcionará aos projetos conservacionistas um melhor dimensionamento de suas obras, diminuindo com isto a chance de os mesmos virem a falhar durante sua vida útil.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Para que a intensidade, duração e tempo de retorno das chuvas de uma determinada região possam ser relacionados com maior precisão, é recomendável a análise de

**TABELA 1.** Relação das localidades estudadas, com suas características geográficas, anos de observação, equações ajustadas e coeficientes de determinação múltipla.

Localidade	Coordenadas		Altitude (m)	Nº de anos de observação	Equação	R <sup>2</sup>
	Lat.	Long.				
Alegrete	29° 46'	55° 47'	117	16,956	$I = \frac{777,44 \cdot T^{0,13}}{(t + 3,5)^{0,67}}$	0,9954
Bagé	31° 20'	54° 05'	197	17,580	$I = \frac{604,90 \cdot T^{0,21}}{(t + 3,25)^{0,72}}$	0,9965
Caxias do Sul	29° 10'	51° 12'	743	26,178	$I = \frac{702,71 \cdot T^{0,24}}{(t + 8,85)^{0,74}}$	0,9980
Cruz Alta	28° 38'	53° 37'	473	14,632	$I = \frac{863,25 \cdot T^{0,14}}{(t + 3,6)^{0,70}}$	0,9977
Encruzilhada do Sul	30° 33'	52° 31'	421	17,590	$I = \frac{431,09 \cdot T^{0,19}}{(t + 3,7)^{0,64}}$	0,9955
Iraí	27° 11'	53° 17'	216	16,480	$I = \frac{598,65 \cdot T^{0,20}}{(t + 4,4)^{0,67}}$	0,9936
Passo Fundo	28° 16'	52° 25'	680	31,398	$I = \frac{670,74 \cdot T^{0,21}}{(t + 7,9)^{0,75}}$	0,9972
Porto Alegre	30° 02'	51° 13'	23	21,406	$I = \frac{627,54 \cdot T^{0,31}}{(t + 7,9)^{0,74}}$	0,9886
Rio Grande	32° 02'	52° 06'	5	19,936	$I = \frac{774,14 \cdot T^{0,23}}{(t + 6,9)^{0,74}}$	0,9963
Santa Maria	29° 41'	43° 49'	142	16,230	$I = \frac{870,38 \cdot T^{0,24}}{(t + 15,2)^{0,73}}$	0,9926
Santa Vitória do Palmar	33° 31'	53° 22'	6	18,732	$I = \frac{1036,50 \cdot T^{0,28}}{(t + 22,8)^{0,77}}$	0,9807
São Luiz Gonzaga	28° 24'	54° 58'	256	21,517	$I = \frac{1038,51 \cdot T^{0,15}}{(t + 6,0)^{0,76}}$	0,9974
Uruguaiana	29° 45'	57° 05'	56	17,051	$I = \frac{739,67 \cdot T^{0,16}}{(t + 8,0)^{0,69}}$	0,9943
Viamão	30° 05'	50° 47'	52	15,097	$I = \frac{505,02 \cdot T^{0,19}}{(t + 5,3)^{0,71}}$	0,9922

um grande número de observações pluviométricas, oriundas desta região.

De um modo geral, os resultados destas análises são expressos através de um conjunto de curvas, como aquelas apresentadas por Pfaftstetter (1957), ou pelo ajustamento destas curvas por equações matemáticas.

A equação matemática mais utilizada para representar a relação intensidade-duração-tempo de retorno (Schwab et al. 1966 e Villela & Mattos 1975) é:

$$I = \frac{a \cdot T^b}{(t + c)^d} \quad (1)$$

onde:

I é a intensidade máxima média da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é o tempo de duração da chuva (min)

a, b, c, e d são coeficientes de ajustamento que variam de local para local.

Os valores dos coeficientes de ajustamento da equação (1) foram obtidos utilizando-se o método de regressão múltipla linear com o auxílio do microcomputador SHARP (Compet PC 2600).

Para linearizar a equação (1), operação necessária para o emprego da regressão múltipla linear, utilizou-se a seguinte equação:

$$\log I = \log a + b \log T - d \log (t + c) \quad (2)$$

Esta nova equação (2) apresenta quatro coeficientes (a, b, c, d), duas variáveis independentes (T e t) e uma variável dependente (I). Devido ao tipo de associação do coeficiente c à variável independente t, resultante da linearização do modelo, esse não pode ser estimado. Por este motivo, atribuíram-se valores arbitrários ao coeficiente c e conseqüentemente estimaram-se os valores de a, b, e d até a obtenção da melhor equação. Para a determinação da melhor equação adotou-se o critério do máximo coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) descrito por Draper & Smith (1966).

Os dados utilizados foram obtidos a partir da representação gráfica das alturas pluviométricas para diversos intervalos de duração em função dos seus tempos de retorno apresentados por Pfaftstetter (1957).

Destes gráficos foram extraídas as máximas precipita-

ções médias, em mm, nos intervalos de duração de 5, 15, 30, 60, 120, 240, 480 e 840 minutos para os tempos de retorno dois, cinco, dez e quinze anos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações que relacionam as características da chuva, a intensidade, duração e tempo de retorno, para as localidades estudadas no Rio Grande do Sul, são apresentadas na Tabela 1. Estas equações mostram elevada correlação com os dados de campo, como se percebe através dos altos coeficientes de determinação múltipla ( $R^2$ ), e dos significativos valores de F para regressão ao nível de 1% de probabilidade.

Os coeficientes a, b, c e d, determinados para as diversas equações, apresentados na Tabela 1, evidenciam uma grande variabilidade nos valores das intensidades de chuva de uma localidade para outra, pondo em dúvida a validade do uso de uma única equação, generalizada para todo o Estado do Rio Grande do Sul.

## REFERÊNCIAS

- DRAPER, N.R. & SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York, John Wiley & Sons. 1966. 407 p.
- PFAFTSTETTER, O. *Chuvas intensas no Brasil*. s.l., Departamento Nacional de Obras de Saneamento. 1957. 419 p.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. *Manual de conservação do solo*. Porto Alegre, 1979. 175 p.
- SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; EDMINSTER, T.W. & BARNES, K.K. *Soil and water conservation engineering*. 2. ed. New York, John Wiley & Sons, 1966. 683 p.
- VILLELA, S. & MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.