

# DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS INTENSAS DE CURTA DURAÇÃO: UM SUBSÍDIO AO DIMENSIONAMENTO DE PROJETOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL

Paulo C. SENTELHAS<sup>1</sup>; Décio E. CRUCIANI<sup>2</sup>; Anderson S. PEREIRA<sup>3</sup>; Nilson A. VILLA NOVA<sup>4</sup>

## RESUMO

Analisaram-se dados de pluviogramas da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, referentes aos anos de 1966 a 1995, para determinação da distribuição temporal de chuvas intensas de curta duração, em períodos de 4 horas, através de histogramas. O modelo de precipitação que predominou para os meses chuvosos (outubro a março), em 85% dos casos, foi o exponencial negativo, apresentando um volume médio de 31,5mm de chuva, distribuídos da seguinte forma: 69,3% na primeira hora; 16,3% na segunda; 9,4% na terceira e 5% na última. A probabilidade de ocorrência de eventos de chuva intensa igual ou menor à média (31,5mm) é de 52% e maior ou igual ao evento extremo (99,0mm) de apenas 0,3%.

## INTRODUÇÃO

Questões relacionadas ao impacto ambiental decorrente de chuvas intensas tem sido motivo de grande preocupação para técnicos e administradores ligados ao planejamento e à ocupação do espaço geográfico, seja ele rural ou urbano (Mello et alii, 1994).

No meio rural, tal questão se aplica principalmente na agricultura, em áreas onde a drenagem superficial é prática indispensável, visando a conservação do solo. Assim, o conhecimento da distribuição temporal das precipitações é muito importante para orientar decisões quanto às medidas necessárias para minimizar os danos por elas ocasionados, servindo, ainda, para subsidiar o dimensionamento de terraços e canais (Piccinini, 1993).

O presente trabalho teve por objetivo determinar a distribuição temporal de chuvas intensas de curta duração. No caso, foram consideradas aquelas que tinham uma duração de 4 horas, subdivididas em intervalos iguais e sucessivos de 1 hora, do que resultaram histogramas de 4 blocos. Foi determinada, ainda, a probabilidade de ocorrência desses eventos, em Piracicaba, SP.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação utilizados no presente estudo foram obtidos junto ao Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP (Latitude: 22°42'S; Longitude: 47°38'W; Altitude: 546m). Campus Piracicaba, SP, referente aos meses chuvosos, entre outubro e março. As precipitações máximas em 4 horas foram obtidas de pluviogramas, referente ao período de 1966 a 1995. Através deles obtiveram-se os principais tipos de histogramas de chuvas intensas em períodos de 4 horas. Para caracterização de chuva intensa nesse intervalo de tempo, adotou-se os seguintes critérios: chuva  $\geq 15$ mm na primeira hora ou pelo menos 20mm durante as quatro horas. Os valores adotados foram baseados na velocidade de infiltração básica média dos solos, que é aproximadamente igual a 15mm/h (Reichardt, 1987).

Utilizou-se a distribuição probabilística log-normal para determinação dos níveis de probabilidade teórica do evento de chuvas intensas de curta duração (4 horas).

<sup>1</sup> MSc., Professor Assistente, Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-970, Piracicaba, SP. E-mail: pcsentel@carpa.ciagri.usp.br.

<sup>2</sup> Dr., Professor Titular, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP.

<sup>3</sup> MSc., Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, DER/ESALQ/USP.

<sup>4</sup> Dr., Professor Associado, Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ/USP. Bolsista do CNPq.

## RESULTADOS & DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentados os tipos predominantes de histogramas de precipitação observados no período de 1966 a 1995. Verifica-se que a distribuição temporal predominante foi o exponencial negativa (Caso 1), representando, em média, nos meses chuvosos, 85% dos eventos de precipitação intensa em períodos de 4 horas, seguido do caso 2, onde ainda houve, em média, 7,5% dos eventos. Os demais casos, 3 e 4, tiveram poucas ocorrências, inferiores a 10% dos eventos em cada mês, chegando a não ocorrer em alguns deles. A distribuição temporal média dos histogramas nos meses chuvosos pode ser vista na figura 2. Observa-se que na primeira hora a chuva representa, aproximadamente, 70% do total do período de 4 horas, caindo na segunda hora, para a faixa de 15% do total, voltando a cair nas duas horas subsequentes, para 9% e 5%, respectivamente. Essa distribuição teve ajuste exponencial negativo, os quais são apresentados na tabela 1, para cada mês analisado.

Tabela 1. Coeficientes do ajuste exponencial negativo para o comportamento das chuvas intensas em períodos de 4 horas. ( $P = a * e^{(b * t)}$ ). Onde t é o tempo, em horas.

Mês	a	b	r
Janeiro	34,94	-0,7171	-0,947
Fevereiro	37,10	-0,8597	-0,925
Março	43,50	-0,9059	-0,940
Outubro	28,95	-0,6380	-0,987
Novembro	52,72	-1,0625	-0,995
Dezembro	50,28	-1,0377	-0,987
Ano	39,64	-0,8463	-0,972

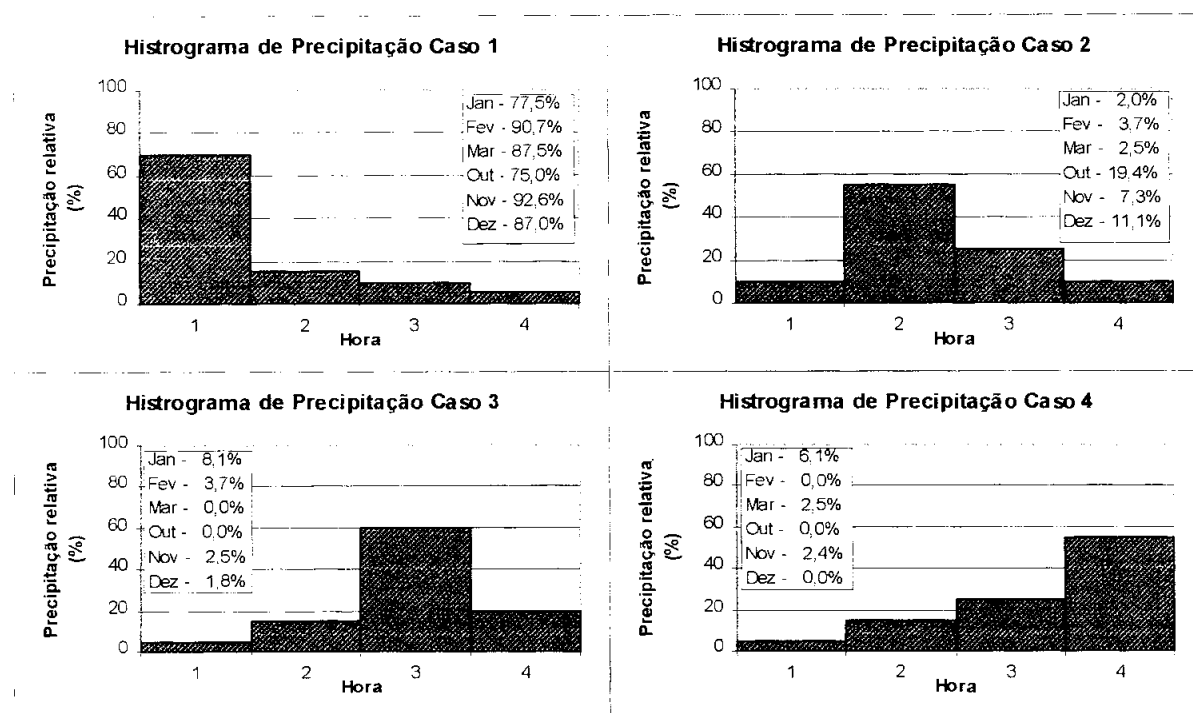


Figura 1. Histogramas de precipitação observados no período de 1966 a 1995, em Piracicaba, SP

Analisando-se estatisticamente os dados obtidos, verificou-se através da distribuição log-normal (Tabela 2) que a probabilidade de ocorrência de uma chuva igual ou menor a esse comportamento médio é de 52%. O valor extremo nesse caso 1 foi de 99mm em 4 horas, ocorrido em janeiro de 1987. Tal evento representa uma probabilidade de apenas 0,3%.

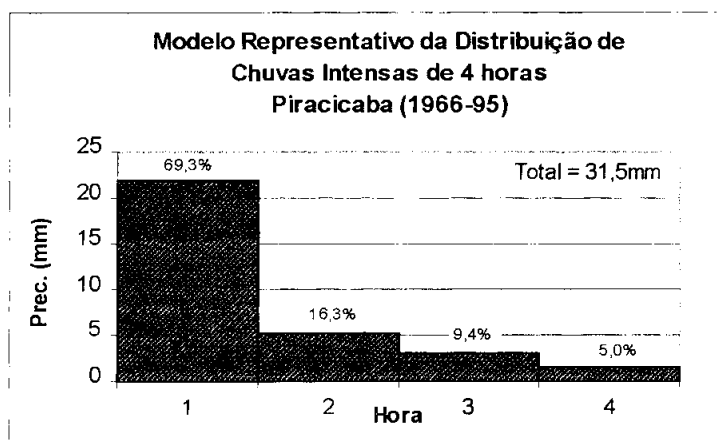


Figura 2. Comportamento médio da chuva horária num período de 4 horas, em Piracicaba, SP.

Conhecer o modelo mais frequente da distribuição das chuvas de uma localidade, torna mais realista a previsão hidrológica em projetos de engenharia e permite quantificar com maior precisão o escoamento superficial (Cruciani, 1986).

A título de exemplo, um diagrama de 4 blocos permite 24 arranjos diferentes e portanto 24 tipos de chuvas diferentes. Isso dá uma idéia da variabilidade das chuvas esperadas. Cada arranjo resulta em um diferente pico de escoamento sobre a superfície do solo.

Tabela 2. Probabilidades (%) empírica e teórica de alguns valores de chuva máxima em 4 horas, utilizando-se a distribuição lognormal ( $\chi^2$  calculado = 2,54,  $\chi^2$  tabela = 12,59).

Chuva (mm)	P(x) Empírica	P(x) Teórica
15-24	32,8	29,1
25-34	33,2	31,1
34-44	19,3	20,5
45-54	9,5	10,2
55-64	2,9	4,9
65-74	1,1	2,2
75-84	0,3	1,0
85-94	0,3	0,5
95-104	0,3	0,2

Essas informações servem de subsídio para que técnicos ligados à área de drenagem superficial e conservação do solo dimensionem seus projetos, sempre considerando o tipo de chuva predominante e as probabilidades de ocorrência desse evento.

## CONCLUSÕES

O histograma de precipitação médio, representativo dos meses chuvosos tem comportamento exponencial negativo, com um total médio de 31,5mm, sendo 69,3% na primeira hora, 16,3% na segunda, 9,4% na terceira e 5,0% na quarta. A probabilidade de ocorrência de eventos de chuva intensa, em 4 horas, igual ou menor à média (31,5mm) é de 52% e maior ou igual ao evento extremo (99,0mm) é de apenas 0,3%.

## BIBLIOGRAFIA

- CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. Ed. Nobel, São Paulo. 1986. 337p.
- MELLO, M.H.A.; ARRUDA, H.V.; ORTOLANI, A.A. Probabilidade de ocorrência de totais pluviais máximos horários, em Campinas - São Paulo. **Rev. IG**. São Paulo, v.15, n.1/2, p.59-67, 1994.
- PICCININI, M.R.D. **Distribuições de probabilidade de precipitação de intensidade máxima para Piracicaba, SP**. Piracicaba, 1993, 81p. (Tese de Mestrado em Agrometeorologia, ESALQ/USP).
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Ed. Manole, São Paulo. 1987. 188p.