

Aplicação de distribuição de extremos de máximo:

Análise das Chuvas Intensas

- utilização prática dos dados de chuva intensas na engenharia
- - necessário conhecer a relação entre as três grandezas que caracterizam as chuvas intensas:
 - **Intensidade**
 - **Duração**
 - **Frequência (Distribuição)**

interesse:

máximas precipitações que podem vir a ocorrer em certa localidade com determinada freqüência

$$\Rightarrow I = \frac{K \cdot T_r^m}{(D + t_0)^n}$$

- I=intensidade máxima média de duração D e período de retorno Tr (mm/h)
- D=duração (min)
- Tr=período de retorno (anos)
- K, m, n e t_0 =constantes da equação, variáveis de localidade para localidade

Ajuste da equação a partir de Séries de máximas intensidades

- **Constituídas pelos maiores valores observados:**
- **Pluviógrafos**
 - **Durações usuais D:**
 - 5, 10, 15, 30 e 45 min
 - 1, 2, 3, 6, 12 e 24 horas

(p/ durações maiores podem ser utilizados dados de pluviômetros)
 - em cada ano (séries anuais)

Resultado do Ajuste da prob. de Gumbel para cada duração

Alturas máximas de chuva de diversas durações (transformar em intensidades, mm/h)

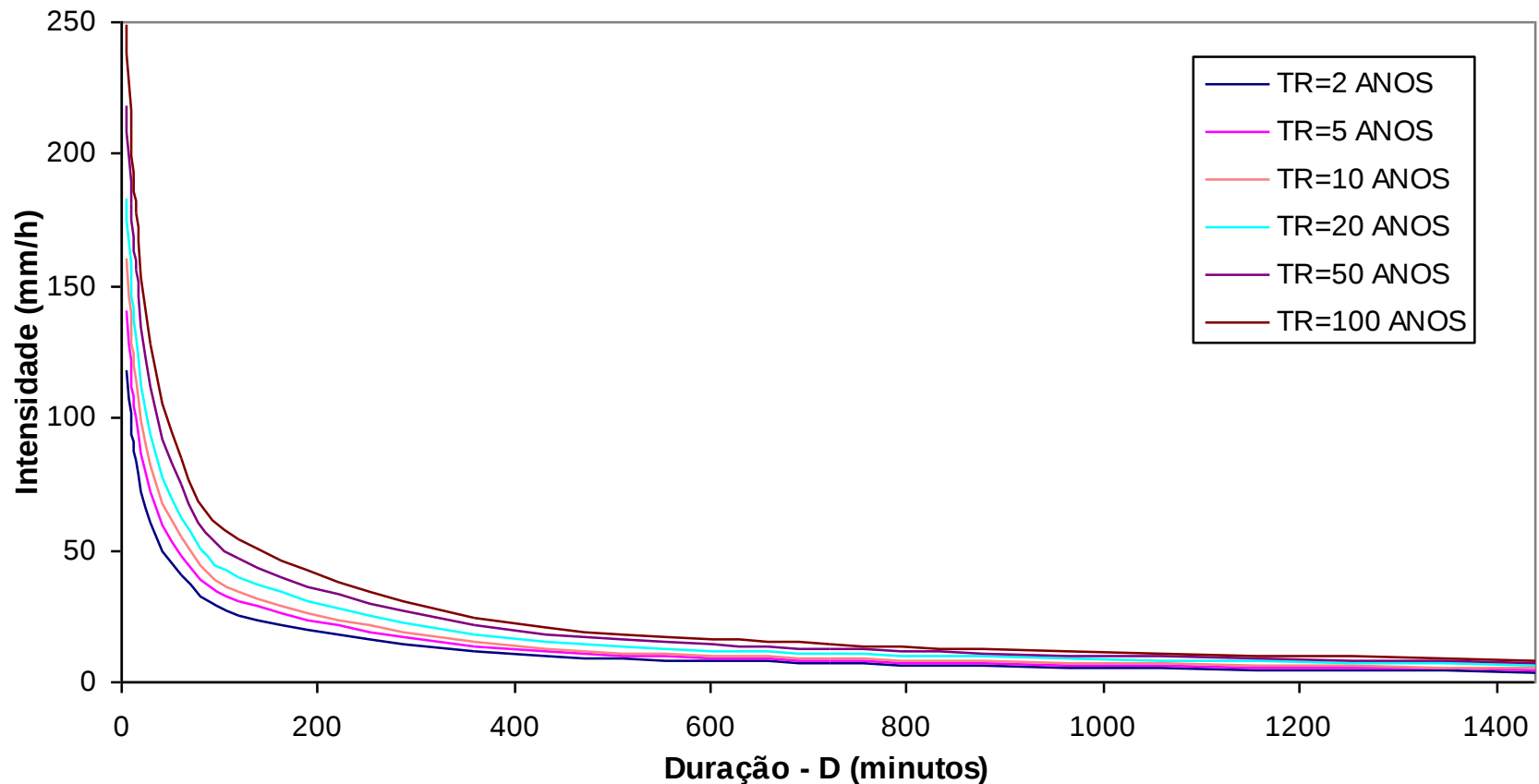
DURAÇÃO D	TR=2	TR=5	TR=10	TR=15	TR=20	TR=25	TR=50	TR=75	TR=100
5	1,953	2,364	2,636	2,789	2,897	2,980	3,235	3,383	3,488
10	1,551	1,877	2,093	2,215	2,300	2,366	2,569	2,686	2,770
15	1,340	1,622	1,809	1,914	1,988	2,045	2,220	2,322	2,394
20	1,163	1,408	1,570	1,661	1,725	1,775	1,927	2,015	2,077
25	1,045	1,265	1,411	1,493	1,551	1,595	1,732	1,811	1,867
30	0,957	1,159	1,292	1,367	1,420	1,461	1,586	1,658	1,710
60	0,647	0,783	0,873	0,924	0,959	0,987	1,071	1,120	1,155
360	0,185	0,224	0,249	0,264	0,274	0,282	0,306	0,320	0,330
480	0,150	0,182	0,203	0,214	0,223	0,229	0,249	0,260	0,268
600	0,126	0,153	0,170	0,180	0,187	0,193	0,209	0,219	0,226
720	0,109	0,132	0,147	0,156	0,162	0,166	0,181	0,189	0,195
1440	0,064	0,078	0,087	0,092	0,095	0,098	0,106	0,111	0,115

Dia – ajustado à uma distribuição probabilística teórica

Intensidade x Duração relação inversa

$$\Rightarrow I = \frac{K.T_r^m}{(D + t_0)^n}$$

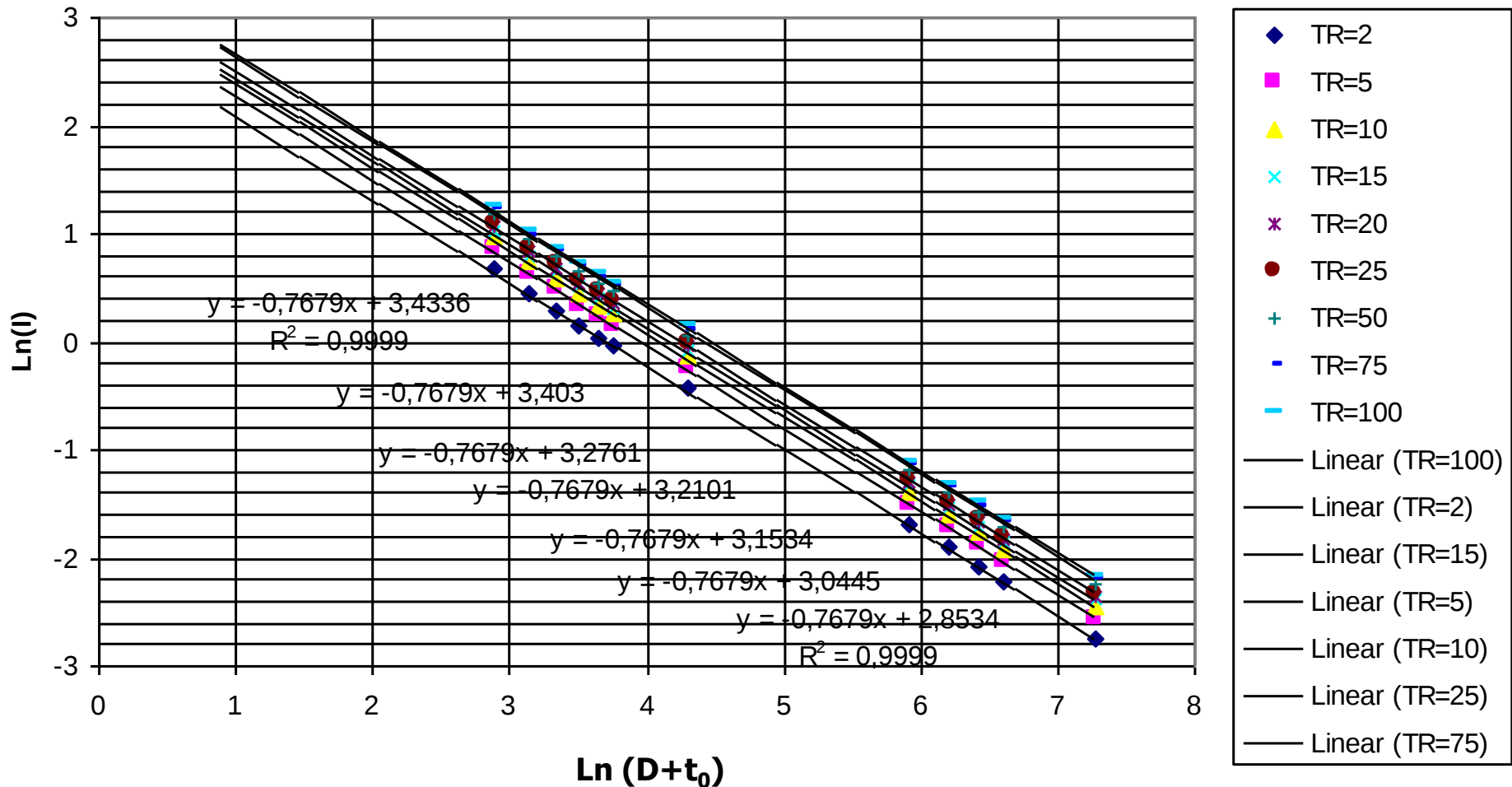
CHUVAS INTENSAS PARA SÃO CARLOS, SP - DADOS PLUVIOMÉTRICOS DE VILA CARMEN



$$I = \frac{K.T_r^m}{(D+t_0)^n} \quad \text{chamando} \quad C = K.T_r^m \Rightarrow I = \frac{C}{(D+t_0)^n}$$



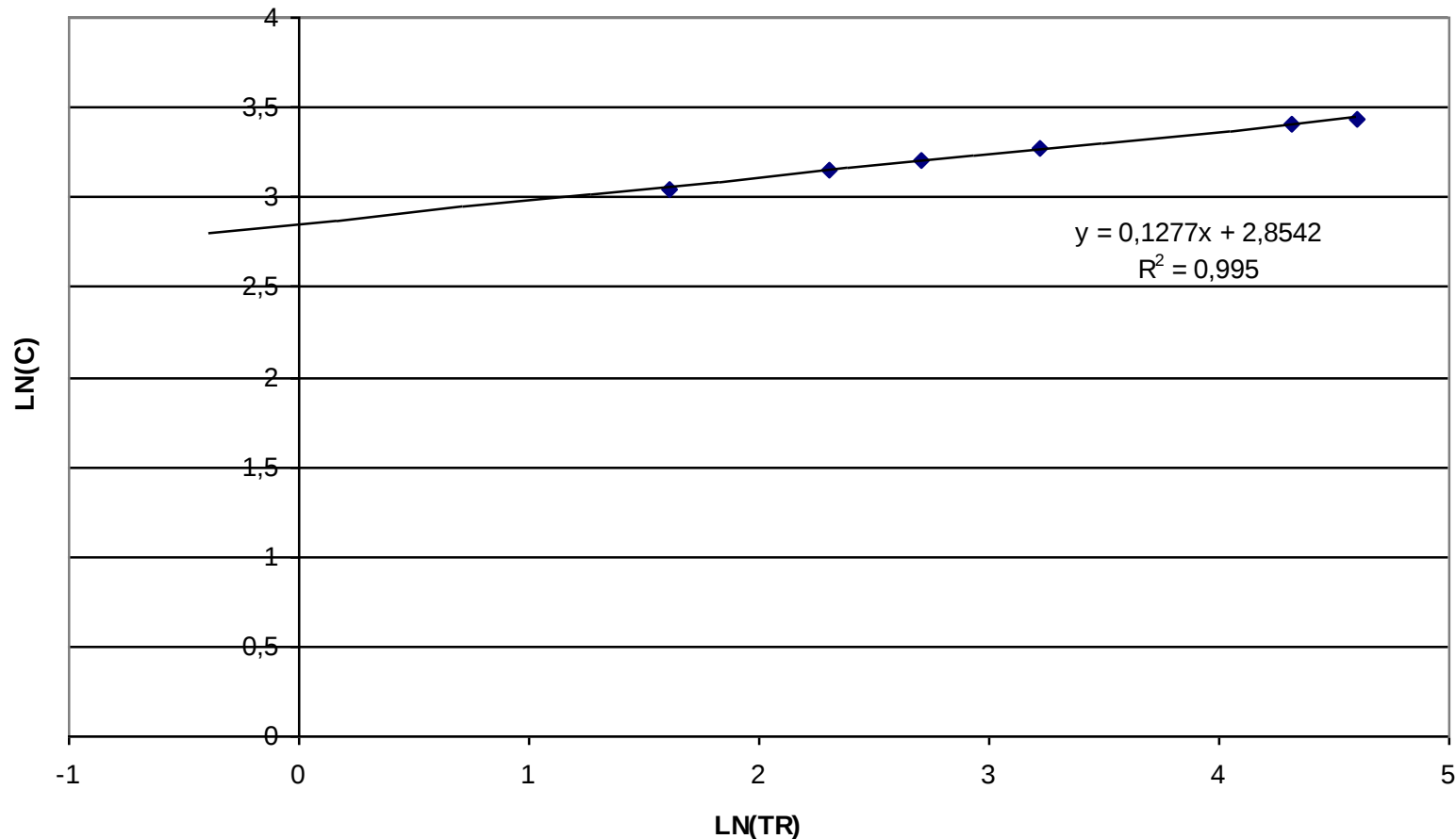
$$\Rightarrow \ln(I) = \ln(C) - n\ln(D+t_0)$$



Intensidade - Duração – Frequência

● mas,

$$C = K.Tr^m \Rightarrow \ln(C) = \ln(K) + m\ln(Tr)$$



Equação de chuvas intensas (Intensidade-Duração-Frequência) São Carlos-(Vila Carmen)

$$\Rightarrow I = \frac{953.T_r^{0,191}}{(D+13)^{0,768}}$$

I=intensidade (mm/h) máxima média de duração D (minutos) e período de retorno Tr (anos)

Exemplos:

São Paulo

$$i = \frac{27,96T^{0,112}}{(t + 15)^{0,86}T^{-0,0144}} \quad p/t \leq 60min \quad i \text{ (mm/min); } t \text{ (min); } T(\text{anos})$$

$$i = \frac{42,33T^{0,15}}{t^{0,822}} \quad t > 60min \quad i \text{ (mm/hora); } t \text{ (horas); } T(\text{anos})$$

Rio de Janeiro:

$$i = \frac{1239T^{0,15}}{(t + 20)^{0,74}} \quad (31 \text{ anos})$$

Curitiba:

$$i = \frac{5950T_r^{0,217}}{(t + 26)^{1,15}} \quad (31 \text{ anos})$$

Belo Horizonte:

$$i = \frac{1447,87T^{0,10}}{(t + 20)^{0,84}} \quad (31 \text{ anos})$$

São Carlos:

$$i = \frac{1519T^{0,236}}{(t + 16)^{0,935}} \quad (\text{Barbassa, } 19 \text{)}$$

i (mm/hora); t (min); T(anos)

Tranformação de dados diários (dados de pluviômetros) para durações menores

DURAÇÃO	MULTIPLICADOR
5min/30min	0,34
10min/30min	0,54
15min/30min	0,7
20min/30min	0,81
25min/30min	0,91
30min/1h	0,74
1h/24h	0,42
6h/24h	0,72
8h/24h	0,78
10h/24h	0,82
12h/24h	0,85
24h/1dia	1,14
1dia	

Exercícios de aplicação

1) Considerando a curva IDF de São Carlos, recentemente proposta por Cavalcanti et al. (2015), qual é a intensidade da chuva com duração de 40 minutos que tem 2% de probabilidade de ser igualada ou superada em um ano qualquer na cidade?

$$I = \frac{1504 \cdot TR^{0,1307}}{(D + 12,24)^{0,8274}}$$

sendo: I(mm/h), TR (anos), D(min)

2) No dia 03 de janeiro de 2007 uma chuva intensa atingiu São Carlos. Um pluviômetro indicou 111 mm em 2 horas, e no centro outro pluviômetro indicou 80 mm em 2 horas. Qual foi o tempo de retorno da chuva para cada um destes locais? Considere a curva IDF dada.

Curiosidade

Método de Bell

- Relação empírica de uma chuva intensa $h(d;Tr)$ de duração d e período de retorno Tr com uma chuva intensa padrão de 60 min de duração e $Tr=2$ anos:
- Aplicável à estimativa a partir de $h(60;2)$

$$h(d;Tr) = (a_0 \cdot \ln Tr + a_1) \cdot (a_2 \cdot d^b - a_3) \cdot h(60;2)$$

Método de Bell

- Para postos brasileiros (Righetto, 1998):

$$h(d; Tr) = (0,31 \cdot \ln Tr + 0,7) \cdot (0,38 \cdot d^{0,31} - 0,39) \cdot h(60; 2)$$

Fim!