

## Curvas de frequência das quedas pluviais de grande intensidade em Lisboa

por

**ÁRIO LOBO AZEVEDO**

Engenheiro Agrônomo

Ex-Assistente do Instituto Superior de Agronomia

Em 1942 o Eng. ARANTES E OLIVEIRA (3) publicou um estudo sobre as quedas pluviais de grande intensidade que se verificaram em Lisboa no período de oitenta anos que vai desde 1860 até 1939.

Este autor apresenta os seus resultados em tabelas mas acrescenta que «pode procurar-se o estabelecimento de expressões empíricas traduzidas por curvas regulares que correspondam satisfatoriamente ao lugar geométrico dos pontos definidos pelos elementos registados...» nas tabelas em questão.

Neste trabalho estudamos os elementos tabelados por ARANTES E OLIVEIRA segundo o método sugerido por YARNELL (5) e ajustamo-lhes curvas do tipo

$$y = a x^n$$

propostas por SUPINO (4), em que  $y$  é a intensidade da precipitação em milímetros por hora e  $x$  a frequência em anos.

Na Tabela I damos os valores dos parâmetros  $a$  e  $n$  calculados para cada uma das curvas estudadas e nas figuras 1 e 2 encontram-se as curvas desenhadas a partir destas equações.

TABELA I

Período (min.)	$a$	$n$
5	73,8	0,143
10	50,9	0,176
15	41,0	0,190
20	35,2	0,194
30	27,2	0,212
45	21,0	0,224
60	17,3	0,238
80	14,3	0,253
100	12,5	0,247
120	11,1	0,250

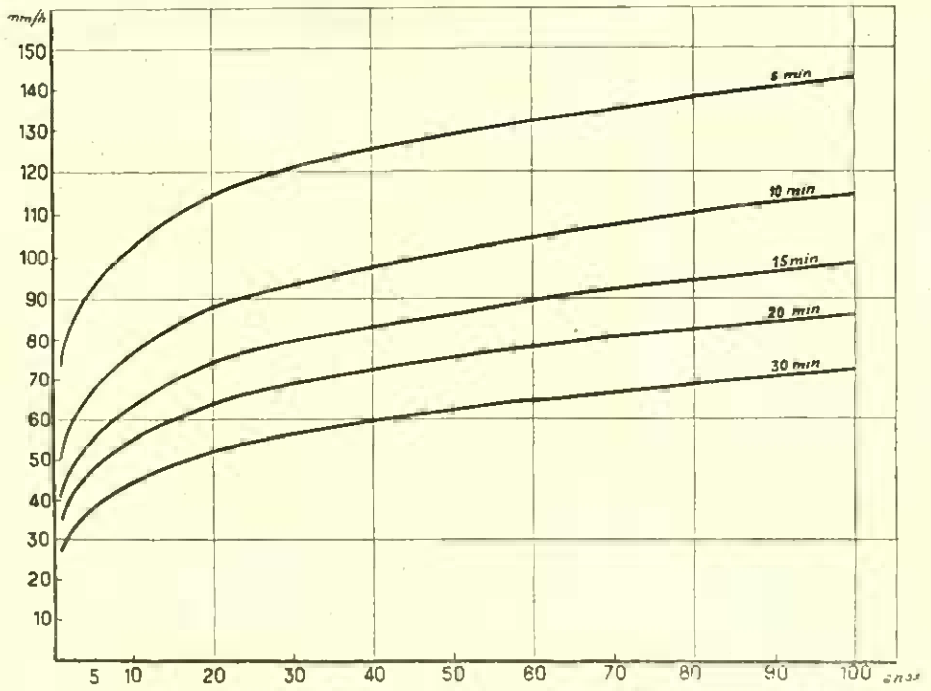


Fig. 1

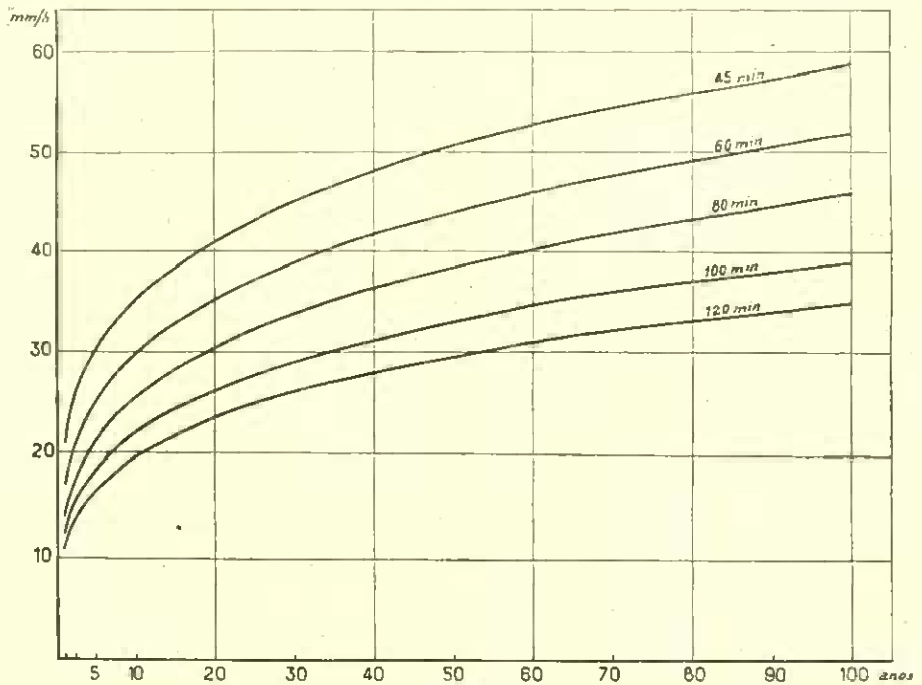


Fig. 2

O ajustamento destas curvas, avaliado pela análise de variância, é sempre muito bom.

Como curiosidade procedemos ao estudo dos aguaceiros registados no período 1901-1930 (período base, universal e síncrono, para definição de valores normais\*). O período 1901-1930 é um período de chuvas escassas (altura pluviométrica anual média 602.1 mm) se o compararmos com os registos de 1857-1946 (altura pluviométrica anual média 680.7 mm), mas acontece porém que é exactamente naquele período que se registaram (apenas com uma excepção — o caso dos 5 minutos) os maiores valores de intensidade da precipitação.

As equações das curvas baseadas nos registos de 1901-1930 apresentam sempre valores do parâmetro  $n$  muito mais elevados que os da Tabela I, o que leva a prever para as frequências mais raras, aguaceiros de intensidade excepcional, que não chegaram a verificar-se no período 1860-1939.

Se compararmos as curvas de frequência de Lisboa agora traçadas com as de Lourenço Marques (1) verifica-se que:

— os valores do parâmetro  $a$  das equações das curvas traçadas para Lourenço Marques são em geral, para o mesmo período, duas vezes maiores que os valores de  $a$  das curvas traçadas para Lisboa;

— os valores do parâmetro  $n$  para Lourenço Marques é 1,2 a 1,6 vezes superior ao do mesmo parâmetro para Lisboa;

— para iguais frequências as intensidades a esperar em Lourenço Marques são, para os aguaceiros de pequena duração, cerca de duas vezes superiores às de Lisboa e para os de grande duração, duas vezes e meia a três vezes superiores.

Estas conclusões estão dentro daquilo que seria normal esperar.

Com os dados obtidos a partir das equações referidas na Tabela I, desenharam-se as curvas que nos dão as alturas pluviométricas máximas que devem ocorrer uma vez em 1 ano, em 2.5 anos, em 5 anos, em 10 anos, em 25 anos, em 50 anos, em 80 anos, e em 100 anos.

Foram também ajustadas equações do tipo

$$y = a x^n$$

em que  $y$  é a altura pluviométrica em milímetros e  $x$  o período em minutos.

Na Tabela II encontram-se os valores dos parâmetros  $a$  e  $n$  para cada uma das curvas estudadas (Figs. 3 e 4).

\* Conférence des Directeurs à Varsovie, 6-13 Septembre 1935. O. M. I. n.º 29. Leyde.

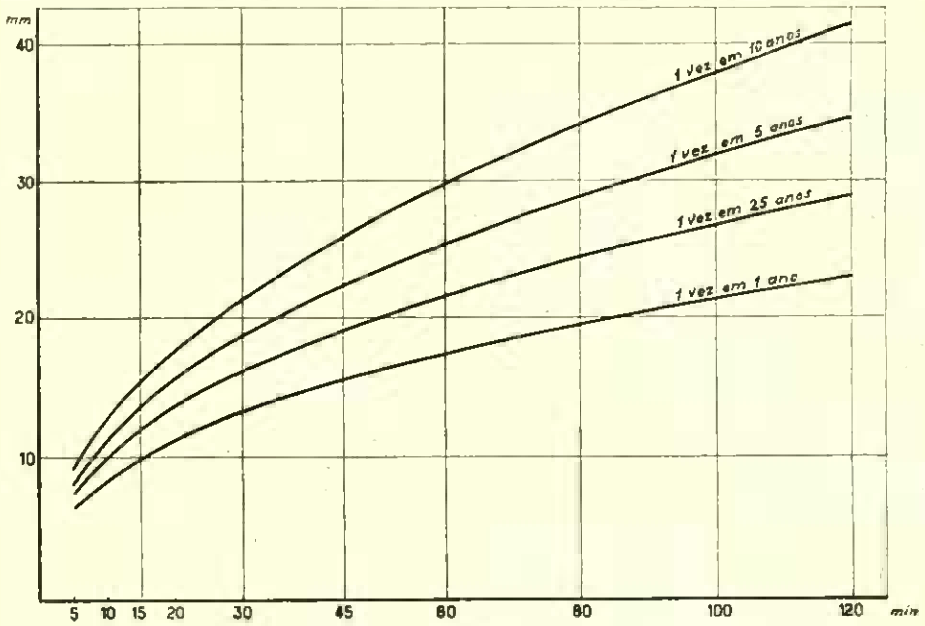


Fig. 3

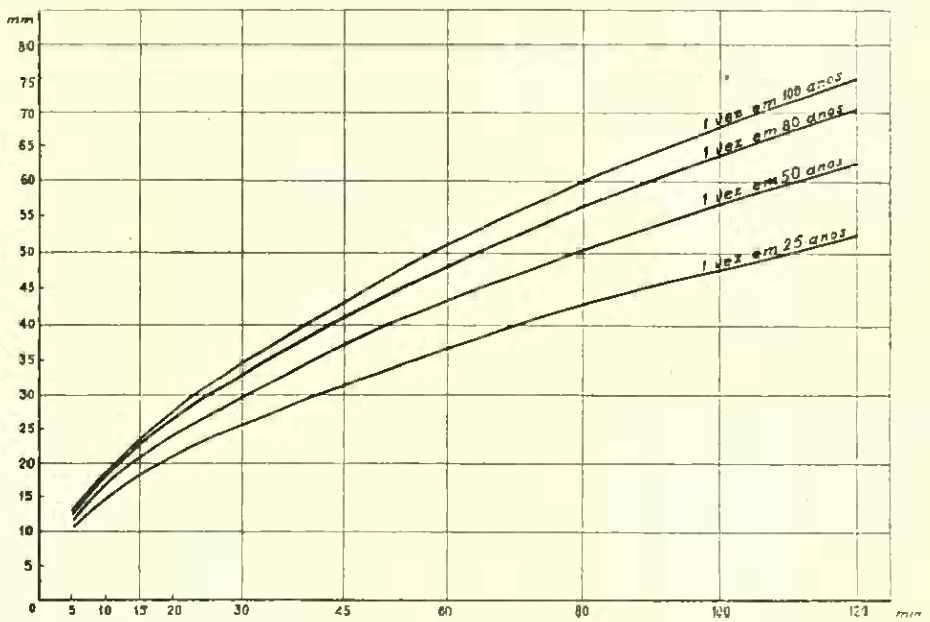


Fig. 4

TABELA II

Ocorrência uma vez em	$\mu$	$\pi$
1 ano	3,43	0,396
2,5 anos	3,75	0,427
5 anos	3,99	0,451
10 anos	4,25	0,475
25 anos	4,63	0,506
50 anos	4,95	0,530
80 anos	5,16	0,546
100 anos	5,28	0,554

Para avaliarmos o grau de ajustamento procedemos à análise de variância e os coeficientes são altamente significativos, sendo o ajustamento bom.

Em 18 de Novembro de 1945 registou-se em Lisboa um aguaceiro de extraordinária intensidade, que foi estudado por VEIGA GARCIA (2). «...a chuva começou perto das 5 horas da madrugada e terminou às 9 h e 30 m; isto é, durante um pouco mais de 4 h e 30 m choveu consecutivamente. Dentro deste período, destacou-se francamente a bâtega que começou às 7 h e 30 m e terminou às 9 h e 35 m, demorando portanto cerca de duas horas» (2).

Nas duas primeiras horas caíram, segundo o registo do udógrafo da D. G. dos Serviços Hidráulicos [gráfico muito semelhante ao do registado pelo udógrafo do Observatório do Infante D. Luís (2)] cerca de 8 mm de água meteórica, ocorrência esta que nada tem de extraordinário pois verifica-se «em média» uma vez por ano um aguaceiro que atinge 22,2 mm nas mesmas duas horas. O que porém é excepcionalmente invulgar é a intensidade que se verificou no período que vai das 7 h 30 m às 9 h 35 m, pois neste período registaram-se cerca de 70 mm, que mesmo considerados isoladamente, sem se atender à água meteórica caída antes, só devem registar-se «em média» uma vez em cem anos.

O aguaceiro teve uma altura total de 102,2 mm, durando cerca de 4 h 45 m, o que dá uma intensidade média de 21,5 mm/h.

No cálculo dos caudais que se escoam de uma superfície da área  $A$  onde se registaram quedas pluviais de intensidade crítica utiliza-se frequentemente a fórmula

$$Q = C A i$$

em que  $Q$  é o caudal em litros por segundo,  $C$  um coeficiente característico da permeabilidade do terreno,  $A$  a área da superfície em hectares e  $i$  a intensidade em litros por segundo e por hectare.

Para se poder trabalhar directamente com a fórmula acima, com os dados obtidos a partir das equações referidas na Tabela I, desenharam-se

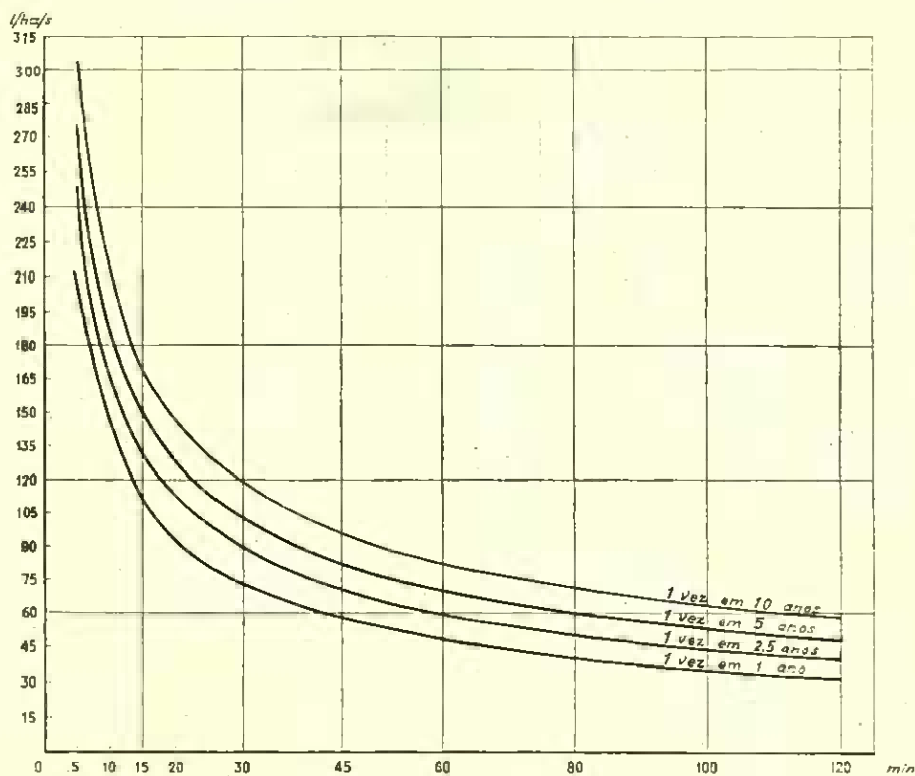


Fig. 5

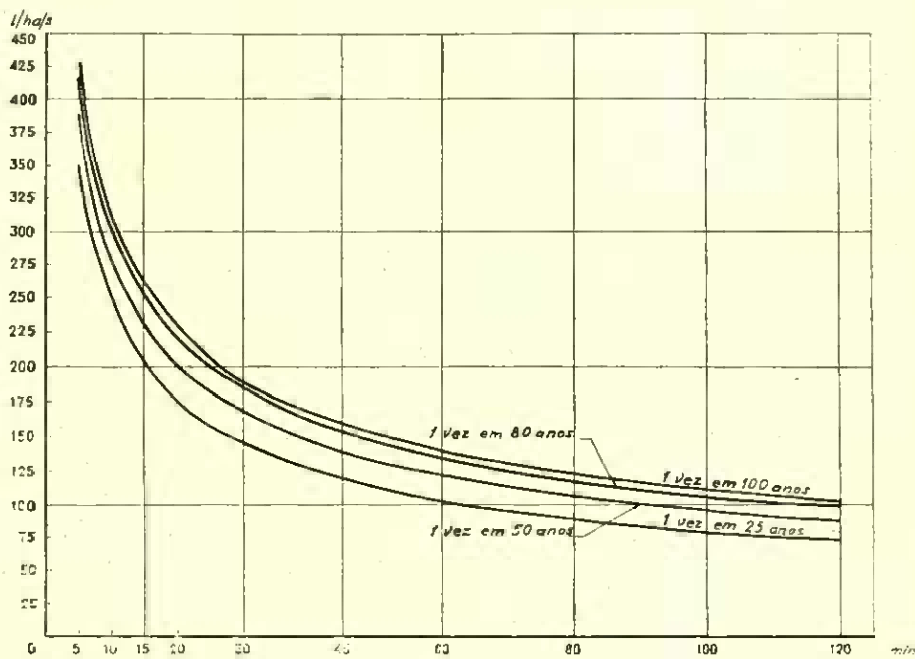


Fig. 6

as curvas que nos dão as intensidades máximas que devem ocorrer uma vez em 1 ano, em 2,5 anos, em 5 anos, em 10 anos, em 25 anos, em 50 anos, em 80 anos, e em 100 anos.

Foram ajustadas curvas do tipo

$$y = a x^n$$

em que  $y$  é a intensidade em litros por segundo e por hectare e  $x$  o período em minutos.

Na Tabela III encontram-se os valores dos parâmetros  $a$  e  $n$  para cada uma das curvas estudadas (Figs. 5 e 6).

TABELA III

Ocorrência uma vez em	$a$	$n$
1 ano	555,6	-0,597
2,5 anos	624,8	-0,573
5 anos	664,4	-0,549
10 anos	707,8	-0,525
25 anos	773,2	-0,494
50 anos	824,2	-0,470
80 anos	860,6	-0,453
100 anos	882,0	-0,448

O ajustamento destas curvas é sempre muito bom.

### LITERATURA CITADA

- (1) AZEVEDO, A. L.  
1950 Frequency curves of intense precipitation for Lourenço Marques. *Proceedings of a Conference on Hydrology and Water Resources held in Nairobi*, Nairobi.
- (2) GARCIA, A. N. V.  
1946 O aguaceiro de 18-XI-945 caído sobre Lisboa. *Técnica*, n.º 163, págs. 838-847. Lisboa.
- (3) OLIVEIRA, E. A.  
1942 *O Regime das Chuvas em Lisboa*. Observatório do Infante D. Luís. Lisboa.
- (4) SUPINO, G.  
1938 *Le Reti Idrauliche*. Nicola Zanichelli Editore. Bologna.
- (5) YARNELL, D. L.  
1935 *Rainfall Intensity-Frequency Data*. U. S. Dept. Agric. Misc. Publ. n.º 204. Washington.

