

# CAPÍTULO II

## II. CHUVAS

### II.1. Introdução

As águas de drenagem superficial são fundamentalmente originárias de precipitações pluviométricas cujos possíveis transtornos que seriam provocados por estes escoamentos, devem ser neutralizados pelos sistemas de drenagem pluviais ou esgotos pluviais. As precipitações pluviométricas podem ocorrer tanto da forma mais comum conhecida como chuva, como em formas mais moderadas como neblinas, garoas ou geadas, ou mais violentas como acontece nos furacões, precipitações de granizo, nevascas, etc. No entanto nas precipitações diferentes das chuvas comuns as providências coletivas ou públicas são de natureza específica para cada caso.

### II.2. Tipos de Chuva

São três os tipos de chuvas para a Hidrologia: **chuvas convectivas**, **chuvas orográficas** e **chuvas frontais**.

As **convectivas** são precipitações formadas pela ascensão das massas de ar quente da superfície, carregadas de vapor d'água. Ao subir o ar sofre resfriamento provocando a condensação do vapor de água presente e, conseqüentemente, a precipitação. São características deste tipo de precipitação a curta duração, alta intensidade, freqüentes descargas elétricas e abrangência de pequenas áreas.

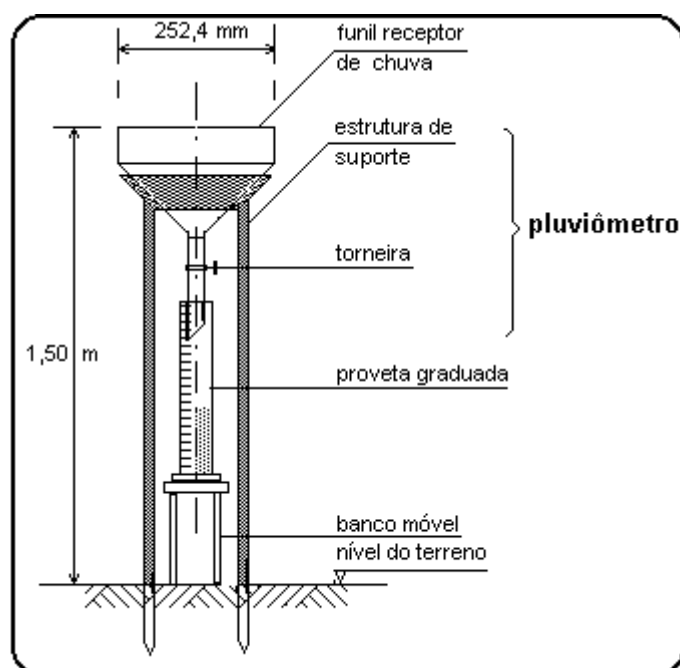
As chuvas **orográficas** são normalmente provocadas pelo deslocamento de camadas de ar úmido para cima devido a existência de elevação natural do terreno por longas extensões. Caracterizam-se pela longa duração e baixa intensidade, abrangendo grandes áreas por várias horas continuamente e sem descargas elétricas.

As chuvas **frontais** originam-se do deslocamento de frentes frias ou quentes contra frentes contrárias termicamente, são mais fortes que as orográficas abrangendo, porém, como aquelas, grandes áreas, precipitando-se intermitentemente com breves intervalos de estiagem e com presença de violentas descargas elétricas.

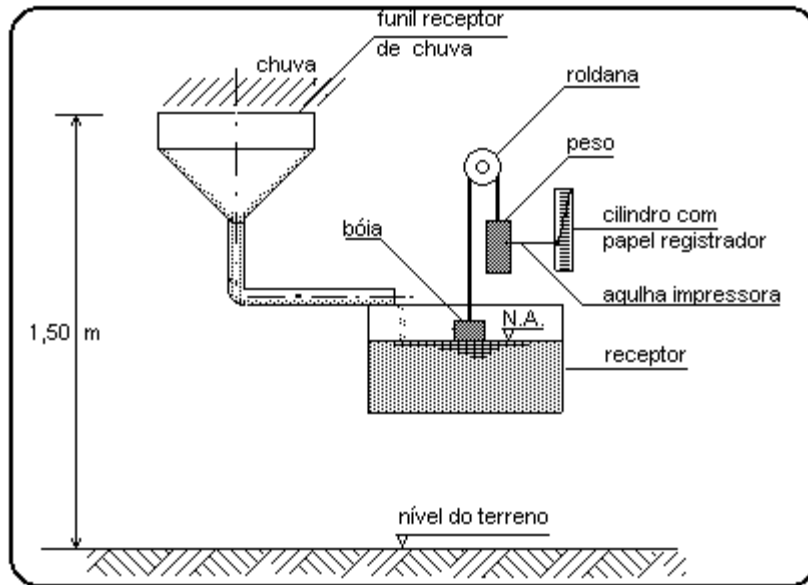
### II.3. Medição de Chuva

Dois aparelhos são comumente empregados nas medições das chuvas. São eles o **pluviômetro** e o **pluviógrafo**. O pluviômetro é mais utilizado devido a simplicidade de suas instalações e operação, sendo facilmente encontrados, principalmente nas sedes municipais. No pluviômetro é lido a altura total de água precipitada, ou seja, a lâmina acumulada durante a precipitação, sendo que seus registros são sempre fornecidos em milímetros por dia ou em milímetros por chuva, com anotação da mesma dependendo da capacidade e do capricho do operador (Figura II.1).

O pluviógrafo é mais encontrado nas estações meteorológicas propriamente ditas e registra a intensidade de precipitação, ou seja, a variação da altura de chuva com o tempo. Este aparelho registra em uma fita de papel em modelo apropriado, simultaneamente, a quantidade e a duração da precipitação. A sua operação mais complicada e dispendiosa e o próprio custo de aquisição do aparelho, tornam seu uso restrito, embora seus resultados sejam bem mais importantes hidrologicamente (Figura II.2).



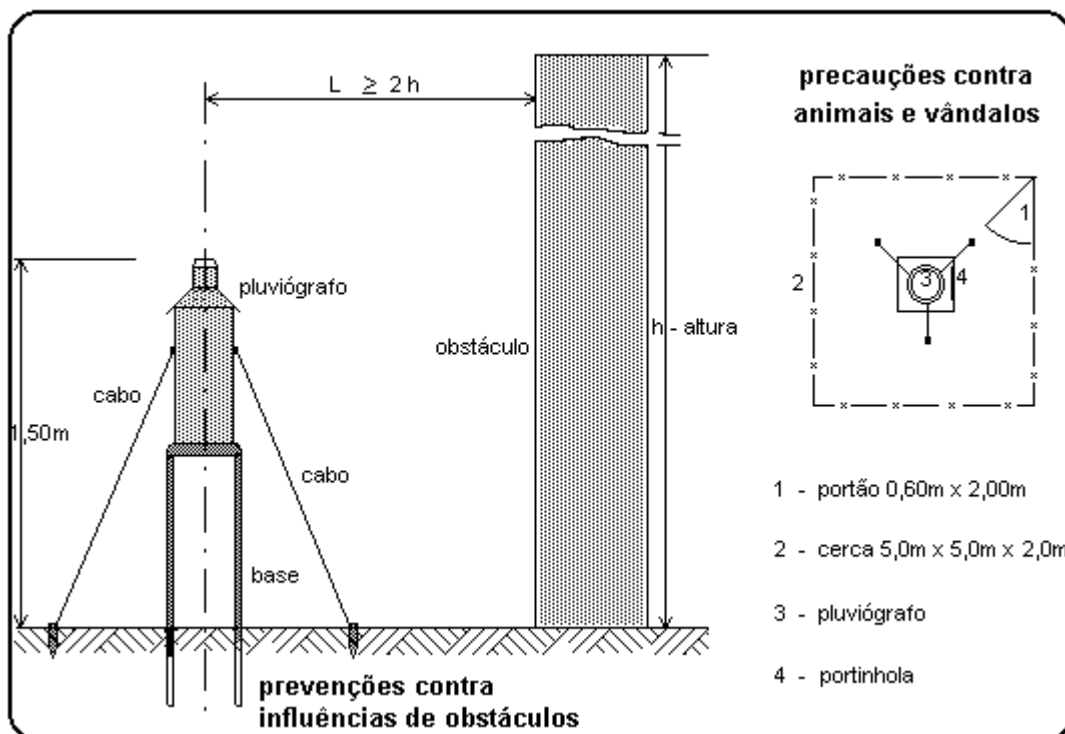
**Figura II.1 - Instalação de um pluviômetro**



**Figura II.2(a) - Pluviógrafo: esquema de funcionamento**

Para projetos de galerias pluviais devem ser conhecidos as variações da altura de chuva com o tempo. Isto só é possível através de medições via pluviógrafos.

Um pluviógrafo é constituído de duas unidades, a saber: elemento receptor e elemento registrador. O receptor é semelhante ao de um pluviômetro comum diferindo, apenas, quanto a superfície receptora que é de 200cm<sup>2</sup>, ou seja, a metade da área do pluviômetro. O elemento registrador consta de um cilindro oco, dentro do qual fica instalado um equipamento de relojoaria que faz girar um pequeno carretel situado sob o fundo do cilindro. Este cilindro gira uma volta completa em 24 horas, o que permite a mudança diária do papel com os registros de precipitações ocorridos, bem como o arquivamento contínuo para possíveis consultas futuras dos dados registrados. Entre os vários modelos conhecidos, o mais empregado no Brasil é o de Hellmann-Fuess (Figura II.3).



**Figura II.2(b) - Pluviógrafo: esquema de instalação**

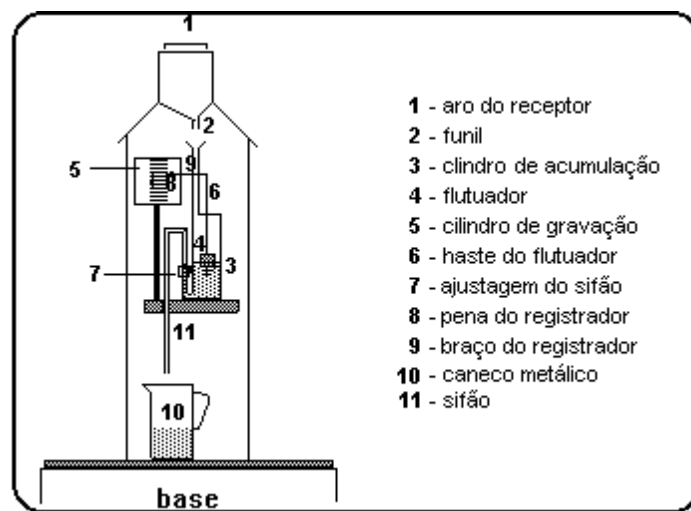


Figura II.3 - Esquema do pluviógrafo de Hellmann-Fuess

Durante uma precipitação sobre o receptor a água escorre por um funil metálico 2, até o cilindro de acumulação 3. Neste cilindro encontra-se instalado um flutuador 4 ligado por uma haste vertical 6 a um suporte horizontal 9, que por sua vez possui em sua extremidade uma pena 8 que imprime sobre o papel do cilindro de gravação 5 a altura acumulada de água no cilindro de acumulação 3. Deste último, também parte um sifão 11 que servirá para esgotamento da água quando esta atingir uma altura máxima, despejando o volume sifonado em um vasilhame 10 localizado na parte inferior da instalação. Essa altura máxima é função da capacidade de registro vertical no papel, ou seja, quando a pena atinge a margem limite do papel, imediatamente ocorre o esgotamento, possibilitando que a pena volte a margem inicial continuando o registro acumulado.

#### I.4. Intensidade de Chuva

É a quantidade de chuva por unidade tempo para um período de recorrência e duração previstos. Sua determinação, em geral, é feita através de análise de curvas que relacionam intensidade/duração/frequência, elaboradas a partir de dados pluviográficos anotados ao longo de vários anos de observações que antecedem ao período de determinação de cada chuva. Para localidades onde ainda não foi definida ou estudada a relação citada, o procedimento prático é adotar-se, com as devidas reservas, equações já determinadas para regiões similares climatologicamente.

#### II.5. Equações de Chuva

##### II.5.1. Expressões Típicas

As equações de chuva, que são expressões empíricas das curvas intensidade/duração/frequência, apresentam-se normalmente nas seguintes formas:

$$1) i = a / (t + b),$$

$$2) i = c / t^m,$$

$$3) i = a \cdot T^{-n} / (t + b)^r,$$

onde

$i$  - intensidade média em milímetros por minutos ou milímetros por hora;

$t$  - tempo de duração da chuva em minutos;

$T$  - tempo de recorrência em anos;

$a, b, c, d, e, m, n$  e  $r$  - parâmetros definidos a partir das observações básicas para elaboração da equação.

##### II.5.2. Exemplos Brasileiros

a) Cidade de São Paulo (Engos. A. G. Occhipintt e P. M. Santos)

- para duração de até 60 min

$$i = A/(t + 15)^r \text{ para } A = 27,96 \cdot T^{0,112} \text{ e } r = 0,86T^{-0,0114},$$

$i$  - mm/min e  $t$  - min

- para durações superiores

$$i = 42,23 \cdot T^{0,15} / t^{0,82}, \text{ } i \text{ - mm/h e } t \text{ - min};$$

b) Cidade do Rio de Janeiro (Eng<sup>o</sup> Ulisses M. A. Alcântara)

$$i = 1239 \cdot T^{0,15} / (t+20)^{0,74}, \text{ } i \text{ - mm/h};$$

c) Curitiba (Prof. P. V. Parigot de Souza)  
 $i = 99,154.T^{0.217}/(t+26)^{1.15}$ ,  $i$  - mm/min;

d) João Pessoa (Eng° J. A. Souza)  
 $i = 369,409.T^{0.15}/(t+5)^{0.568}$ ,  $i$  - mm/h (Figura II.4);

e) Sertão Oriental Nordestino ( Projeto Sertanejo - 19 )  
 $i = 3609,11.T^{0.12}/(t + 30)^{0.95}$ ,  $i$  - mm/h (Figura II.5);

f) Porto Alegre (Eng° C. Meneses e R. S. Noronha)  
 $i = a/(t+b)$ ,  $i$  - mm/min e com os valores de "a" e "b" variando com o tempo de recorrência pretendido:

T (anos)	a	b
5	23	2,4
10	29	3,9
15	48	8,6
20	95	16,5

g) DNOS - Chuvas intensas no Brasil (Eng° Otto Pfafstetter - 1957)

$$P = T^x [ at + b \cdot \log(1 + ct) ] \text{ onde } x = [ \alpha + ( \beta / T^\gamma ) ]$$

P - altura pluviométrica máxima em milímetros

T - período de retorno em anos

t - duração da chuva em horas

b - valor em função da duração da chuva

$\alpha, \beta, \gamma, a, b$  e  $c$  - valores constantes para cada posto de coleta de dados ( total de 98 postos) (Figura II.6)

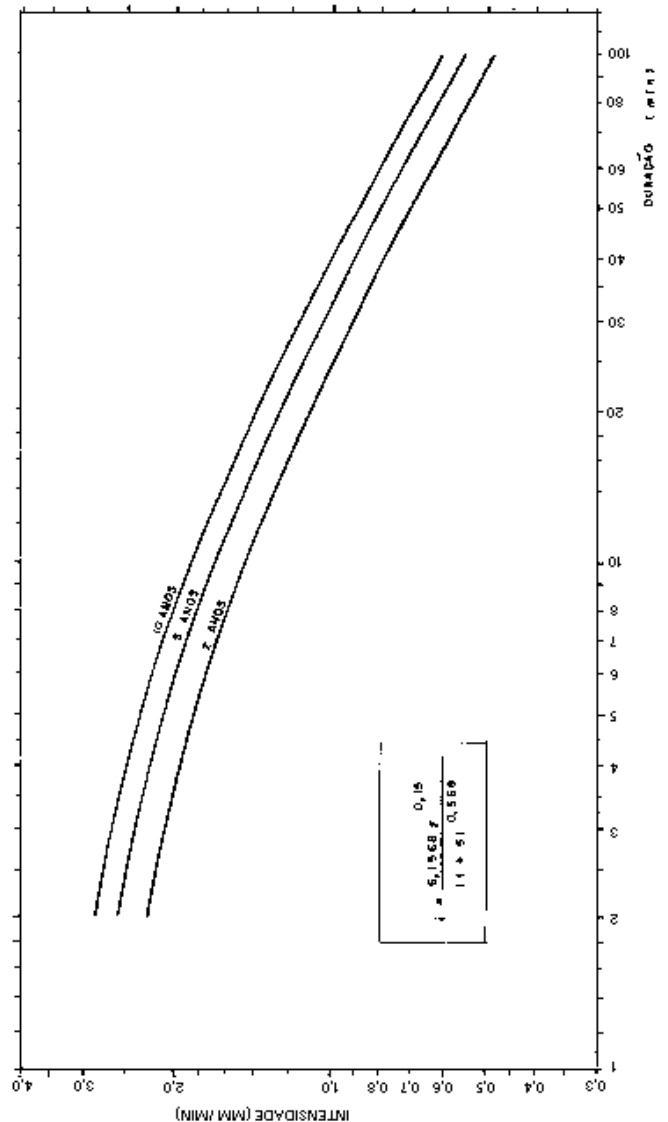
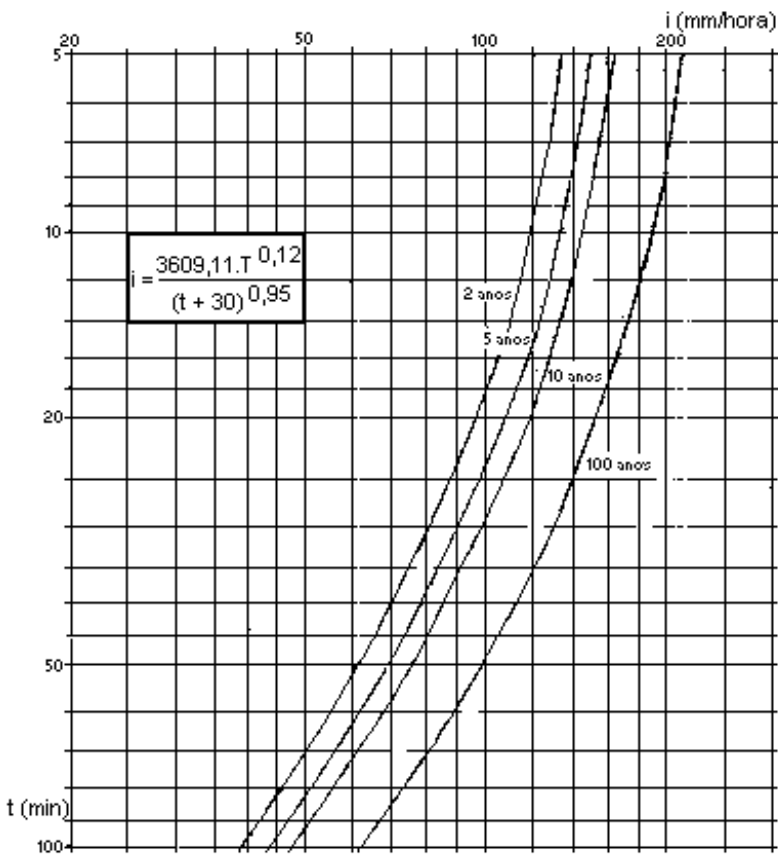


Figura II.4 - Equação para a cidade de João Pessoa (Engº J. A. Souza)

$$i = 369,409.T^{0.15}/(t+5)^{0.568}, i - \text{mm/h}$$

Figura II.5 - Equação de chuva para o Sertão Oriental Nordeste ( Projeto Sertanejo - 1978)

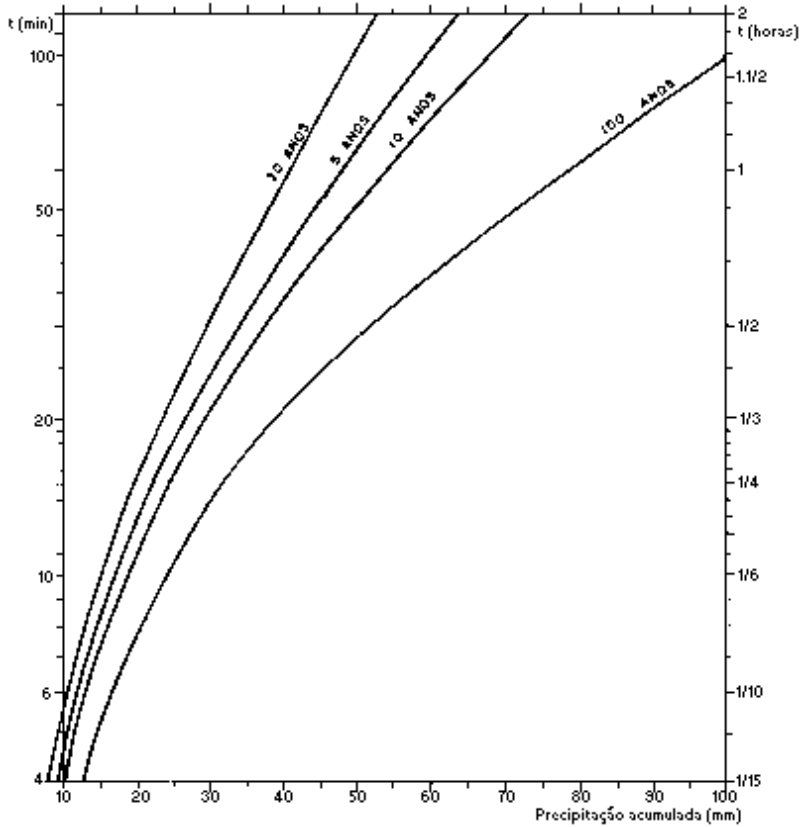


Figura II.6 - DNOS - Curva para a cidade de João Pessoa, Paraíba (Chuvvas intensas no Brasil - Engº Otto Pfafstetter - 1957)

## II.6. Exercícios

1. Por que as águas de drenagem superficial são fundamentalmente originárias de chuvas?
2. Comparar chuvas convectivas, orográficas e frontais.
3. Por que as medições de chuva são necessárias?
4. Por que os pluviógrafos são essencialmente instalados nas estações meteorológicas?
5. Explicar o funcionamento de um pluviômetro e de um pluviógrafo.
6. Por que os equipamentos de medição de chuva devem manter uma certa distância dos obstáculos horizontais e verticais?
7. O que é intensidade de chuva? Como se determina?
8. O que são equações de chuva? Qual a relação com a intensidade do fenômeno?
9. Fazer um gráfico que relacione intensidade com duração e frequência para a equação de chuva da cidade de Porto Alegre, citada no texto.