

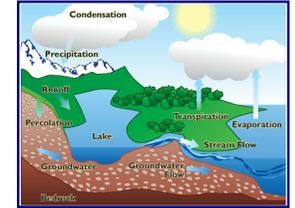
# HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS



**Variável aleatória**  
**Excepcionalidade dos fenômenos hidrológicos**  
**Probabilidade de não-excedência e período de retorno**

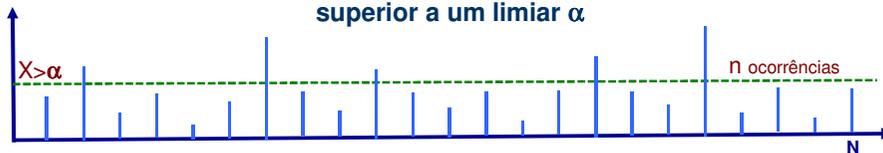
Excepcionalidade dos fenômenos hidrológicos. Probabilidade de não-excedência e período de retorno

- ✓ As variações temporais e/ou espaciais dos processos hidrológicos (... precipitação, escoamento, ...) são normalmente descritas através de **amostras de variáveis hidrológicas** ligadas a esses fenômenos.
- ✓ Muitas dessas variáveis têm natureza intrinsecamente **aleatória**.
- ✓ ... **variável aleatória** ... *variável exprimindo o resultado da contribuição de fatores aleatórios* ... constituída por valores/realizações independentes entre si e homogêneas.
- ✓ A partir de uma amostra é necessário extrair a informação necessária à construção do modelo hidrológico matemático, sendo que, estando-se em presença de variáveis aleatórias se pode recorrer a **modelos estatísticos**.
- ✓ Muito frequentemente, o **principal objetivo da hidrologia estatística é o de extrair conclusões válidas sobre o comportamento da população a que respeita uma dada variável hidrológica** – ou seja, extrair valores de projeto – somente a partir da informação contida na amostra dessa variável.
- ✓ Tais valores de projeto estão normalmente associados a **critérios de excepcionalidade**, expressos em termos de **períodos de retorno**.



Excepcionalidade dos fenômenos hidrológicos. Probabilidade de não-excedência e período de retorno

Seja **N** um período de anos de observações (**N** muito grande) durante o qual se registaram **n** ocorrências da variável aleatória com um valor superior a um limiar  $\alpha$



... qual a probabilidade de ocorrerem valores da variável aleatória menores ou iguais a  $\alpha$ ?

Excepcionalidade dos fenômenos hidrológicos. Probabilidade de não-excedência e período de retorno

Seja **N** um período de anos de observações (**N** muito grande) durante o qual se registaram **n** ocorrências da variável aleatória com um valor superior a um limiar  $\alpha$



... qual a probabilidade de ocorrerem valores da variável aleatória menores ou iguais a  $\alpha$ ?

$$F(X \leq \alpha) = \frac{N-n}{N} = 1 - \frac{n}{N}$$

Seja  $N$  um período de anos de observações ( $N$  muito grande) durante o qual se registaram  $n$  ocorrências da variável aleatória com um valor superior a um limiar  $\alpha$



... qual a probabilidade de ocorrerem valores da variável aleatória menores ou iguais a  $\alpha$ ?

$$F(X \leq \alpha) = \frac{N-n}{N} = 1 - \frac{n}{N}$$

Qual o período que, em média, separa ocorrências da variável aleatória superiores ou iguais a  $\alpha$ ?

Seja  $N$  um período de anos de observações ( $N$  muito grande) durante o qual se registaram  $n$  ocorrências da variável aleatória com um valor superior a um limiar  $\alpha$



... qual a probabilidade de ocorrerem valores da variável aleatória menores ou iguais a  $\alpha$ ?

$$F(X \leq \alpha) = \frac{N-n}{N} = 1 - \frac{n}{N}$$

Qual o período que, em média, separa ocorrências da variável aleatória superiores ou iguais a  $\alpha$ ?

**PERÍODO DE RETORNO:**

Seja  $N$  um período de anos de observações ( $N$  muito grande) durante o qual se registaram  $n$  ocorrências da variável aleatória com um valor superior a um limiar  $\alpha$



... qual a probabilidade de ocorrerem valores da variável aleatória menores ou iguais a  $\alpha$ ?

$$F(X \leq \alpha) = \frac{N-n}{N} = 1 - \frac{n}{N}$$

Qual o período que, em média, separa ocorrências da variável aleatória superiores ou iguais a  $\alpha$ ?

**PERÍODO DE RETORNO:**  $T = \frac{N}{n}$

**PERÍODO DE RETORNO**

$$T = \frac{N}{n}$$

$$F(X \leq \alpha) = \frac{N-n}{N} = 1 - \frac{n}{N}$$

$$F = 1 - n/N$$

$$1 - F = n/N$$

$$\frac{1}{1 - F} = N/n = T$$

**PERÍODO DE RETORNO**

$$T = \frac{N}{n}$$

$$F(X \leq \alpha) = \frac{N-n}{N} = 1 - \frac{n}{N}$$

$$T = \frac{1}{1-F}$$

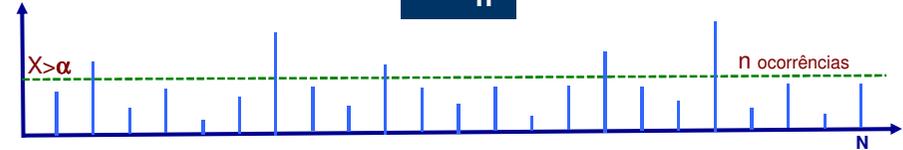
O período de retorno  $T$  em função da probabilidade de não excedência  $F$

$$F = 1 - \frac{1}{T}$$

A probabilidade de não excedência  $F$  em função do período de retorno  $T$

**PERÍODO DE RETORNO**

$$T = \frac{N}{n}$$

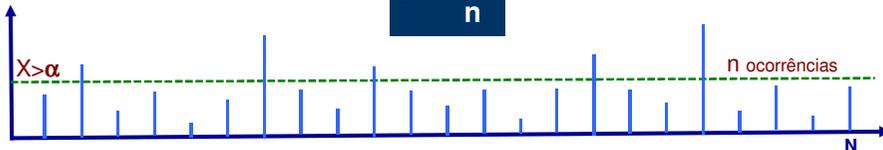


O conceito de período de retorno **NÃO CONTÉM** qualquer noção de periodicidade

A probabilidade do valor ocorrer em qualquer ano é a **probabilidade de ser excedido**, ou seja, é  $(1-F) = 1/T$ , de ocorrer em dois anos consecutivos  $(1/T)^2$  de ocorrer em três anos consecutivos  $(1/T)^3$

**PERÍODO DE RETORNO**

$$T = \frac{N}{n}$$

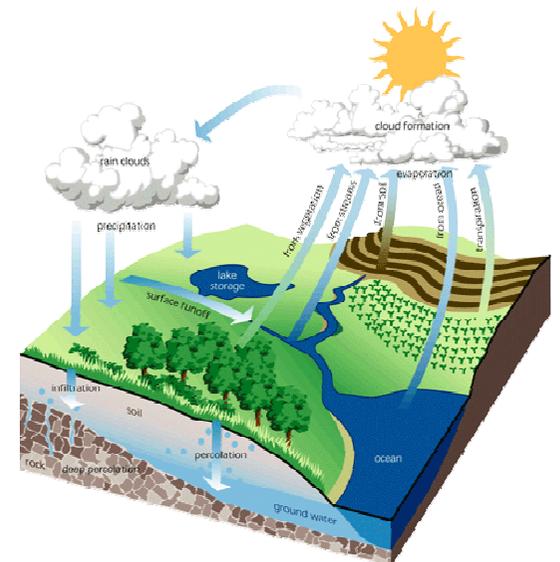


**RISCO HIDROLÓGICO, R:** Probabilidade de um acontecimento com dado período de retorno,  $T$ , ser excedido num período de  $N$  anos

- Probabilidade de nunca ser excedido em  $N$  anos:  $(1-1/T)^N$
- Probabilidade de ser excedido (uma, duas, ...  $n$  vezes) em  $N$  anos:  $R = 1 - (1-1/T)^N$

existe sempre risco de excedência!

**EXERCÍCIOS**  
12, 13 e 14



12. O hietograma acumulado de determinada precipitação é representado no seguinte quadro:

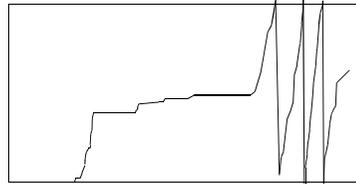
|         |   |    |    |    |    |    |    |
|---------|---|----|----|----|----|----|----|
| t (min) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| P (mm)  | 0 | 15 | 35 | 41 | 45 | 47 | 47 |

Determine a máxima intensidade média da precipitação,  $i$  (mm/h), em meia hora.

(R: 82 mm/h).

13. A figura representa um registo diário de um udógrafo de sifão. Sabendo que a escala vertical corresponde a 10 mm de precipitação estime, de modo aproximado, a precipitação nesse dia.

(R: aprox, 36 mm).



14. Em três postos udométricos com áreas de influência de 10, 20 e 30 km<sup>2</sup> sobre determinada bacia hidrográfica registaram-se em dado período de tempo precipitações de 12, 18 e 23 mm, respetivamente. Estime pelo método de Thiessen a precipitação sobre a bacia nesse período de tempo.

(R: 19.5 mm).