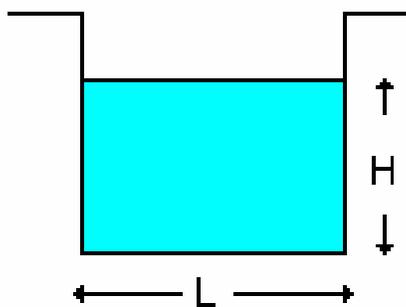


# Introdução

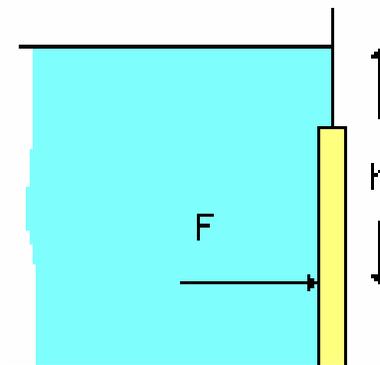
# 1

## PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA EM HIDROLOGIA

Fenômeno - MODELO MATEMÁTICO



$$Q = L.H^{3/2}$$



$$F = \gamma.h.A$$

Ênfase:

forma da expressão

relação entre :  $L$  e  $H \rightarrow Q$

$\gamma$ ,  $h$  e  $A \rightarrow F$

## HIDROLOGIA

" É a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua reação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas."

(Federal Council for Sciences and Technology)

- Definição muito ampla
- Tradicionalmente :
  - processos de **chuva e deflúvio**
  - outras etapas do ciclo hidrológico

### Precipitação e Vazão

→ modelos determinísticos ou probabilísticos?

Ex: Qual o total a ser precipitado na localidade "X".

$P = f(\text{umidade, pressão, direção e velocidade dos ventos, etc})$

- Informações valiosas
- Análise qualitativa (fraca, média, forte)
- Quantidade de chuva que irá precipitar (mm) ???
  - fenômeno aleatório!
  - leis das PROBABILIDADES

Outros fenômenos hidrológicos:

**Temperatura**  
**Ventos**  
**Insolação**  
**Evaporação**

→ Não podem ser conhecidos a priori

**Dificuldade do planejamento das atividades humanas**

Ex:

- dimensionamento do vertedouro de uma barragem
- zoneamento urbano
- drenagem urbana

Estimativa de **enchentes** com uma dada frequência nesta localidade

Falha de obras hidráulicas

- prejuízos materiais
- risco à vida humana
- construções de porte gigantesco - economicamente inviável

## O QUE FAZER?

Adotar um valor de vazão compatível com o **RISCO** que se está disposto a correr da obra vir a falhar

## PERÍODO DE RETORNO

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - k)^{\frac{1}{n}}}$$

onde: **n** - vida útil da obra

**k** - risco permissível

<b>k</b>	<b>vida útil da obra</b>			
	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>
0,01	100	4.975	9.950	19.900
0,99	1,01	11	22	44

Para:

$k = 0,01$  (1% de risco)

$n = 100$  anos



$T_r = 10.000$  anos (tabela)

## COMO?

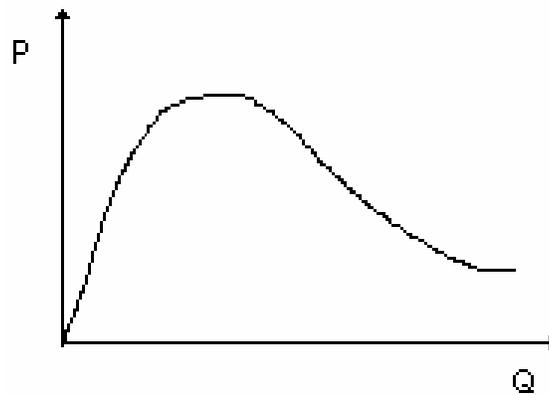
- séries históricas curtas
- precipitação e vazão

## O QUE FAZER?

Teoria das probabilidades desenvolveu **modelos teóricos** de probabilidades para processos hipotéticos que tivessem **determinadas características**

### **Normal, Gumbel, Lognormal, etc**

- amostra - dados observados (série histórica)
- análise estatística - parâmetros
- comparar as características dos dois processos - teórico e o natural
- selecionar modelos
- testar aderência
- escolher o modelo
- calcular a cheia máxima para um dado  $T_r$



## PROBABILIDADE e ESTATÍSTICA

Probabilidade e Estatística são dois conceitos distintos:

- **Probabilidade** = traduz em números a chance de um evento acontecer – entre **0** e **1**
- **Estatística** = dois significados distintos
  - Números específicos obtidos de dados

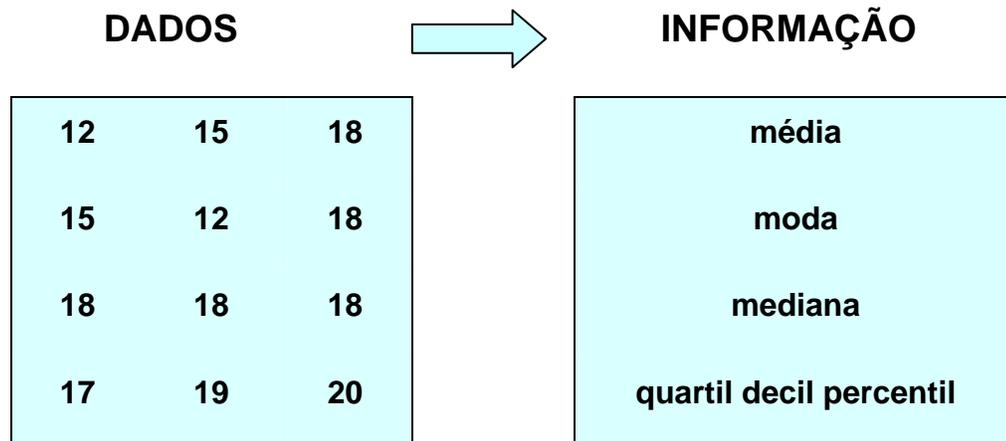
Ex: “Em uma pesquisa realizada com os usuários de água de uma determinada bacia, em 2003, observou-se que apenas 23% dos entrevistados tem outorga regularizada com a SRH”

Ex: “A série histórica de vazões do rio Caxitoré apresenta média anual de  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $CV=1,2$ ”

Ex: “O esgoto doméstico apresenta, em média, uma DBO de ...”

- Método de análise

**Estatística** = É uma técnica que trata da **COLETA, APRESENTAÇÃO, TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS**, tendo como objetivo a **GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO** para a tomada de decisão ou para a compreensão de um fenômeno



**NOÇÃO POPULAR DA ESTATÍSTICA** → Gráficos e tabelas

- campo que **organiza** e **descreve** os dados experimentais
- campo que se refere à **análise** e **interpretação**

*Para analisar e interpretar é preciso organizar e descrever*

Assim, a Estatística pode ser dividida em:

Estatística **Descritiva**

Estatística **Indutiva**

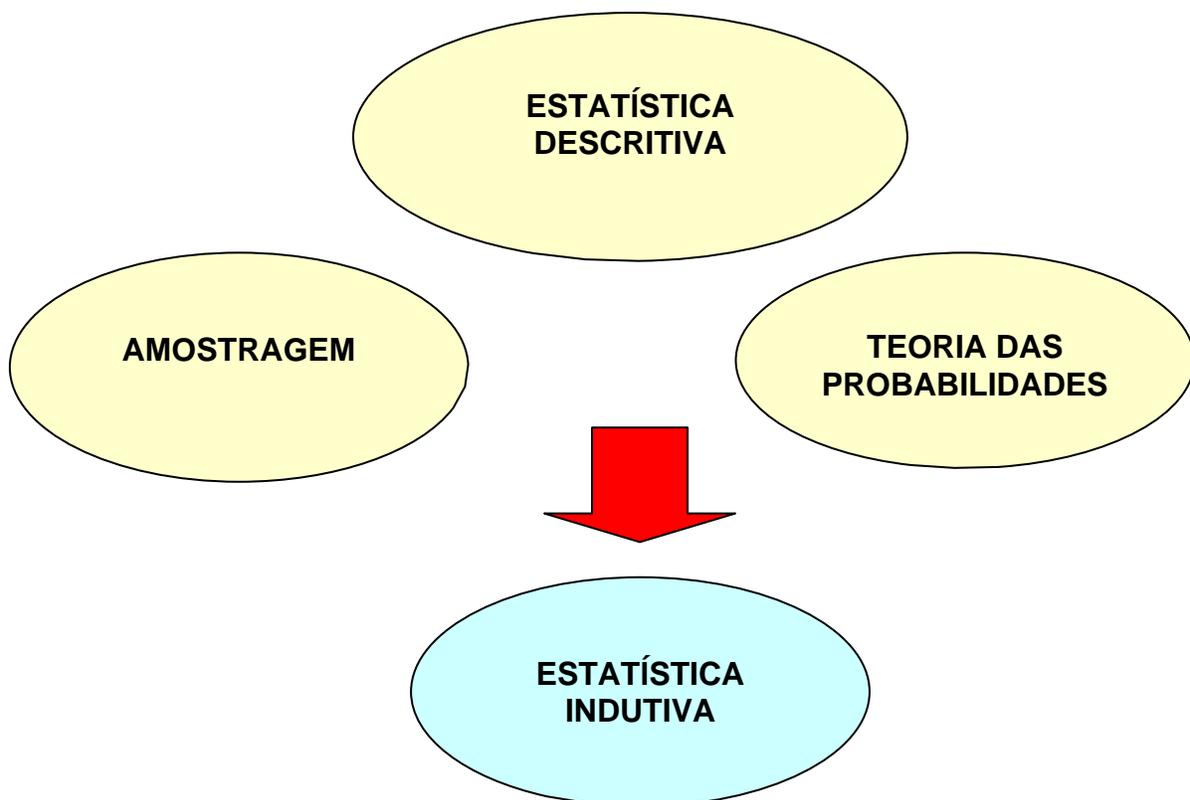
**ESTATÍSTICA INDUTIVA**

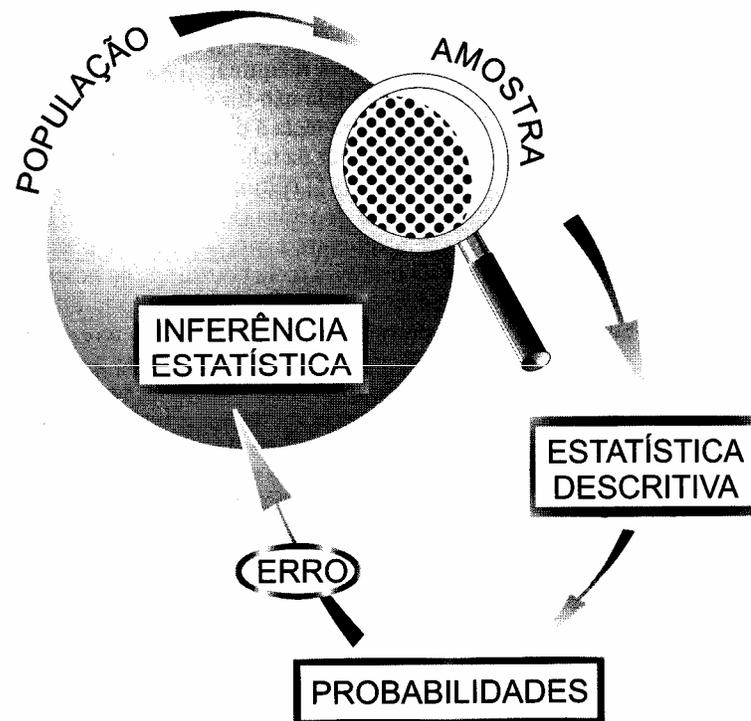
Partindo do conhecimento de **PARTE** tira-se conclusões do **TODO**

Tirar conclusões da **população** com base na **amostra**

## Estatística Indutiva

- nos diz até que ponto poderemos estar errados e **com que probabilidade**
  - Estimativa de parâmetros populacionais
  - Testes de Hipóteses
- Conceitos da **Teoria das Probabilidades**





## CONCEITOS BÁSICOS

### POPULAÇÃO x CENSO x AMOSTRA

#### População

- É uma coleção completa de todos os elementos a serem estudados

#### Censo

- É a coleção de dados relativos a todos os elementos de uma população

#### Amostra

- É um conjunto de elementos extraídos de uma população

## POPULAÇÃO

- É o conjunto de elementos pelo menos 1 característica em comum

Ex: **Situação sócio-econômica dos alunos da UFC**

População: **todos** os alunos da UFC

**SIMPLES?!**

dúvidas: vale os que se formaram?

vale os que ainda vão entrar?

→ **Depende do objetivo da pesquisa!**

**população = f ( finalidade do estudo )**

Uma vez caracterizada a **população**  
passo seguinte → **levantamento dos dados**

## COLETA DE DADOS

- difícil ou impossível
  - custo
  - tempo necessário
  - inexistentes (séries históricas)

Devemos limitar as observações a **parte** da população

**AMOSTRA** ( finita)

***todos seus elementos serão estudados***

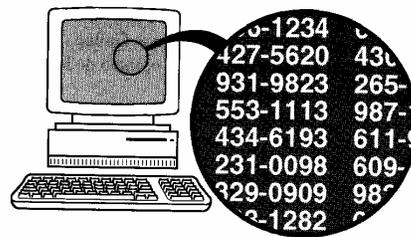
## AMOSTRA

Cuidados:

Tamanho da amostra = f (variabilidade)

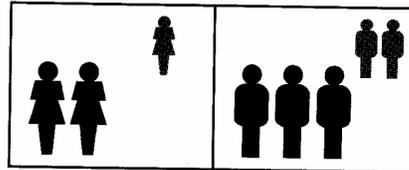
Representatividade

### TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM



#### Amostragem Aleatória

Cada elemento da população tem a mesma chance de ser escolhido. Em geral utilizam-se computadores para gerar números de telefone aleatórios.



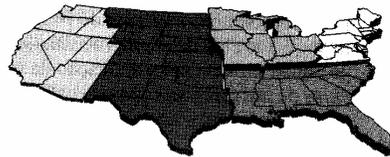
#### Amostragem Estratificada

Classificar a população em, ao menos, dois estratos e extrair uma amostra de cada um.



#### Amostragem Sistemática

Escolher cada elemento de ordem k.



#### Amostragem por Conglomerado

Dividir em seções a área populacional, selecionar aleatoriamente algumas dessas seções e tomar todos os elementos das mesmas.



#### Amostragem de Conveniência

Utilizar resultados de fácil acesso.

Fig. 1-2 Métodos comuns de amostragem.

## PARÂMETRO x ESTATÍSTICA

**Parâmetro** – é uma medida numérica que descreve uma característica de uma *população* (Ex:  $\mu$  e  $\sigma$ )

**Estatística** – é uma medida numérica que descreve uma característica de uma *amostra* (Ex:  $\bar{X}$  e  $S$ )

## VARIÁVEL ALEATÓRIA

Qual a característica dos dados que se quer estudar?

Ex: **Experimento: medir a quantidade de chuva no pluviômetro "x"**

Variável 1: **valor precipitado** (diário/ mensal/ anual)

Variável 2: **forma** ( forte, fraca, moderada )

Variável 3: **nº de dias** consecutivos sem chuva no mês de março

variável aleatória {  
qualitativa  
quantitativa

variável aleatória {  
discreta  
contínua