



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
CAMPUS DE JI-PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

DEEA  
Departamento de Engenharia Ambiental

## Estatística II

Prof.<sup>a</sup> Renata Gonçalves Aguiar

## Objetivos


### Primeiro Objetivo

Promover a pesquisa, o desenvolvimento do conhecimento técnico e científico nas suas diferentes áreas para formação de profissionais aptos a utilizar as técnicas estatísticas em sua área de trabalho.

## Objetivos

### Segundo Objetivo

Enfatizar a importância da divulgação científica.



Fonte: lumbric.com

## Planejamento

[www.renata.aguiar.dea.unir.br](http://www.renata.aguiar.dea.unir.br)  
Arquivos – Estatística II




## Horário

Aula: 14 h às 17 h 40.

Atendimento extraclasse: segundas-feiras  
das 08 h 30 às 11 h 30.

Laboratório de Saneamento Ambiental – Piso 1 do DEA




Fonte: pensadorfun.com.br

## Monitoria

Segundas-feiras: 08 h às 11 h 40  
Local: sala 1 do piso 2

Quintas-feiras: das 18 h 30 às 22 h  
Local: sala 4 do piso 2



Fonte: pensadorfun.com.br

## Cronograma

Turno	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>Manhã</b>	Atendimento aos docentes das 8 h 30 às 11 h 30 Orientação IC* e TCC* Local: Lab. SANEAM	Preparar Aula	Atividades acadêmicas diversas	Preparar Aula	Atividades referentes aos projetos de pesquisa Local: LBA
<b>Tarde</b>	Atividades acadêmicas diversas	Ministrar Estatística II Local: piso 2 da EA	Atividades referentes aos projetos de pesquisa	Ministrar Estatística I Local: piso 2 da EA	Reuniões do DEA LBA Orientação IC* e TCC* Local: Lab. SANEAM DEA LBA

Disponível na página pessoal

7

## Lembrar

Sempre trazer o computador para as aulas.

8

## Relembrar

Perguntas no início da aula de um artigo e/ou matéria da aula.

9

## Acordo

De suma importância para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Uso de celular e do computador em sala de aula apenas em atividades programadas.

10

## I Distribuições Amostrais

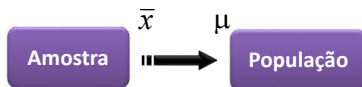
## Importante

Trabalhamos apenas com Estatística Paramétrica nesta disciplina.

12

## Estimativa por Ponto

Na estimativa por ponto usamos os dados da amostra para calcular um valor de uma estatística da amostra que serve como uma estimativa de um parâmetro da população.



13

## Estimativa por Ponto

Estimativa por ponto é igual a parâmetro?

14

## Parâmetro

É a medida numérica para descrever a característica de interesse de uma população, que usualmente é representada por letras do alfabeto grego ( $\mu$ ,  $\sigma$ , etc.).

15

## Estatística

É a medida numérica para descrever a característica de interesse de uma amostra, que usualmente é representada por letras do alfabeto ( $\bar{x}$ ,  $s$ , etc).

Também definidos por estimadores por ponto.

16

## Estimativa por Ponto

Nenhuma das estimativas por ponto é exatamente igual aos parâmetros da população. Essa variação é esperada porque somente uma amostra e não um censo da população inteira está sendo empregado para desenvolver a estimativa.

17

## Amostra Enviesada

Uma amostra que não seja representativa da população diz-se enviesada e a sua utilização pode dar origem a interpretações erradas.

18

### Erro Amostral

É a diferença entre o resultado amostral e o verdadeiro resultado da população. Tais erros resultam das flutuações amostrais devidas ao acaso.

$$|\bar{x} - \mu| \quad |s - \sigma| \quad |\bar{p} - p|$$

19

### Erro Amostral

Essa diferença sempre ocorre, independente de quão bem o plano amostral tenha sido elaborado e posto em prática, sob as melhores intenções do pesquisador, sem que ocorram desonestidades ou erros.

20

### Erro não-amostral

Ocorre quando os dados amostrais são coletados, registrados ou analisados incorretamente.

- Seleção de uma amostra tendenciosa
- Uso de um instrumento de medida defeituoso
- Cópia incorreta dos dados

21

### Para refletir...

Como é possível fazer generalizações de uma amostra para uma população dada a presença do erro amostral?

22

### Réplicas

Ainda precisamos calcular a magnitude do erro.

23

### Distribuição Amostral

Plantada a semente vamos construir o conceito de distribuição amostral.

24

## Distribuição Amostral

Para qualquer conjunto de dados da população, existe somente um único valor de  $\mu$ . Entretanto, não podemos dizer o mesmo em relação à média aritmética da amostra.

25

## Distribuição Amostral

Podemos esperar que diferentes amostras com mesmo tamanho, extraídas a partir da mesma população, produzam diferentes valores para a média da amostra. Desta forma, a média da amostra é uma variável aleatória.

26

## Distribuição Amostral

Portanto, tal como outras variáveis aleatórias, a média da amostra possui uma distribuição de probabilidades, que é mais usualmente chamada de distribuição de amostragem de  $\bar{x}$ .

27

## Distribuição Amostral de Médias - DAM

É a distribuição de probabilidade de todos os valores possíveis da média da amostra.

28

## Exercício Prático

Amostragem aleatória da temperatura do ar da Reserva Biológica do Jaru com diferentes tamanhos amostrais.



29

## Situação-problema 1

### Exemplo

Estudo hipotético calculou a quantidade média anual de dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) presente no ar de cidades brasileiras, baseado na coleta de dados de 100 cidades contendo cada conjunto 200 medidas.

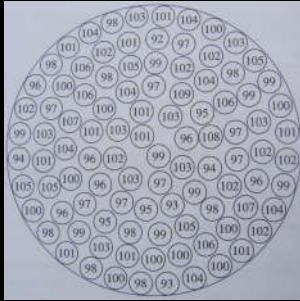
30

## Situação-problema 1

De acordo com o Conama n. 003/1990 para manter um padrão de qualidade do ar no Brasil a quantidade de  $\text{NO}_2$  deve ser da ordem de  $100 \mu\text{g m}^{-3}$  (média anual).

31

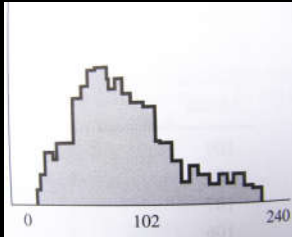
## Analisando os resultados



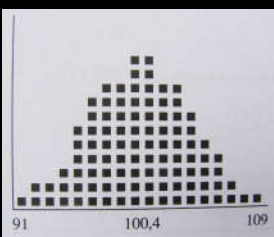
Nota: cada média representa uma amostra de 200 medidas.  
Os 100 valores têm  $\bar{x} = 100,4 \mu\text{g m}^{-3}$ .

**Figura 1** – Média anual de  $\text{NO}_2$  presente no ar de 100 cidades extraídas aleatoriamente de uma população hipotética com  $\mu = 99,75 \mu\text{g m}^{-3}$ .  
Fonte: Barbetta (2002).

## Analisando os resultados



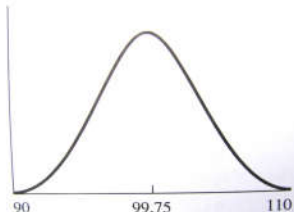
**Figura 2** – Distribuição da amostra de uma cidade ( $n = 200$ ).  
Fonte: Barbetta (2002).



**Figura 3** – Distribuição amostral observada (para 100 cidades).  
Fonte: Barbetta (2002).

## Característica de uma DAM

1. A DAM tende para uma curva normal.



**Figura 4** – Distribuição amostral da média.  
Fonte: Barbetta (2002).

34

## Característica de uma DAM

2. A média de uma DAM (a média das médias) é igual à verdadeira média populacional.

35

## Característica de uma DAM

3. O desvio padrão de uma DAM é menor do que o da população.

A média amostral é mais estável do que os escores que a compõem.

36

## Valor Esperado de $\bar{x}$

O valor esperado de  $\bar{x}$  iguala-se à média da população a partir da qual a amostra é extraída.

$$E(\bar{x}) = \mu$$

37

## Desvio Padrão de $\bar{x}$

Depende da população ser finita ou infinita.

População Finita	População Infinita
$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$	$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$\sigma$  = desvio padrão da população

$N$  = tamanho da população

$n$  = tamanho da amostra

38

## Desvio Padrão de $\bar{x}$

O desvio padrão da distribuição amostral de médias,  $\sigma_{\bar{x}}$ , é também conhecido como erro padrão da média.

39

## Nota

Sempre que a população for finita e o tamanho da amostra for menor ou igual a 5% do tamanho da população, isto é  $n/N \leq 0,05$ , deve-se usar a expressão definida para a população infinita para calcular o desvio padrão de  $\bar{x}$ .

40

## Nota

Se o desvio padrão da população for desconhecido utilizaremos o desvio padrão da amostra para encontrar o desvio padrão da média.

41

## Teorema do Limite Central

## Teorema do Limite Central

Preconiza que a distribuição de amostragem é aproximadamente normal, independentemente do formato da distribuição da população, sempre que o tamanho da amostra for grande.

## Teorema do Limite Central

1. A distribuição das médias amostrais  $\bar{X}$ , irá se aproximar de uma distribuição normal à medida que  $n$  aumentar.
2. A média de todas as médias amostrais é a média  $\mu$  da população.

## Teorema do Limite Central

3. O desvio padrão de todas as médias amostrais é  $\sigma/\sqrt{n}$ .

## Despertando o(a) Engenheiro(a) Ambiental



## Convite




## Convite

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
CAMPUS DE JI PARANÁ

**Atividade em Comemoração ao Dia da Arvore**

Convidamos todos os servidores, acadêmicos e demais colaboradores para participar de uma ação na Praça Jardim dos Migrantes no dia 21.09.2018 (sexta-feira), das 17 h às 20 h, em comemoração ao Dia da Arvore.

**Objetivo:** - Doar mudas de árvores para arborização, frutas, flores e recolher o lixo da praça.

**Importante**

Quem quiser participar da atividade terá de fazer alguns (discos), farei a chamada no início do semestre.

- Contribuir com doações de mudas de flores e sacos plásticos de 50 e 100 L.
- Pedimos que façam as mudas com antecâmara para que algumas estejam floridas no dia da ação.
- As mudas de flores e os sacos plásticos devem ser entregues até o dia 17.09.2018.
- Entregar para o servidor da Arámina St. Edison nos corredores da UNIR.
- Plantar as mudas de preferência em recipientes como caixas de leite e garrafas pet.
- Especificar o nome da planta, quando possível, e informar se deve ser disposta em local sombreado ou ensolarado.

Contamos com sua imprescindível colaboração!



## Artigo para a aula do dia 07.08

### Itens Essenciais em Bioestatística

Ângela Tavares Poes

São Paulo, SP

Ler sobre o intervalo de confiança por hora.

Disponível na página pessoal

49

## Lista 1

Disponível na página pessoal

Prof.<sup>a</sup> Renata Gonçalves Aguiar

Instituição Federal de Brasília - IBR - Departamento de Engenharia Ambiental - DEA



50

## Situação-problema 2

Considere que a concentração de NO<sub>2</sub> presente no ar em 30 cidades tem distribuição N (99,31; 23,59). Com base na amostra abaixo, encontre a probabilidade de que em um dado dia a concentração de NO<sub>2</sub> presente no ar dessas cidades exceda o limite regulatório de 100 µg m<sup>-3</sup>.

47	82	92	102	110	121
49	86	93	105	111	124
61	87	95	108	113	129
70	90	98	109	115	140
79	91	99	109	120	145

$$z = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\sigma_{\bar{x}}}$$

51

## Referências

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à Administração e Economia**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 5. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 003/1990**, de 28 de junho de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

52

## Referências

BUSSAB, W.O.; MORRETIN, P.A. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 2003.

CALLEGARI-JACQUES, S. **Bioestatística: princípios e aplicações**. São Paulo: ARTMED, 2003.

COSTA, S. F. **Introdução ilustrada à Estatística**. 4. ed. São Paulo: Harbra, 2005.

CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 17. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

53

## Referências

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística aplicada: Economia, Administração e Contabilidade**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

54

## Referências

SPIEGEL, M. R. **Estatística**: resumo da teoria, 975 problemas resolvidos, 619 problemas propostos. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

VIEIRA, S. **Análise de Variância (ANOVA)**. São Paulo: Atlas, 2006.

55