



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo





NOÇÕES BÁSICAS DE ESTATÍSTICA



Ten Isabela - Estatística



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo





OBJETIVO:

Conhecer alguns conceitos básicos de estatística utilizados no cálculo de Capacidade de Setores.



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





ROTEIRO:

- Amostragem - Conceitos básicos;
- *Outlier* (valores atípicos);
- Técnicas de amostragem utilizadas para o cálculo de capacidades ATC; e
- Exercícios.



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo





TÉCNICA DE AMOSTRAGEM

CONCEITO

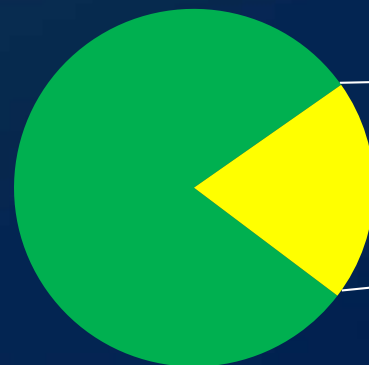
Processo de escolha de elementos que pertencem a uma população.

UTILIDADE

Alto custo para pesquisar todo o contingente de elementos da população.

POPULAÇÃO

AMOSTRA



Afirmações e inferências



Departamento de Controle do Espaço Aéreo





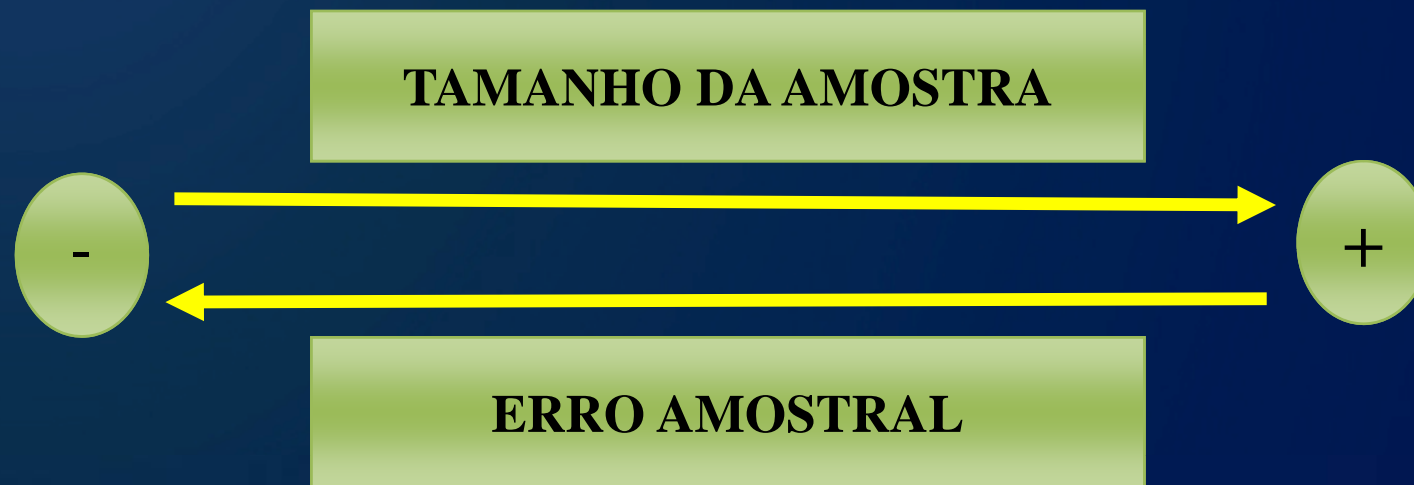
AMOSTRAGEM ALEATÓRIA OU PROBABILÍSTICA

- Os resultados obtidos numa pesquisa elaborada a partir de amostras **não são rigorosamente exatos** em relação ao universo.
- Esses resultados apresentam um erro de medição denominado **erro amostral (ϵ)**.
- Não podemos evitar a ocorrência do erro amostral, porém **podemos limitar seu valor** através da escolha de uma **amostra de tamanho adequado**.





O erro amostral e o tamanho da amostra seguem sentidos contrários.



Normalmente, o erro máximo tolerável mais utilizado em pesquisas é de 5%.





Questionamentos

População e objeto de análise

Grau de confiança e erro amostral

Amostra aleatória ou probabilística

Tamanho da amostra

Resultados

Custo e tempo de trabalho

Controle da confiabilidade e do erro

Análise de *outlier*

Amostra mínima





Outlier:

➤ As observações que diferem das demais são, geralmente, chamadas de valores atípicos (*outliers*).

❖ *Box Plot* – metodologia utilizada para identificar valores extremos e assim determinar sua eliminação ou não da amostra coletada.

Análise de outlier

Manter

Decisão

Excluir





AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES PARA POPULAÇÃO INFINITA

Utilizada para obter quantidade mínima de **COMUNICAÇÕES**.

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{\varepsilon} \right)^2$$

n = Tamanho da amostra;

$Z_{\alpha/2}$ = Nível de confiança escolhido (95%), expresso por 1,96;

σ = Desvio-padrão populacional; e

ε = Erro máximo permitido.

OBS: Qualquer valor obtido pela fórmula inferior a **30** deve ser aumentado para 30.



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo



AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES PARA POPULAÇÃO FINITA

Utilizada para obter quantidade mínima de **CONTROLADORES e AERONAVES.**

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{\varepsilon^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}$$

n = Tamanho da amostra;

$Z_{\alpha/2}$ = Nível de confiança escolhido;

p = Proporção populacional de indivíduos que pertence à categoria de interesse;

q = Proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria de interesse ($q=1-p$);

N = Tamanho da população; e

ε = Erro máximo permitido.



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo



Exercícios



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo



Exercício 1:

➤ Qual é a relação entre o Erro Amostral e o Tamanho da amostra?

Solução:

Quanto maior o tamanho da amostra, menor será o erro amostral e vice-versa.





Exercício 2:

➤ Qual medida deve ser tomada ao identificar a presença de um *outlier* na amostra?

Solução:

Analisar se deve manter ou excluir o dado da amostra.



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo



Exercício 3:

➤ Usando um grau de confiança de 95% e o erro máximo tolerável de 5%, qual é o mínimo de comunicações a serem ouvidas para o cálculo da capacidade ATC de um setor onde o desvio padrão é 9,5?

Solução:

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{\varepsilon} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \cdot 9,5}{5} \right)^2 = 13,87 \approx 14$$

OBS: Qualquer valor obtido pela fórmula inferior a 30 deve ser aumentado para 30.



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo



Exercício 4:

➤ Para calcular a capacidade de um determinado setor, qual é a amostra mínima de controladores, sabendo que $p=0,3$, o total de controladores é 100, o grau de confiança é de 95% e o erro máximo tolerável é de 5%?

Solução:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{\varepsilon^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 100}{0,05^2 \cdot (100 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,3 \cdot 0,7} = 76,52 \cong 77$$





Exercício 5:

➤ Quantas aeronaves devem ser pesquisadas para o cálculo de capacidade de um setor, sabendo que $p=0,2$, o total de aeronaves é 150, o grau de confiança é de 95% e o erro máximo tolerável é de 5%?

Solução:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{\varepsilon^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,2 \cdot 0,8 \cdot 150}{0,05^2 \cdot (150 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,2 \cdot 0,8} = 93,4 \cong 94$$





Gerenciar para que todos possam voar.



Departamento de Controle
do Espaço Aéreo

