

# Introdução à Tecnologia de Amostragem

Prof. Caio Azevedo

# Introdução

- Estatística: área do conhecimento/Ciência que trata de metodologias (análise de dados) apropriadas para se coletar, organizar e analisar dados.
- A Estatística incorpora elementos de [Probabilidade](#), Matemática ([Cálculo Diferencial e Integral](#), [Álgebra de Matrizes](#), [Teoria da Medida](#), [Análise Funcional](#) etc), [Computação](#) e [Ciência de dados](#) (envolve outras formas de análise de dados), desenvolvendo (novas) metodologias.
- A Estatística é uma ferramenta muito importante na resolução de problemas levantados em diversas áreas: Biologia, Psicometria, Educação, Medicina, Física, Computação entre outras.
- É importante que o Estatístico participe de todas as etapas de um estudo (pesquisa/consultoria).

# Etapas para a resolução de um problema

- 1 Determinação do problema/objeto de estudo (incluindo a população de interesse).
- 2 Determinação dos objetivos (gerais e específicos).
- 3 **Determinação do tamanho da amostra-delineamento amostral/experimental.**
- 4 **Levantamento dos dados: entrevistas, experimento, coleta de dados etc.**
- 5 **Análise Descritiva.**
- 6 **Análise Inferencial (Modelos de regressão).**
- 7 **Conclusões e elaboração dos relatórios/artigos/trabalhos pertinentes.**

Pode-se retornar a pontos anteriores ou mesmo avançar, desconsiderando-se alguns pontos, consoante a necessidade.

# Pré-requisitos

- Cálculo diferencial e integral: [Cálculo I](#), [Cálculo II](#).
  - Probabilidade I : [página do curso de Probabilidade I](#)
  - Probabilidade II : [página do curso de Probabilidade II](#)
- Inferência (conceitos e alguns resultados): [página do curso de ME 419/ME 420](#), Inferência para o Mestrado ([MI402](#)).

# Motivação

- “**Surveys**” - **levantamento de dados**, obtidos através de: pesquisas de opinião, entrevistas, questionários, e-mail, enquetes etc.
- “**Research**” - **pesquisas experimentais**, obtidos através de experimentos científicos: desenvolvimento e testes sobre vacinas, mensuração do conhecimento de indivíduos.
- “Dados não planejados/não estruturados (dados orgânicos)” - não possuem estrutura usual de banco de dados (“planilhas”), em geral obtidos sem um delineamento/planejamento rigoroso(s): informações de consumidores em sites de vendas (Amazon), informações sobre professor/alunos em aulas on-line (modelo corrente na Unicamp), textos (veja também o material sobre Big Data enviado via moodle).

# Motivação

- Para qualquer um dos três tipos de dados anteriores é possível utilizar técnicas de amostragem. O que seria isso?
  - Coletar/organizar os dados sob planos amostrais apropriados (complexos).
  - Levar em consideração a estrutura desses planos na análise de dados (estimativas pontuais, intervalares, testes de hipótese, modelos de regressão etc)
- Consideraremos os dois pontos acima, no curso, pensando estimação em testes de hipótese (semelhante ao que é feito no curso de Noções de Estatística).

# Motivação

- **Ponto de partida:** qual(ais) é (são) a(s) população(ões) de interesse? Quais são as questões relevantes com relação à população de interesse?
- **População:** conjunto de elementos com características semelhantes.
- **Amostra:** subconjunto da população.
- **Variável:** característica de interesse relacionada a cada elemento da população (amostra).
- **Parâmetro:** característica de interesse relacionada à população (ou parte dela) como um todo (ou da amostra).

# Populações infinitas (modelagem clássica)

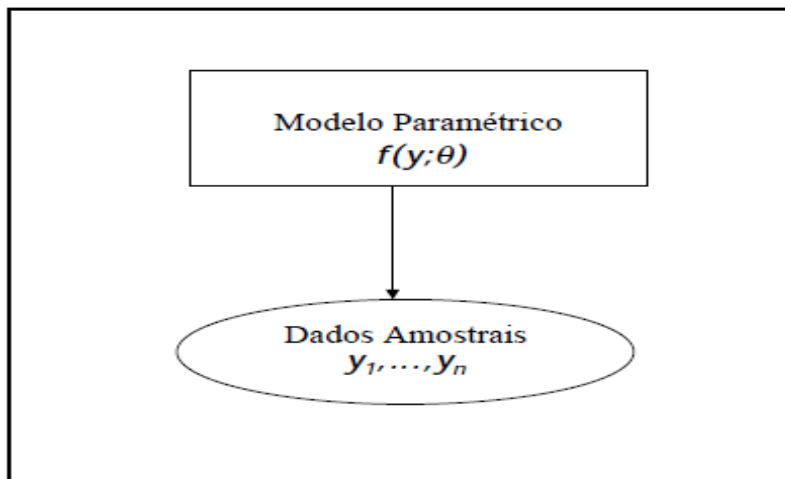
- Obter conclusões acerca de parâmetros (de uma ou mais populações) com base em uma amostra (ou mais de uma).
- Usualmente: cada elemento tem a mesma probabilidade de ser selecionado.
  - Interesse: amostra aleatória  $Y_1, \dots, Y_n$  (conjunto de possíveis valores observados), regida por alguma distribuição de probabilidade (paramétrica).
  - Inferência a respeito dos parâmetros dessa distribuição.
  - Métodos de estimação, construção de IC's e testes de hipótese.
- Usualmente feito na disciplina de Inferência ([link 1](#), [link 2](#)).



# Populações infinitas (modelagem clássica)

Objeto	Descrição
Dados Amostrais	$Y_1 \quad \dots \quad Y_n$ $\downarrow \quad \dots \quad \downarrow$ $y_1 \quad \dots \quad y_n$
Modelo paramétrico/hipóteses	$Y_1, \dots, Y_n$ variáveis aleatórias IID com distribuição $f(y; \theta)$ , onde $\theta \in \Theta$
Objetivo	Inferir sobre $\theta$ usando as observações $y_1, \dots, y_n$

## Populações infinitas (modelagem clássica)



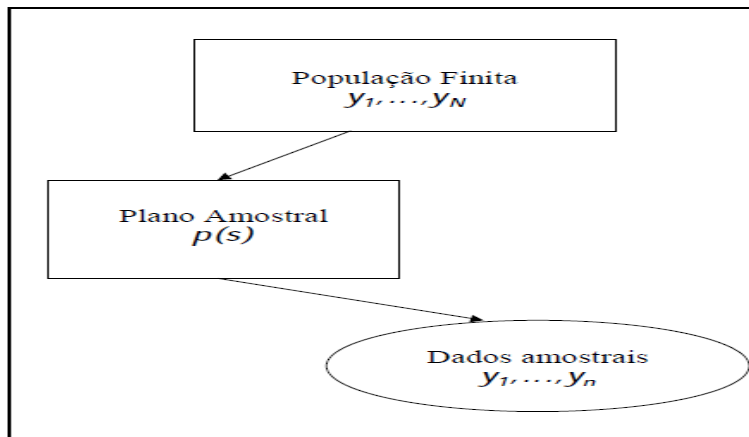
# Populações finitas (modelagem probabilística)

- População composta por  $N$  elementos.
- Define-se alguma característica de interesse dessa população: média, variância, total, coeficiente de variação etc, associados a alguma variável cujos valores na população são dados por  $y_1, \dots, y_N$ .
- Processo de amostragem: cada elemento pode ou não ter a mesma probabilidade de ser selecionado.
  - Interesse: amostra aleatória (selecionado segundo algum **plano amostral** ( $\mathbf{PA} \equiv p(s) \equiv P(s)$ ))  $Y_1, \dots, Y_n$  (conjunto de possíveis valores observados). Pode se considerar, a rigor, que a amostra é aleatória simples com reposição ( $AAS_c$ ), embora na prática, não o seja.
  - Probabilidades de ocorrência de cada amostra: **função do plano amostral**.
  - Inferência a respeito dos parâmetros da população de interesse.
  - Estimadores definidos com base nos parâmetros populacionais.

# Populações finitas (modelagem probabilística)

Objeto	Descrição
	$Y_1 \quad \dots \quad Y_n$
Dados Amostrais	$\downarrow \quad \dots \quad \downarrow$
	$y_1 \quad \dots \quad y_n$
Modelo/hipóteses	extraídos de $y_1, \dots, y_n$
Objetivo	Inferir sobre funções $g(y_1, \dots, y_n)$ usando $y_1, \dots, y_n$

# Populações finitas (modelagem probabilística)



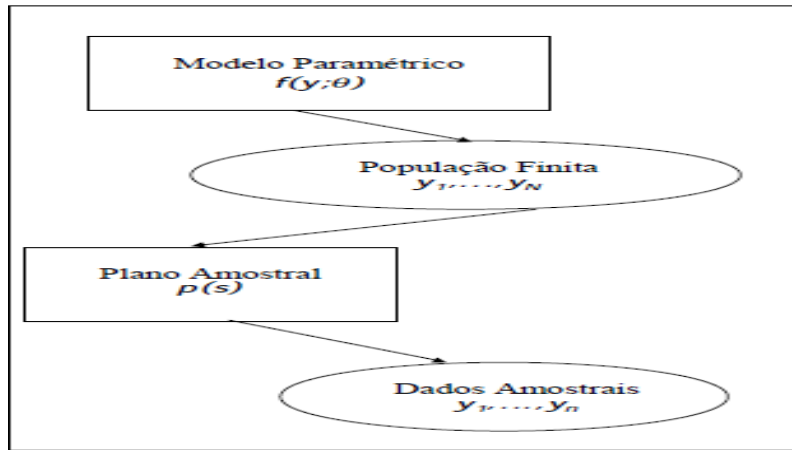
# Populações finitas (modelagem de superpopulação)

- Consideramos, essencialmente, a situação anterior de população finita.
- Mas, neste caso, os valores populacionais  $y_1, \dots, y_N$ , são consideradas como observações ou realizações das variáveis aleatórias  $Y_1, \dots, Y_N$  supostas IID com distribuição  $f(\cdot; \theta)$ , em que  $\theta \in \Theta$ .
- Utilizando um plano amostral definido por  $p(s)$ , obtemos os valores na amostra  $y_1, \dots, y_n$ .
- A partir de  $y_1, \dots, y_n$  (não considerados IID, em geral) queremos fazer inferências sobre o parâmetro  $\theta$ .
- Temos, assim, uma combinação entre as duas modelagens anteriores.

# Populações finitas (modelagem de superpopulação)

Objeto	Descrição
Dados Amostrais	$Y_1 \quad \dots \quad Y_n$
	$\downarrow \quad \dots \quad \downarrow$
	$y_1 \quad \dots \quad y_n$
População e esquema de seleção	Extraídos de $y_1, \dots, y_N$ segundo $p(s)$
Modelo para a população	$Y_1, \dots, Y_N$ variáveis aleatórias IID com distribuição $f(y; \theta)$ , em que $\theta \in \Theta$
Parâmetro-alvo	associar $\theta \leftrightarrow g(Y_1, \dots, Y_N)$
Objetivo	Inferir sobre $g(y_1, \dots, y_N)$ a partir de $y_1, \dots, y_n$ usando $p(s)$

# Populações finitas (modelagem de superpopulação)





## Estrutura geral (exemplo)

- População alvo: população de interesse. **Exemplo: pessoas residentes no Brasil no mês de Agosto de 2011.**
- População referenciada: subconjunto da população alvo para a qual está disponível um **sistema de referência (cadastro que permita implementar o plano amostral)**. **Exemplo: pessoas residentes no Brasil no mês de Agosto de 2011 das quais se possui o endereço correto.**
- População amostrada: subconjunto da população referenciada da qual, efetivamente, é possível retirar uma amostra. **Exemplo: pessoas residentes no Brasil no mês de Agosto de 2011 das quais se possui o endereço correto e não residem em localidades de difícil acesso.**

## Estrutura geral cont.

- Sistema de referência: banco de dados contendo informações sobre os elementos da população referenciada (organizado de modo a permitir implementar o PA).
- Unidade elementar: elemento da população portadora das informações de interesse. **Exemplo: Eleitor brasileiro.**
- Unidade amostral: entidade que será selecionada no processo de amostragem. Pode ser formada por uma ou mais de uma unidades elementares. **Exemplo: Domicílio.**
- Unidade resposta: entidade que fornece as informações de interesse relacionadas à unidade amostral. **Exemplo: Pessoa responsável pelo sustento do domicílio.**

# Plano amostral (PA)

- PA: conjunto de procedimentos que definem como a amostra deve ser selecionada. Ela determina a probabilidade de cada elemento ser selecionado.
- A PA pode influenciar o comportamento do estimador: esperança, vício, erro quadrático médio.
- Ignorar a PA pode comprometer o processo de inferência, e.g., subestimar ou superestimar a variância do estimador, subestimar ou superestimar as probabilidades de cometimento de erro em testes de hipótese.

## Cont.

- Objetivos:
  - Definir a PA que produza uma amostra que conduza a inferências apropriadas (junto com a escolha de um estimador apropriado).
  - Incorporar a estrutura da PA na construção e obtenção das características (esperança, variância) de estimadores.
- Amostra representativa : definição problemática.
- Amostra probabilística: selecionada segundo algum plano amostral (regido **totalmente** por mecanismos de sorteios aleatórios).
- Amostra sistemática: selecionada segundo algum plano amostral (regido **parcialmente** por mecanismos de sorteio aleatório).

# Tipos de amostra

Critério do “amostrista”	Procedimento de seleção	
	probabilístico	não-probabilístico
objetivo	amostra probabilísticas	amostra criteriosa
subjetivo	amostra quase-aleatória	amostra intencional

# Classificação de amostras probabilísticas

- Probabilidade de seleção da unidade amostral: **igual** ou distinta.
- Unidade amostral: **uma unidade de resposta (elementar)** ou **elementos (conglomerado)**.
- Divisão em estratos: **não estratificada** ou **estratificada**.
- Número de estágios: **um único** ou mais de um (**somente dois**).
- Seleção de unidades: **aleatória** ou sistemática.

# Erros (imprecisões) envolvidos

- Censo: analisa-se todos os elementos da população de interesse (não há erros relativos à processos de amostragem).
- Amostragem: analisa-se uma parte da população de interesse (há erros (imprecisões) relativos à processos de amostragem).
- Erros (imprecisões) amostrais: desvios existentes entre as estimativas e os verdadeiros valores dos parâmetros decorrentes do processo amostral (controláveis através do PA).
- Erros não amostrais: desvios existentes entre as estimativas e os verdadeiros valores dos parâmetros decorrentes de fatores não inerentes ao processo amostral (não-controláveis através do PA).

# Definições/Notações

- **População ou universo:**  $\mathcal{U} = \{1, 2, \dots, N\}$ , em que  $N$  é o tamanho da população, que pode ser conhecido ou desconhecido.
- **Elemento populacional:** elemento pertencente à  $\mathcal{U}$ , i.e.,  $i \in \mathcal{U}$ .
- **Característica(s) de interesse:** variável ou vetor de variáveis associado a cada elemento da população.
- Representação:  $y_i$  (univariado) ou  $\mathbf{y}_i = (y_{i1}, \dots, y_{ip})_{p \times 1}^t$ , (multivariado),  $i \in \mathcal{U}$  (transposto: ' ou  $^t$ ).
- Usaremos letras maiúsculas para representar variáveis aleatórias (e.g.,  $X$ ) e letras minúsculas para representar variáveis não aleatórias ou valores observados de variáveis aleatórias (e.g.,  $x$ ).



## Cont.

- **Parâmetro populacional:** denota o vetor correspondente a todos os valores de uma variável de interesse (ou um vetor de variáveis).  
Notação:  $\mathbf{d} = (y_1, \dots, y_N)'_{N \times 1}$  (ou  $\mathbf{d}' = (y_1, \dots, y_N)_{1 \times N}$ ) ou  $\mathbf{d} = (\mathbf{y}'_1, \dots, \mathbf{y}'_N)_{N \times p}$  (ou  $\mathbf{d} = (\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_N)_{p \times N}$ ).
- **Função paramétrica populacional (ou parâmetro):** característica numérica qualquer de uma população. Notação:  $\theta(\mathbf{d})$  ou  $\theta$ .
- **Amostra ordenada:** qualquer sequência de  $n$  unidades de  $\mathcal{U}$ , ou seja,  $\mathbf{s} = (k_1, \dots, k_n), k_i \in \mathcal{U}$ .
- **Espaço amostral:** conjunto de todas as amostras (de todos os tamanhos) de  $\mathcal{U}$  ( $\mathcal{S}(\mathcal{U})$ ); subclasse de todas as amostras de tamanho  $n$  ( $\mathcal{S}_n(\mathcal{U})$ ).

# Exemplo

- Considere uma população formada por três domicílios,  $\mathcal{U} = \{1, 2, 3\}$  e que se observam as seguintes variáveis: nome (do chefe), sexo, idade, fumante ou não, renda bruta (mensal em salários mínimos) familiar e número de trabalhadores.

## Cont. (População de três domicílios)

Variável	Valores			Notação
Unidade	1	2	3	$i$
nome do chefe	Ada	Beto	Ema	$a_i$
sexo	0	1	0	$x_i$
idade	20	30	40	$y_i$
fumante	0	1	1	$g_i$
renda bruta familiar	12	30	18	$f_i$
n <sup>o</sup> de trabalhadores	1	3	2	$t_i$

# Exemplo

- Parâmetro populacional
  - Variável idade:  $\mathbf{d} = (20, 30, 40)'$ .
  - Variáveis  $(f, t)$ :  $\mathbf{d}' = \begin{pmatrix} 12 & 30 & 18 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$
- Função paramétrica (chamaremos de parâmetros):
- Média das variáveis renda e número de trabalhadores:  $\boldsymbol{\theta} = (20, 2)^t$
- Renda média por trabalhador:  $\theta = 10$

# Parâmetros de interesse

- Em geral, os parâmetros de interesse associados à uma dada variável são:

- Total populacional:  $\tau = \sum_{i=1}^N y_i$
- Média populacional:  $\mu = \frac{\tau}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$ .
- Variância populacional:  $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \mu)^2$
- Proporção populacional:  $p = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$ , quando  $y_i \in \{0, 1\}, \forall i$ .

# Planejamento amostral

- **Planejamento amostral:** mecanismo que associa (estabelece) a probabilidade de ocorrência de cada amostra possível ( $P(\mathbf{s})$ ), ou seja

$$P(.) : \mathcal{S}(U) \rightarrow [0, 1]$$
$$P(\mathbf{s}) \geq 0, \forall \mathbf{s} \in \mathcal{S}(U) \equiv \mathcal{S} \quad , \quad \sum_{\mathbf{s} \in \mathcal{S}} P(\mathbf{s}) = 1$$

- Conjunto das amostras possíveis sob o plano amostral  $A$ :  $\mathcal{S}_A$  (nesse caso, o “tamanho da amostra” pode ou não variar entre as amostras possíveis).

## Cont. do Exemplo

- Exemplos de amostra:  $\mathbf{s}_1 = (1, 2)$ ,  $\mathbf{s}_2 = (2, 1)$ ,  $\mathbf{s}_3 = (1, 1, 3)$ ,  
 $\mathbf{s}_4 = (3)$ ,  $\mathbf{s}_5 = (2, 2, 1, 3, 2)$
- Conjunto de todas as amostras possíveis (com reposição):  
 $\mathcal{S}(\mathcal{U}) = \{(1), (2), (3), (1, 1), (1, 2), \dots, (2, 2, 1, 3, 2), \dots\}$
- Conjunto de todas as amostras possíveis de tamanho 2 (com reposição):  
 $\mathcal{S}_2(\mathcal{U}) = \{(1, 1), (1, 2), (1, 3), (2, 1), (2, 2), (2, 3), (3, 1), (3, 2), (3, 3)\}$ .
- Exercício: obter todas as amostras possíveis para um sorteio sem reposição.

## Cont. do Exemplo: planos amostrais

- Plano A: Sorteia-se com igual probabilidade um elemento de  $\mathcal{U}$  e anota-se a unidade sorteada. Este elemento é devolvido à população e sorteia-se um segundo elemento do mesmo modo.

$$\mathcal{S}_A = \{11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33\}.$$

$$P_A(\mathbf{s}) = \begin{cases} 1/9, & \text{se } i \in \mathbf{s} \\ 0, & \text{se } i \notin \mathbf{s} \end{cases}$$



## Cont. do Exemplo: planos amostrais

- Plano B: Sorteia-se com igual probabilidade um elemento de  $\mathcal{U}$  e anota-se a unidade sorteada. Este elemento é retirado da população e sorteia-se um segundo elemento do mesmo modo.

$$\mathcal{S}_B = \{12, 13, 21, 23, 31, 32\}.$$

$$P_B(\mathbf{s}) = \begin{cases} 1/6, & \text{se } i \in \mathbf{s} \\ 0, & \text{se } i \notin \mathbf{s} \end{cases}$$

## Cont. do Exemplo: planos amostrais

- Plano C: Sorteia-se um elemento de  $\mathcal{U}$  com probabilidade proporcional ao número de trabalhadores. Sem repor o domicílio selecionado, sorteia-se um segundo também com probabilidade proporcional ao número de trabalhadores.

$$S_C = \{12, 13, 21, 23, 31, 32\}.$$

$$\begin{aligned} P(12) &= \frac{1}{6} \times \frac{3}{5} = \frac{1}{10} & ; & \quad P(21) = \frac{3}{6} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \\ P(13) &= \frac{1}{6} \times \frac{2}{5} = \frac{1}{15} & ; & \quad P(31) = \frac{2}{6} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12} \\ P(23) &= \frac{3}{6} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{3} & ; & \quad P(32) = \frac{2}{6} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{4} \end{aligned}$$

# Inferência

- Dada uma amostra  $\mathbf{s} = (k_1, k_2, \dots, k_n)$  tem-se uma característica ( $y_{k_i}$ , no caso univariado) ou um vetor de características ( $\mathbf{y}_{k_i} = (y_{k_i1}, \dots, y_{k_ip})^t$ , no caso multivariado), para cada unidade amostral (observação não aleatória).
- **Dados da amostra  $\mathbf{s}$ :** vetor -  $\mathbf{d}_{\mathbf{s}} = (y_{k_1}, \dots, y_{k_n})^t$  ou matriz  $\mathbf{D}_{\mathbf{s}} = (\mathbf{y}_{k_1}^t, \dots, \mathbf{y}_{k_n}^t)^t$ ,  $k_i \in \mathbf{s}$ .
- **Conjunto de todas as amostras possíveis:** Nesse caso, teremos quantidades aleatórias

$$\mathbf{D}_{\mathbf{s}} = \mathbf{Y} = (Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_n)^t \text{ (vetor)}$$

$$\mathbf{D}_{\mathbf{s}} = \mathbf{Y} = (\mathbf{Y}_1^t, \dots, \mathbf{Y}_i^t, \dots, \mathbf{Y}_n^t)^t \text{ (matriz)},$$

em que  $Y_i(\mathbf{Y}_i)$  é a  $i$ -ésima (vea) que representa os valores possíveis de ocorrerem na  $i$ -ésima posição da amostra.

# Exemplo

- Exemplo da população com três domicílios:  $N=3$ .
- Variável idade :  $\mathbf{d} : (y_1, y_2, y_3)' = (20, 30, 40)'$  (variável não aleatória).
- Suponha  $n= 2$  (tamanho da amostra) selecionando esses indivíduos sem reposição, então  $\mathbf{D}_s = \mathbf{Y} = (Y_1, Y_2)'$  (variável aleatória).
- Se por exemplo,  $\mathbf{s} = (1, 3)$ , então  $\mathbf{d}_s = (y_1, y_3)' = (20, 40)'$ .
- Nesse caso, os valores observados de  $Y_1$  e  $Y_2$  são, respectivamente,  $y_1 = 20$  e  $y_3 = 40$ .
- Repetir o raciocínio para, simultaneamente, as variáveis  $(f, t)$ .

## Cont.

- **Estatística (estimador):** função da amostra  $T = h(\mathbf{Y})$ ,  $t = h(\mathbf{y})$  (valor observado).
- **Distribuição amostral de uma estatística segundo um PA, digamos  $\mathbf{A}$ :**

$$p_h = P_{\mathbf{A}}(\mathbf{s} \in \mathcal{S}_{\mathbf{A}} : h(\mathbf{y}) = h) = P(h) \quad (1)$$

- **Valor esperado de  $T$  sob o plano amostral  $\mathbf{A}$ :**  $\mathcal{E}_{\mathbf{A}}(T) = \sum_h h p_h$ .
- **Variância de  $T$  sob o plano amostral  $\mathbf{A}$ :**

$$\mathcal{V}_{\mathbf{A}}(T) = \sum_h (h - \mathcal{E}_{\mathbf{A}}(T))^2 p_h = \mathcal{E}_{\mathbf{A}}(T^2) - \mathcal{E}_{\mathbf{A}}^2(T).$$

## Cont.

- Sejam  $T$  e  $G$  duas estatísticas.
- **Covariância entre  $T$  e  $G$**  :  $Cov(T, G) = \mathcal{E}_A(TG) - \mathcal{E}_A(T)\mathcal{E}_A(G)$ .
- **Correlação entre  $T$  e  $G$** :  $Corre(T, G) = \frac{Cov(T, G)}{\sqrt{\mathcal{V}_A(T)\mathcal{V}_A(G)}}$ .

## Cont. do Exemplo: Estatísticas e distribuições amostrais

- Considere que o interesse reside nas variáveis  $(f, t)$ :

$$\mathbf{d} = \begin{pmatrix} 12 & 30 & 18 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

- Considere os planos amostrais A e B e a estatística  $R = h(\mathbf{D}_s)$ :  
razão entre o total da renda familiar e o número de trabalhadores.

## Cont. do Exemplo: Estatísticas e distribuições amostrais

- Plano amostral A:

<b>s</b>	11	12	13	21	22	23	31	32	33
$P(\mathbf{s}) :$	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
$h(\mathbf{d}_s) = r :$	12	10,5	10	10,5	10	9,6	10	9,6	9

- Distribuição amostral de R sob o plano amostral A:

<b>h</b>	9	9,6	10	10,5	12
$p_h$	1/9	2/9	3/9	2/9	1/9



## Cont. do Exemplo: Estatísticas e distribuições amostrais

- Plano amostral B:

$\mathbf{s}$	12	13	21	23	31	32
$P(\mathbf{s}) :$	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
$h(\mathbf{d}_s) = r :$	10,5	10	10,5	9,6	10	9,6

- Distribuição amostral de R sob o plano amostral B:

$h$	9,6	10	10,5
$p_h$	1/3	1/3	1/3

# Tipos de erros

- Erros-amostrais: decorrentes do plano amostral e via de regra quantificáveis através do erro-padrão do estimador (geralmente viável sob amostragem probabilística).
- Erros-não amostrais: quando ocorrem problemas no sistema de referência, na coleta de dados (falta de respostas - “missing data”), transcrição de dados etc. Eventualmente, podem ser identificados numa análise descritiva, caso já não o tenham sido antes. Eventualmente, podem ser contornados (depende de vários fatores).
- Em particular, a “ocorrência” de dados faltantes pode ter impacto nas análises estatísticas (incorporar a modelagem da ocorrência dos dados faltantes).

# Incorporação do planejamento amostral

- Levar em consideração a probabilidade de cada indivíduo aparecer na amostra e não a “distribuição de frequências” da população.
- Estimadores que levem em consideração, na sua fórmula/distribuição, a estrutura do planejamento amostral.
- Incorporar o planejamento amostral no cálculo da esperança, variância etc do estimador.
- Exercício: Estudar o Capítulo 1 do livro “Elementos de Amostragem” e os Capítulos 1 e 2 do livro “Amostragem: Teoria e Prática usando R ”.