

AULAS 21, 22 E 24

A lógica da amostragem

do *survey*

Ernesto F. L. Amaral

27 e 28 de maio e 11 de junho de 2010
Metodologia (DCP 033)

Fonte:

Babbie, Earl. 1999. “Métodos de Pesquisas de *Survey*”. Belo Horizonte: Editora UFMG. pp.113-158.

Triola, Mario F. 2008. “Introdução à estatística”. 10^a ed. Rio de Janeiro: LTC. pp.2-31.

CONCEITOS BÁSICOS

- **Estatística** (como ciência) é um conjunto de métodos para:
 - Planejamento de estudos e experimentos.
 - Obtenção de dados.
 - Organização, resumo, apresentação, análise, interpretação e elaboração de conclusões baseadas nos dados.
- **Censo** é um conjunto de dados obtidos de todos os membros da população.
- **Amostra** é um subconjunto de membros selecionados de uma população.

POR QUE FAZER AMOSTRAGEM?

- Há duas razões para selecionar uma parcela (amostra) da população e fazer estimativas sobre toda a população: tempo e custo.
- Muitas vezes *surveys* por amostragem são mais precisos do que entrevistar todos componentes da população, devido à logística do *survey*.
- Um grande número de entrevistas requer muitos pesquisadores, os quais podem não ter boa qualidade.
- A qualidade dos dados coletados se reduz com a menor qualidade dos entrevistadores.
- Uma pesquisa em menor escala permite procedimentos de acompanhamento mais severos.

POR QUE FAZER AMOSTRAGEM? (cont.)

- Se forem realizadas uma grande quantidade de entrevistas, o tempo aumenta, dificultando especificar a data de referência da entrevista.
- O ponto médio da entrevista pode ser utilizado como data de referência.
- Também é possível pedir aos entrevistados para responder sobre uma data específica no passado, mas isso introduz problema de recordação imprecisa.
- Geralmente é recomendado que pesquisas de *survey* tenham período de coleta de dados de no máximo 3 meses.
- A supervisão, relatórios e treinamento são muito mais difíceis em um grande *survey*, e a qualidade dos dados pode ser menor do que aquela obtida com menos entrevistas.

DADOS POR AMOSTRAGEM SÃO REALMENTE EXATOS?

- Se forem tomados procedimentos de amostragem bem estabelecidos, *surveys* por amostragem podem permitir estimativas muito precisas sobre as populações.
- Raramente é possível determinar com exatidão o grau de precisão dos achados de uma amostra.
- Pesquisadores de opinião política e eleitoral representam um grupo de analistas a quem é dada a oportunidade de verificar a precisão de seus dados (resultados reais da eleição).

PROBLEMAS EM AMOSTRAGEM

- Em grande parte, o **objeto da estatística** é o uso de dados amostrais para se fazer generalizações sobre uma população.
- Os **dados amostrais** devem ser coletados de modo apropriado, senão a amostra não será representativa para a população da qual foi obtida.
- **Amostra de resposta voluntária** (ou amostra auto-selecionada) é aquela em que os respondentes decidem, eles mesmos, se serão ou não incluídos.
 - É uma amostra tendenciosa e não deve ser usada para fazer afirmações de uma população maior.
 - Censo americano tenta corrigir esse problema com visita de recenseadores após envio dos questionários.
- **Pequenas amostras** podem gerar resultados não confiáveis.

HOMOGENEIDADE E HETEROGENEIDADE

- **Homogeneidade:** se todos os membros de uma população fossem idênticos uns aos outros em todos os sentidos, qualquer tamanho de amostra seria suficiente. Na realidade, bastaria um caso para estudar as características de toda população.
- **Heterogeneidade:** se há variação na população estudada, o pesquisador deve usar procedimentos de amostragem mais controlados.
 - Uma amostra de indivíduos de uma população deve conter a mesma variação existente na população, para permitir descrições úteis dela.
 - A amostragem probabilística é um método eficiente para extrair uma amostra que reflita corretamente a variação existente na população como um todo.

VIÉS CONSCIENTE E INCONSCIENTE NA AMOSTRAGEM

- É preciso entrevistar pessoas com perfis diferenciados para representarem a população total.
- Porém, sem método de amostragem robusto, não saberemos as proporções adequadas dos tipos diversos de indivíduos que devem ser entrevistados.
- Há então o perigo dos vieses pessoais do pesquisador afetarem a amostra selecionada.
- Esse viés pode acontecer de maneira consciente ou inconsciente na coleta de dados.

REPRESENTATIVIDADE E PROBABILIDADE DE SELEÇÃO

- Como vimos, as amostras de *surveys* devem representar as populações das quais são retiradas.
- Além disso, amostras necessitam ser representativas para os interesses substantivos da pesquisa.
- A representatividade vai depender se queremos fazer análises específicas por:
 - Áreas geográficas.
 - Nível de escolaridade.
 - Nível sócio-econômico.
 - Faixa etária.
 - Sexo...

CONCEITOS E TERMINOLOGIA DE AMOSTRAGEM

- **Elemento** (unidade de análise) é a unidade sobre a qual a informação é coletada e que serve de base para a análise (pessoas, famílias, corporações, países...).
- **Universo** é a agregação teórica e hipotética de todos elementos definidos num *survey*. O universo não é especificado quanto a tempo e lugar.
- **População** é a agregação teoricamente especificada de elementos do *survey*. É a coleção completa de todos os elementos a serem estudados. É preciso definir o elemento e o referencial de tempo da pesquisa. É a especificação teórica do universo.
- **População do *survey*** é a agregação de elementos da qual a amostra do *survey* é de fato selecionada. Nem todos elementos da população terão chance de ser selecionados para a amostra.

CONCEITOS E TERMINOLOGIA DE AMOSTRAGEM (cont.)

- **Unidade de amostra** é o elemento ou conjunto de elementos considerados para seleção em alguma etapa da amostragem.
 - Numa amostra simples, as unidades de amostra são o mesmo que os elementos.
 - Em outros casos, uma amostra pode ter diferentes unidades de amostra (setores censitários, domicílios, pessoas), mas só as pessoas são elementos.
- **Moldura de amostragem** é a lista de unidades de amostra da qual a amostra é selecionada.
 - Na amostra de etapa única, a moldura de amostragem é a lista dos elementos compondo a população de *survey*.
 - Muitas vezes, são as molduras que definem as populações de *survey*, e não o contrário.

CONCEITOS E TERMINOLOGIA DE AMOSTRAGEM (cont.)

- **Unidade de observação** (unidade de coleta de dados) é um elemento (ou agregação de elementos) do qual se coleta dados.
 - Unidade de análise (elemento) e unidade de observação podem ser a mesma coisa (indivíduo, por exemplo).
 - Mas em uma pesquisa podemos entrevistar chefes de domicílio (unidades de observação) para coletar informação sobre todos membros (unidades de análise).
- **Variável** é um conjunto de características mutuamente excludentes, como sexo, idade, emprego...
 - Podemos descrever os elementos de uma população com base nas características individuais das variáveis.

CONCEITOS E TERMINOLOGIA DE AMOSTRAGEM (cont.)

- **Parâmetro** é uma medida numérica que descreve alguma característica de uma população.
- **Estatística** é uma medida numérica que descreve alguma característica de uma amostra.
- **Erro amostral**: pesquisa de *survey* busca estimar parâmetros com base em amostras, o que gera erros.
 - Teoria da probabilidade permite estimar o grau de erro.
- **Níveis de confiança** indicam o percentual de confiança de que sua estatística (amostral) está dentro de um **intervalo de confiança** do parâmetro (populacional).
 - Nível e intervalo são estimados usando o erro amostral.

TIPOS DE DADOS

- **Dados** são observações coletadas de um determinado grupo de interesse.
- **Dados quantitativos** são números que representam contagens ou medidas (renda, anos de escolaridade...).
 - **Dados discretos** são aqueles em que o número de valores possíveis são finitos ou “enumeráveis” (número de cômodos em um domicílio...).
 - **Dados contínuos** resultam de infinitos valores possíveis em uma escala contínua (renda per capita...).
- **Dados qualitativos** (ou categóricos ou de atributos) podem ser separados em diferentes categorias que se distinguem por alguma característica não-numérica (sexo, ideologia política).

NÍVEIS DE MENSURAÇÃO DE DADOS

- Nível **nominal** de mensuração possui dados que informam nomes, rótulos ou categorias:
 - Os dados não são ordenados e não devem ser usados para cálculos de médias.
 - Raça e código postal, por exemplo.
- Nível **ordinal** de mensuração engloba dados que podem ser organizados em alguma ordem:
 - Sabemos que há diferenças relativas entre os valores dos dados, mas não sabemos as magnitudes das diferenças.
 - Na escala de frequência (pouco/médio/muito), é possível ordenar os dados, mas não sabemos se a diferença entre “pouco” e “médio” é o mesmo que “médio” e “muito”.

NÍVEIS DE MENSURAÇÃO DE DADOS (cont.)

- Nível **intervalar** de mensuração é similar ao ordinal, mas sabemos as magnitudes das diferenças entre dois valores:
 - Os dados não possuem um ponto inicial zero natural.
 - Sabemos as magnitudes das diferenças entre os anos censitários (1970, 1980, 1991 e 2000), mas o tempo não começou em zero.
- Nível de mensuração de **razão** é similar ao intervalar, mas há um ponto inicial zero natural:
 - Como há um zero que indica nenhuma quantidade, é possível dizer que uma quantidade é maior que outra em X vezes (razões significativas).
 - 30 anos de idade é 6 vezes maior do que 5 anos de idade, por exemplo.

RESUMO DOS NÍVEIS DE MENSURAÇÃO DE DADOS

Nível	Resumo	Exemplo
Nominal	Apenas categorias. Os dados não podem ser arranjados em um esquema de ordem. Há categorias ou nomes apenas.	Município de residência.
Ordinal	As categorias são ordenadas, mas as diferenças não podem ser encontradas ou não têm significado.	Frequência à igreja: pouco, médio, muito.
Intervalar	As diferenças são significativas, mas não existe ponto inicial zero natural e as razões não têm sentido.	Ano censitário (não há tempo zero).
Razão	Há um ponto inicial zero natural e as razões são significativas.	Taxa de desemprego.

TEORIA DA AMOSTRAGEM PROBABILÍSTICA

- A **finalidade do *survey*** é selecionar um conjunto de elementos de uma população de modo que as estatísticas descrevam com precisão os parâmetros populacionais.
- A **amostragem probabilística** fornece métodos para ampliar a possibilidade de alcançar esta meta, bem como métodos para estimar o grau de sucesso provável.
- Em uma amostra com **seleção aleatória**, todos membros da população têm oportunidade igual de serem selecionados para a amostra.
- Os métodos de seleção aleatória:
 - Diminuem os vieses conscientes ou inconscientes do pesquisador.
 - Permitem utilizar a teoria da probabilidade para estimar parâmetros populacionais e erros amostrais.

DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL DA AMOSTRAGEM

- Queremos avaliar uma **variável binomial** em nossa população, em que os valores possíveis são zero e um.
- A **distribuição amostral** é a distribuição das estatísticas das diferentes amostras selecionadas.
- Se **muitas amostras aleatórias** independentes são extraídas de uma população, as estatísticas amostrais fornecidas por estas amostras estarão distribuídas em torno do parâmetro populacional.
- A **teoria da probabilidade** possui uma fórmula para estimar o quão próximo as estatísticas da amostragem estão aglomeradas em torno do valor real.
- O **erro da amostragem** ou erro padrão (S) é medido com base nos parâmetros (P, Q) e tamanho da amostra (n):

$$S = \sqrt{\frac{PQ}{n}}$$

ERRO DA AMOSTRAGEM (ERRO PADRÃO)

- O **erro padrão** (S) indica em que medida as estimativas amostrais estão distribuídas em torno do parâmetro populacional.
- Aproximadamente 34% das estimativas amostrais estão até **um erro padrão** (desvio padrão) acima do parâmetro da população, e outros 34% até um desvio padrão abaixo do parâmetro.
 - Ou seja, 68% das amostras resultarão em estimativas dentro de (mais ou menos) um erro padrão.
- Cerca de 95% das amostras estarão dentro de (mais ou menos) **dois erros padrão** do valor verdadeiro.
- 99,9% das amostras estarão dentro de (mais ou menos) **três desvios padrão**.
- A proporção de amostras dentro de 1, 2 ou 3 erros padrão do parâmetro é constante em amostragens aleatórias.

TEORIA DA PROBABILIDADE NA PRÁTICA

- A teoria da probabilidade depende que se selecione **grandes números de amostras aleatórias**.
- Se **parâmetro for conhecido** e muitas amostras aleatórias forem selecionadas, podemos prever quantas amostras cairão dentro de intervalos específicos a partir do parâmetro.
- No entanto, geralmente **desconhecemos o parâmetro** e selecionamos **somente uma amostra**.
- Sabemos que uma amostra aleatória tem probabilidade de 68% de estar dentro da faixa de um erro padrão.
 - Ou seja, temos 68% de confiança que a estimativa da amostra está dentro de um erro padrão do parâmetro.
- Como não temos parâmetro, **usamos a estimativa da amostragem** na fórmula do erro padrão.
- Estamos x% confiante (**nível de confiança**) de que o parâmetro está entre dois valores (**intervalo de confiança**).

POPULAÇÕES E MOLDURAS DE AMOSTRAGEM

- É preciso discutir as relações entre as **condições de campo** e os pressupostos teóricos.
- A moldura de amostragem é a lista de elementos dos quais é selecionada uma amostra probabilística.
- O *survey* amostral é representativo dos membros desta lista.
- É importante saber até que ponto há semelhança ou diferença entre **populações e molduras de amostragem**.
- Se as molduras de amostragem são realmente representativas da população estudada, amostras corretamente selecionadas fornecem informações apropriadas para descrever a população.

SOBRE QUAL POPULAÇÃO ESTAMOS FALANDO?

- Os resultados dos *surveys* por amostragem só podem ser considerados representativos do conjunto de elementos que compõem a moldura de amostragem.
- As listagens não incluem de fato todos os elementos da população, por isso é preciso avaliar a extensão destas omissões e corrigi-las, se possível.
- No caso de existir omissões, é necessário informar nos relatórios de pesquisa, com o objetivo de expor corretamente qual população está sendo estudada.
- Para poder generalizar a população que compõe a moldura de amostragem, é necessário que todos elementos tenham representação igual (apareçam só uma vez).

MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

- **Amostragem probabilística:** indivíduos do universo têm probabilidade conhecida e diferente de zero de serem selecionados para amostra (mas não necessariamente a mesma probabilidade).
 - Amostras probabilísticas são mais representativas do que outros tipos, porque são evitados os vieses de seleção.
 - Além disso, a teoria da probabilidade permite estimar a precisão ou representatividade da amostra.
- **Amostragem não-probabilística:** não são estimadas as probabilidades de seleção dos elementos da amostra.

AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES (AAS)

- O desenho da pesquisa é realizado com AAS quando toda amostra possível de ser obtida de tamanho n tem a mesma chance de ser escolhida.
- De posse da moldura de amostragem, você enumera cada elemento da lista, atribuindo só um número a cada um, sem saltos.
- Em seguida, é usada uma tabela de números aleatórios ou um programa computacional para selecionar os elementos da amostra.
- AAS é raramente realizada na prática, pois é necessário dispor de uma lista de elementos (moldura de amostragem) bem definida a priori.
- Mesmo de posse desta lista, geralmente os pesquisadores usam o método de amostragem sistemática.

AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

- Na amostragem sistemática, há a escolha de algum ponto inicial e a seguir é selecionado cada k -ésimo elemento da população.
- Por exemplo, se a lista tem 10.000 elementos e se deseja uma amostra de 1.000, é selecionado cada 10^o elemento.
- **Amostra sistemática de início aleatório**: primeiro elemento é selecionado aleatoriamente.
- **Intervalo de amostragem** é a distância padrão entre os elementos selecionados na amostra (10 no exemplo acima).
- **Razão amostral** é a proporção de elementos selecionados da população: divisão de 1 pelo intervalo de amostragem.
- Há perigo da **periodicidade**, se lista de elementos estiver organizada com base em alguma informação da população.
- Resultados da AAS e da AS são idênticos, mas a AS é mais fácil e conveniente de ser realizada na prática.

AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

- AAS e AS são importantes para garantir grau de representatividade e permitir estimativa de erro.
- Na **amostragem estratificada**, intuito é de garantir representação das variáveis de estratificação para aumentar representação de outras variáveis.
- AE tem possibilidade de ser **mais representativa** em certas variáveis do que AAS, reduzindo erro amostral.
- Como erro é menor com população homogênea, idéia é de selecionar amostra dentro de **subconjuntos homogêneos** (com heterogeneidade entre subconjuntos).
- População é dividida em subgrupos (estratos) diferentes entre si. Sujeitos de um subgrupo possuem mesmas características. **Variáveis de estratificação** dependem do interesse de estudo e disponibilidade de informação.
- Com base na proporção relativa de cada subgrupo na população, **elementos dos subgrupos são selecionados** na mesma proporção do tamanho da amostra.

ESTRATIFICAÇÃO NA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

- Se uma lista de elementos estiver agrupada por características da população, a amostragem sistemática realizará uma **estratificação implícita**.
- Por exemplo, se alunos são organizados por turma, sexo e notas em uma lista, uma amostra sistemática selecionaria números adequados de cada subgrupo.
- Uma lista ordenada de elementos pode ser mais útil do que uma lista não ordenada (aleatória).
- Nestas condições, a amostragem sistemática é mais precisa na representatividade dos subgrupos do que a amostragem aleatória simples.
- A lista só deve ser reordenada se o arranjo apresenta algum problema de periodicidade.

AMOSTRAGEM POR CONGLOMERADOS

- Muitas pesquisas não possuem listagens para fins de amostragem, tais como população de um município.
- É possível realizar uma amostragem inicial de **grupos de elementos (conglomerados)** e em seguida selecionar os elementos de cada conglomerado.
- **Passos:** (1) população é dividida em conglomerados (seções); (2) são selecionados alguns dos conglomerados; e (3) seus membros são listados e amostrados.
- Um **exemplo** de amostragem por conglomerados em múltiplas etapas é:
 - Ao pesquisar um município, pode ser feita lista de bairros (conglomerados) para amostragem AAS ou AS.
 - Após selecionar bairros, pode ser feita lista de quarteirões (conglomerados) para amostragem AAS ou AS.
 - Após selecionar quarteirões, é realizada listagem de domicílios para nova amostragem AAS ou AS.

PRECISÃO NA AMOSTRAGEM POR CONGLOMERADOS

- A amostragem por conglomerados é recomendada pela eficiência, embora não tenha muita precisão.
- Como a amostragem por conglomerados é geralmente realizada em múltiplas etapas, ela terá **um erro amostral para cada etapa**.
- A amostra inicial dos conglomerados representa a população de conglomerados em uma faixa de erro amostral.
- A amostra de elementos extraída de um conglomerado representa todos elementos, com um erro amostral.
- Há o **risco** de selecionar uma amostra de quarteirões desproporcionalmente ricos, assim como amostra de residências ricas dentro dos quarteirões.
- **Solução** é pensar: (1) na quantidade de conglomerados selecionados no início; e (2) no número de elementos selecionados em cada conglomerado.

AMOSTRA E HOMOGENEIDADE NOS CONGLOMERADOS

- Sabemos que erro amostral é menor com o aumento do tamanho da amostra e com maior homogeneidade dos elementos a serem amostrados.
- Uma **amostra por conglomerados** representará melhor todos conglomerados se um **grande número** for selecionado e se todos eles forem bastante **semelhantes entre si**.
- Uma **amostra de elementos** representará melhor todos elementos de um conglomerado se um **grande número** de elementos for selecionado do conglomerado, e se todos os elementos forem bastante **semelhantes entre si**.
- Dado um tamanho máximo de amostra, se o número de conglomerados aumentar, o número de elementos num conglomerado deve diminuir.
- Ou seja, a representatividade dos conglomerados aumenta à custa da menor representação dos elementos de cada um, e vice-versa.

DIRETRIZ GERAL DE AMOSTRA DE CONGLOMERADOS

- Os elementos de um conglomerado natural dentro de uma população são tipicamente mais homogêneos do que todos os elementos da população total.
- Por exemplo, os moradores de um bairro são mais semelhantes entre si do que todos os moradores do município.
- Podem ser necessários **poucos elementos** para representar adequadamente um conglomerado natural, enquanto um **número maior de conglomerados** pode ser necessário para representar adequadamente a diversidade dos conglomerados.
- A **diretriz geral** (científica) no desenho de conglomerados é maximizar o número de conglomerados selecionados, diminuindo o número de elementos de cada um.
- Porém, um número menor de conglomerados pode ser listado com mais agilidade e economia.

REGRA SIMPLES DE AMOSTRA DE CONGLOMERADOS

- Pesquisadores populacionais **convencionalmente** selecionam cinco residências por zona ou quarteirão de recenseamento.
- Por exemplo, querendo entrevistar um total de 2.000 residências, selecionamos 400 quarteirões com cinco entrevistas de residências em cada um.
- De todo modo, amostragem por conglomerados envolve **perda de precisão**.
- Desenho amostral em etapas múltiplas está sujeito a erros amostrais em cada uma das etapas:
 - O erro amostral em cada etapa será maior do que no caso de uma amostra aleatória em etapa única, porque o tamanho da amostra é menor em cada etapa.
 - Isso está relacionado com a fórmula de cálculo do erro amostral: $s = \sqrt{\frac{PQ}{n}}$

AAS, AS E ESTRATIFICAÇÃO NOS CONGLOMERADOS

- Discutimos a amostragem por conglomerados como se fosse selecionada uma amostra aleatória simples a cada etapa do desenho.
- Informações podem ser usadas para **estratificar os conglomerados**:
 - Censo pode ser usado para estratificar quarteirões de recenseamento em termos de composição étnica, classe social, valores das propriedades, qualidade de estruturas, natureza da propriedade das construções e tamanho.
- Após **estratificação** das unidades primárias de amostragem de acordo com as variáveis disponíveis, pode-se usar tanto técnicas de amostragem **aleatória simples** ou amostragem **sistemática** para extrair a amostra.
- **Conglomerados e estratificação**: erro amostral será mais reduzido, quanto mais os conglomerados estiverem combinados em estratos homogêneos.

AMOSTRAGEM SIMPLES POR CONGLOMERADO

- Para garantir a seleção de uma amostra representativa de elementos, é preciso dar a cada elemento da população total uma oportunidade igual de ser selecionada.
- A forma mais simples de fazer isso numa amostra por conglomerados é dar a cada um a mesma chance de seleção e selecionar uma determinada proporção de elementos de cada conglomerado selecionado:
 - Temos 100.000 elementos agrupados em 1.000 conglomerados e queremos amostra de 1.000 elementos.
 - Selecionamos $1/10$ dos conglomerados (100) com igual probabilidade.
 - Depois selecionamos $1/10$ dos elementos de cada conglomerado escolhido.
 - Ou seja, cerca de 1.000 elementos foram selecionados e tiveram a mesma probabilidade de seleção.

AMOSTRAGEM ANTERIOR É SIMPLES E INEFICIENTE

- A técnica anterior é simples, mas não é a mais eficiente.
- A maioria das amostragens por conglomerados envolve conglomerados de tamanhos muito diversos.
- Ao selecionar conglomerados com igual probabilidade, retirando uma proporção fixa de elementos dos conglomerados selecionados:
 - Seleciona-se um número relativamente pequeno de conglomerados grandes na primeira etapa da amostragem.
 - Os elementos selecionados para representar todos os elementos dos grandes conglomerados são retirados de poucos desses conglomerados.
 - No limite, toda população da cidade residindo em dez grandes bairros poderia ser representada pelas pessoas vivendo em apenas um deles.

AMOSTRAGEM PPT

- Como vimos, a amostragem por conglomerados terá maior eficiência se houver a seleção de muitos conglomerados, com poucos elementos retirados de cada um.
- Esse princípio é utilizado pelo método de amostragem de probabilidade proporcional ao tamanho (PPT):
 - Há seleção de maior número de conglomerados.
 - Há garantia de representação dos elementos de conglomerados grandes.
 - Cada elemento na população recebe igual chance de seleção.

PROCEDIMENTOS DA AMOSTRAGEM PPT

- Na primeira etapa, é dada a cada conglomerado uma oportunidade de seleção proporcional ao seu tamanho.
- Na segunda etapa, o mesmo número de elementos é escolhido de cada conglomerado selecionado.
- Esses procedimentos igualam as probabilidades últimas de seleção de todos os elementos, já que:
 - Conglomerados com mais elementos têm maior probabilidade de serem selecionados.
 - Elementos em conglomerados maiores têm menor chance de seleção do que elementos em conglomerados menores.

FÓRMULA E EXEMPLO DE PPT

- A probabilidade de seleção de um elemento num desenho de amostragem PPT é:

$$[\textit{probabilidade do elemento}] = \left[\frac{\textit{número de conglomerados selecionados}}{\textit{conglomerados}} \right] \times \left[\frac{\textit{tamanho do conglomerado}}{\textit{tamanho da população}} \right] \times \left[\frac{\textit{elementos selecionados por conglomerado}}{\textit{tamanho do conglomerado}} \right]$$

- Se 100 conglomerados são selecionados e 10 elementos escolhidos de cada um, a partir de uma população total de 100.000, a probabilidade geral de seleção de cada elemento será de 1.000/100.000 ou 1/100.

- **Exemplo 1:** um conglomerado com 100 elementos:

$$\text{Prob}_1 = 100 \times (100/100.000) \times (10/100) = 1/100$$

- **Exemplo 2:** um conglomerado com 10 elementos:

$$\text{Prob}_2 = 100 \times (10/100.000) \times (10/10) = 1/100$$

- Independente do número de elementos num conglomerado, cada elemento tem a mesma probabilidade de seleção.

SIMPLIFICANDO A FÓRMULA DE PPT

- O tamanho do conglomerado é cancelado:

$$[probabilidade] = \left[\begin{array}{c} \text{número de} \\ \text{conglomerados} \\ \text{selecionados} \end{array} \right] X \left[\frac{\cancel{\text{tamanho do conglomerado}}}{\text{tamanho da população}} \right] X \left[\frac{\begin{array}{c} \text{elementos} \\ \text{selecionados} \\ \text{por conglomerado} \end{array}}{\cancel{\text{tamanho do} \\ \text{conglomerado}}} \right]$$

- Isso é o tamanho da amostra dividido pelo tamanho da população:

$$[probabilidade] = \frac{\left[\begin{array}{c} \text{número de} \\ \text{conglomerados} \\ \text{selecionados} \end{array} \right] X \left[\begin{array}{c} \text{elementos} \\ \text{selecionados} \\ \text{por conglomerado} \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{c} \text{tamanho da} \\ \text{população} \end{array} \right]}$$

MODIFICAÇÕES NO DESENHO PPT

- Costuma-se fazer duas modificações no desenho de amostra PPT.
- **Primeiro**, podemos achar necessário representar conglomerados muito grandes na amostra.
 - Seleccionamos todos esses conglomerados (probabilidade igual a 1) e seus elementos com a probabilidade geral.
- **Segundo**, se um número padrão de elementos for selecionado de cada conglomerado escolhido, conglomerados com menos elementos do que o número padrão representam um problema.
 - Solução é combinar pequenos conglomerados, de forma que cada combinação tenha pelo menos o número padrão a ser selecionado.
- Amostragem por conglomerados é difícil, mas é adequada quando for impossível obter uma lista de todos elementos da população.

AMOSTRAGEM PROBABILÍSTICA E PONDERAÇÃO

- Sabemos que uma amostra probabilística é aquela em que cada elemento da população tem uma probabilidade diferente de zero e conhecida de seleção, mesmo que elementos diferentes tenham probabilidades diferentes.
- A amostra será representativa da população se cada elemento da amostra receber um peso igual ao inverso da sua probabilidade de seleção.
- No caso de todos os elementos da amostra terem a mesma chance de seleção (amostra autoponderada), cada um recebe o mesmo peso (1).

AMOSTRAGEM E PONDERAÇÃO DESPROPORCIONAIS

- É ainda possível fazer amostragem e ponderação desproporcionais:
 - Ou seja, amostramos subpopulações desproporcionalmente para garantir número suficiente de casos de cada subpopulação para análise.
- Podemos sobre-amostrar uma primeira área para analisá-la detalhadamente, ao mesmo tempo em que a segunda área terá uma amostra proporcionalmente menor:
 - Devemos analisar as duas amostras separadamente ou comparativamente.
 - Se quisermos combinar as duas amostras para criar um quadro composto de toda região, devemos realizar um procedimento de ponderação da amostra.

GRAUS DE PRECISÃO NA PONDERAÇÃO

- Em um desenho complexo de amostra, podemos computar pesos para cada elemento até várias casas decimais, ou atribuir pesos aproximados para corrigir uma eventual amostragem desproporcional.
- A precisão que buscamos na ponderação deve ser comensurável com a precisão que queremos nos nossos resultados.
- Se nossos objetivos de pesquisa permitem tolerar erros de alguns pontos percentuais, não nos preocuparemos com cálculo de ponderações exatas.
- O grau de precisão da ponderação terá relação direta com o grau de erro amostral e não amostral de nossa pesquisa.
- Não há uma fórmula precisa para determinar qual a melhor ponderação.
- No entanto, devemos informar nos resultados se nossa ponderação foi aproximada ou precisa.

MÉTODOS DE PONDERAÇÃO

- Para a **ponderação aproximada**:
 - Primeiro criamos tabelas sem pesos de cada uma das amostras das subpopulações.
 - Depois multiplicamos as células da subpopulação que foi subamostrada (segundo grau de subamostragem), antes de adicioná-la à subpopulação que foi sobreamostrada.
- Para uma **ponderação mais extensa e rápida**:
 - Dados para certos casos podem ser copiados. Intenção é de aumentar número de casos, como se tivéssemos aplicado uma maior quantidade de questionários.
- Para **ponderações previamente calculadas**:
 - Podemos utilizar um banco de dados que já possui os pesos de cada elemento. Neste caso, somente informamos ao programa computacional qual variável contém a informação de peso.

PONDERAÇÃO E INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

- Os procedimentos de ponderação têm efeitos sérios na maioria dos cálculos de inferência estatística.
- Se finalidade da pesquisa exige inferências estatísticas precisas, feitas com base em dados cuidadosamente ponderados, é preciso consultar um estatístico de amostragem antes da amostra ser desenhada.

PANORAMA DA AMOSTRAGEM PROBABILÍSTICA

- O método chave de amostragem usado na pesquisa de *survey* é a amostragem probabilística.
- Os elementos são escolhidos de uma população, com base na seleção aleatória e com probabilidades diferentes de zero e conhecidas.
- A amostragem probabilística pode ser simples ou complexa, dependendo da situação de campo.
- É o método mais eficiente para seleção de elementos:
 - Evita o viés consciente ou inconsciente na seleção de elementos por parte do pesquisador.
 - Utiliza métodos controlados de seleção que permitem estimar o grau de erro esperado (erro amostral).

DESENHOS DE AMOSTRAGEM NÃO-PROBABILÍSTICA

- Apesar dos métodos de amostragem probabilísticos serem adequados à generalização, podemos decidir por utilizar amostragem não-probabilística:
 - Porque é mais barata.
 - Porque talvez não seja necessário ter representatividade exata.
- Há alguns métodos de amostragem não-probabilística:
 - Amostragem intencional ou por julgamento.
 - Amostragem por cotas.
 - Amostragem por confiança em sujeitos disponíveis.

AMOSTRAGEM INTENCIONAL OU POR JULGAMENTO

- Na amostragem intencional ou por julgamento, pode-se selecionar a amostra baseado no próprio conhecimento: (1) da população; (2) dos seus elementos; e (3) da natureza das metas de pesquisa.
- Pode-se realizar um pré-teste do questionário com a seleção de maior variedade de entrevistados para testar a aplicabilidade geral das perguntas.
- Este é um pré-teste do instrumento e não um *survey* propriamente dito.
- Ou seja, há a seleção de indivíduos-chave importantes para os interesses da pesquisa.

AMOSTRAGEM POR COTAS

- Na amostragem por cotas, sabemos qual a proporção da população que possui determinadas características (sexo, idade, raça, local de residência, ocupação):
 - São colhidos dados de pessoas com todas as combinações de características.
 - Todas pessoas recebem peso apropriado à sua porção na população total.
 - Quando todos elementos da amostra estiverem ponderados, os dados como um todo devem resultar numa representação razoável da população total.
- Há problemas na amostragem por cotas:
 - A moldura das cotas deve ser precisa.
 - Pode haver vieses na seleção de elementos com determinadas características.

CONFIANÇA EM SUJEITOS DISPONÍVEIS

- Na amostragem por confiança em sujeitos disponíveis, há a seleção de indivíduos que são fáceis de acessar.
- Também é chamada de amostragem de conveniência ou amostragem a esmo.
- Embora sirva à finalidade de pré-testar um questionário, este método de amostragem não deve ser usado para um estudo que pretende descrever uma população.

USOS NÃO-*SURVEY* DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

- Na discussão sobre a lógica e os métodos de amostragem, foi dada maior atenção à pesquisa de ***survey***, em que há a seleção de elementos de uma população para entrevista ou questionários auto-administrados.
- Métodos de amostragem podem ter aplicação **não-*survey***:
 - **Análise de conteúdo**: volume de documentos para analisar pode ser muito grande, o que exige uso de técnicas de amostragem de seleção de tais documentos.
 - **Experimentos de laboratórios**: sujeitos para experimentos são geralmente voluntários. Pode-se usar métodos de estratificação para satisfazer cotas.
 - **Observação participante**: ao utilizar métodos de amostragem de *survey*, um pesquisador pode obter um conjunto mais representativo de observações.

PENSAMENTO CRÍTICO

- “O sucesso em um curso introdutório de estatística normalmente requer mais *senso comum* do que habilidade matemática.” (Triola 2008, p.9)
- É importante interpretar os dados e resultados com métodos científicos, e saber usar o senso comum.
- “Há três tipos de mentiras: mentiras, mentiras horríveis e estatística.” (Benjamin Disraeli)
- “Números não mentem, mas mentirosos manipulam números.” (Autor desconhecido)
- “Algumas pessoas usam a estatística como os bêbados usam os postes - para apoio mais do que para iluminação.” (Andrew Lang)
- “Estatístico é um especialista que coleta números e depois os desvirtua.” (*Esar's Comic Dictionary*)