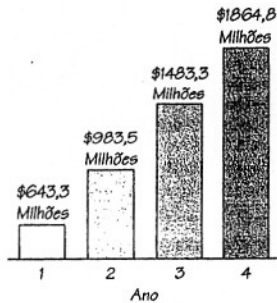


mortes para cada 10.000". O carro com menor índice de acidentes fatais foi o Volvo, com apenas 0,6 morte por 10.000. Significa isto que o Corvette não é tão seguro quanto o Volvo?

- O jornal *Newport Chronicle* afirma que as mães grávidas podem aumentar suas chances de ter um bebê sadio comendo lagostas. A alegação se baseia em um estudo mostrando que as crianças nascidas de mães que comem lagostas têm menos problemas de saúde do que as nascidas de mães que não comem lagostas. Qual é o erro nesta alegação?
- Uma pesquisa inclui o seguinte item: "Registre sua altura em polegadas." Com isso pretende-se obter e analisar as alturas dos que respondem. Identifique os dois problemas neste item.
- "De acordo com uma pesquisa de âmbito nacional feita por 250 agências de empregos, os sapatos gastos constituem o motivo mais comum para que um homem que procura emprego não cause boa impressão à primeira vista." Os jornais apresentavam essa alegação com base em uma pesquisa encomendada pela Kiwi Brands, produtores de graxa para sapatos. Faça um comentário sobre a razão por que os resultados de tal pesquisa podem ser questionados.
- Em um suplemento de propaganda inserido no *Time*, os aumentos das despesas com o combate à poluição foram ilustrados em um gráfico como o que aparece a seguir. O que está errado com a figura?



1-3 Exercícios B: Além do Básico

- Um artigo no *New York Times* afirmou que a duração média da vida de 35 regentes de orquestra do sexo masculino era de 73,4 anos, em contraste com a média de 69,5 anos para a população masculina em geral. A vida mais longa foi atribuída a fatores como satisfação pessoal e motivação. Há uma falha fundamental na conclusão de que os regentes de orquestra do sexo masculino vivem mais. Qual é?
- Um pesquisador do Sloan-Kettering Cancer Research Center foi criticado certa vez por adulterar dados. Entre seus dados estavam cifras obtidas de seis grupos de ratos, com 20 ratos em cada grupo. Foram dados os seguintes valores como porcentagens de sucesso: 53%, 58%, 63%, 46%, 48%, 67%. O que está errado?
- Procure identificar as quatro maiores falhas no seguinte. Um jornal realizou uma pesquisa solicitando a resposta dos leitores a esta pergunta: "Você apóia o desenvolvimento de armas atômicas que poderiam matar milhões de pessoas inocentes?" Relata-se que 20 leitores responderam, 87% com "não" e 13% com "sim".
- Um editorial do *New York Times* criticou um anúncio que alegava que determinado anti-séptico bucal "reduzia em mais de 300% as placas nos dentes".
 - Removendo-se 100% de uma quantidade, quanto resta?
 - Que significa reduzir as placas em mais de 300%?

1-4 Planejamento de Experimentos

Os estudos que utilizam métodos estatísticos vão desde os que são bem concebidos e executados, dando resultados confiáveis, aos que são concebidos deficientemente e mal executados, levando a conclusões enganosas e sem qualquer valor real. Eis alguns pontos importantes para o planejamento de um estudo capaz de produzir resultados válidos:

- Identificar com precisão a questão a ser respondida e definir com clareza a população de interesse.
- Estabelecer um plano para coleta de dados. Esse plano deve descrever detalhadamente a realização de um *estudo observacional* ou de um *experimento* (ambos definidos a seguir), e deve ser elaborado cuidadosamente, de modo que os dados coletados representem efetivamente a população em questão.
- Coletar os dados. Devemos ser extremamente cautelosos, para minimizar os erros que podem resultar de uma coleta tendenciosa de dados.
- Analisar os dados e tirar conclusões. Identificar também possíveis fontes de erros.

Os estudos que requerem métodos estatísticos decorrem tipicamente de duas fontes comuns: estudos observacionais e experimentos.

DEFINIÇÕES

Em um **estudo observacional**, verificamos e medimos características específicas, mas não tentamos manipular ou modificar os elementos a serem estudados.

Em um **experimento**, aplicamos determinado *tratamento* e passamos então a observar seus efeitos sobre os elementos a serem pesquisados.

Por exemplo, um estudo observacional pode envolver uma pesquisa de cidadãos para determinar que porcentagem da população é a favor do registro de armas de fogo. Um experimento pode envolver o tratamento com um remédio ministrado a um grupo de pacientes a fim de determinar sua eficiência na cura. No caso da arma de fogo, coligimos dados sem modificar as pessoas a serem pesquisadas; já o tratamento por um remédio envolve a modificação das pessoas.

Os experimentos bem planejados costumam envolver um grupo a quem é dado um tratamento particular (chamado *grupo de tratamento*) e um segundo *grupo de controle* ao qual não se administra o tratamento. Por exemplo, o experimento sobre pólio realizado em 1954 envolveu um grupo de tratamento de crianças em quem foi injetada a vacina Salk, e um grupo de controle de crianças que recebeu um remédio neutro (*placebo*). Em experimentos deste tipo, ocorre um *efeito placebo* quando um indivíduo não tratado acredita estar recebendo o tratamento e alega uma melhora nos sintomas. O efeito placebo pode ser contrabalançado fazendo-se um experimento *cego*, uma técnica em que o indivíduo não sabe se está recebendo o tratamento ou um placebo. O experimento sobre pólio foi do tipo *duplo-cego*, em que as crianças que recebiam a injeção não sabiam se estavam recebendo a vacina Salk ou um placebo, e os médicos que davam a injeção e avaliavam os resultados também não sabiam.

As Pesquisas Políticas Crescem

Em "Consulting the Oracle", um artigo para o *U.S. News and World Report*, o autor Stephen Budiansky escreve que o Presidente Kennedy encomendou 16 pesquisas em seus três anos de mandato, Nixon encomendou 233 pesquisas em seus seis anos, e Clinton encomendou entre 100 e 150 pesquisas em seus primeiros 2,5 anos. As pesquisas de Clinton custaram entre \$30.000 e \$45.000 cada uma, o que dá um custo de \$30 por pessoa. Budiansky relata que a pesquisa é complicada por máquinas de resposta e por pessoas que se recusam a cooperar, mas as boas pesquisas incluem tentativas repetidas para obter respostas dos que não estão em casa ou se recusam a responder. Não levar em conta os que não respondem pode resultar em uma amostra que não represente adequadamente a população.

Ao planejar um experimento para testar a eficiência de um ou mais tratamentos, devemos ter o cuidado de atribuir as *unidades experimentais* (ou indivíduos) aos diferentes grupos de tal modo que esses grupos sejam bem semelhantes. (Tais grupos semelhantes de unidades experimentais são chamados *blocos*.) Uma abordagem eficiente consiste em utilizar um *planejamento experimental completamente aleatorizado*, que exige que as unidades experimentais sejam divididas em diferentes grupos mediante um processo de *seleção aleatória*. Assim é que tal planejamento pode envolver a atribuição aleatória de pessoas a um grupo tratado com aspirina e a um grupo de controle que não é tratado. Outro processo consiste em utilizar um *planejamento controlado rigorosamente*, com unidades experimentais escolhidas cuidadosamente, de modo que os diferentes grupos (ou blocos) sejam tão semelhantes quanto possível. Com um planejamento rigorosamente controlado, podemos tentar formar grupos de tratamento e de controle que incluam pessoas semelhantes em idade, peso, pressão sanguínea etc. É importante também considerar a *replicação*, que exige tamanhos de amostra suficientemente grandes que reduzam os efeitos da variação amostral aleatória. O experimento com o pólio foi um planejamento experimental completamente aleatorizado, porque os indivíduos em ambos os grupos, de tratamento e de controle, foram selecionados aleatoriamente. Incorporou a replicação incluindo números muito grandes (200.000) de indivíduos em cada grupo.

Na realização de experimentos, os resultados por vezes são comprometidos pelo confundimento.

DEFINIÇÃO

Ocorre o **confundimento** quando os efeitos de duas ou mais variáveis não podem distinguir-se uns dos outros.

Por exemplo, se estamos realizando um experimento para testar a eficiência de um novo retardante no incêndio em uma sarça, e repentinamente começa a chover, ocorre o confundimento porque é impossível distinguir entre o efeito do retardante e o efeito da chuva.

Um dos erros mais graves consiste em uma forma inadequada de coleta de dados. Nunca é demais enfatizarmos este importante ponto:

Dados coletados de forma descuidada podem ser tão inúteis que nenhum processamento estatístico consegue salvá-los.

Notamos na Seção 1-3 que uma pesquisa auto-selecionada é uma pesquisa em que as próprias pessoas decidem se vão responder ou não. As pesquisas auto-selecionadas são muito comuns, mas seus resultados em geral não têm utilidade para fazer inferências válidas sobre toda uma população.

Passamos agora a definir e descrever os cinco métodos mais comuns de amostragem.

DEFINIÇÃO

Em uma **amostra aleatória**, os elementos da população são escolhidos de tal forma que cada um deles tenha *igual chance* de figurar na amostra. (Escolhe-se uma *amostra aleatória simples* de n elementos, de maneira que toda a mostra de tamanho n possível tenha a mesma chance de ser escolhida.)

As amostras aleatórias podem ser escolhidas por diversos métodos, inclusive a utilização de tabelas de números aleatórios e de computadores para gerar números aleatórios. Com a amostragem aleatória, espera-se que todos os grupos da população sejam representados na amostra de forma aproximadamente proporcional. Uma amostragem descuidada pode facilmente resultar em uma amostra tendenciosa, com características assaz diferentes das da população que a originou. Em contrapartida, a amostragem aleatória é cuidadosamente planejada para evitar qualquer tendenciosidade. Por exemplo, a utilização de catálogos telefônicos elimina automaticamente todos aqueles cujos telefones não figurem no catálogo, e a exclusão desse segmento da população pode facilmente conduzir a resultados falsos. Em Los Angeles, por exemplo, 42,5% dos números de telefones não estão no catálogo (com base em dados da Survey Sampling, Inc.). Os pesquisadores costumam contornar esse problema utilizando computadores para gerar números de telefones, de modo que todos os números sejam possíveis. Eles devem também ter o cuidado de incluir os que inicialmente não foram encontrados ou se recusaram a responder. A Companhia de Pesquisas Harris constatou que a taxa de recusa para entrevistadas telefônicas é em geral de 20%, no mínimo. O fato de ignorarmos os que inicialmente se recusam a responder pode concorrer para que nossa amostra seja tendenciosa.

DEFINIÇÃO

Com a **amostragem estratificada**, subdividimos a população em, no mínimo, duas subpopulações (ou estratos) que compartilham das mesmas características (como sexo) e, em seguida, extraímos uma amostra de cada estrato.

Em uma pesquisa sobre a Emenda Constitucional da Igualdade de Direitos, poderíamos utilizar o sexo como base para a criação de dois estratos. Após obter uma relação dos homens e uma relação das mulheres, aplicamos um método conveniente (como a amostragem aleatória) para escolher determinado número de elementos de cada relação. Quando os diversos estratos têm tamanhos amostrais que refletem a população global, temos o que se chama amostragem *proporcional*. No caso de alguns estratos não serem representados na proporção adequada

da, então os resultados poderão ser ajustados ou ponderados convenientemente.

Para um tamanho fixo de amostra, se escolhermos aleatoriamente elementos de diferentes estratos, temos chance de obter resultados mais consistentes (e menos variáveis) do que com a simples escolha de uma amostra aleatória de toda a população. Por essa razão, costuma-se usar a amostragem estratificada para reduzir a variação nos resultados.

DEFINIÇÃO

Na amostragem sistemática, escolhemos um ponto de partida, e selecionamos cada k -ésimo elemento (como por exemplo cada 50.º elemento) da população.

Por exemplo, se a Motorola quisesse fazer uma pesquisa sobre seus 107.000 empregados, poderia partir de uma relação completa dos mesmos e selecionar cada 100.º empregado, obtendo uma amostra de 1.070 elementos. Esse método é simples e utilizado com frequência.

DEFINIÇÃO

Na amostragem por conglomerados, começamos dividindo a área da população em seções (ou conglomerados); em seguida escolhemos algumas dessas seções e, finalmente, tomamos *todas* os elementos das seções escolhidas.

Uma diferença importante entre a amostragem por conglomerados e a amostragem estratificada é que a amostragem por conglomerados utiliza *todos* os elementos dos conglomerados selecionados, enquanto a amostragem estratificada utiliza uma amostra de membros de cada estrato. Pode-se encontrar um exemplo de amostragem por conglomerado em uma pesquisa pré-eleitoral, onde escolhemos aleatoriamente 30 zonas eleitorais e pesquisamos todos os elementos de cada uma das zonas escolhidas. Esse método é muito mais rápido e menos dispendioso do que a escolha de um indivíduo de cada uma das inúmeras zonas da área populacional. Os resultados podem ser ajustados ou ponderados para corrigir qualquer representação desproporcionada de grupos. A amostragem por conglomerados é extensamente utilizada pelo governo e por organizações particulares de pesquisa.

Meta-análise

O termo *meta-análise* se refere a uma técnica de estudo que, essencialmente, combina os resultados de outros estudos. Tem a vantagem de permitir que amostras menores separadas sejam combinadas em uma única amostra grande, tornando mais significativos os resultados globais. Tem também a vantagem de utilizar um trabalho já feito. Por outro lado, tem a desvantagem de ser apenas tão boa quanto o tenham sido os estudos básicos. Se esses estudos apresentam falhas, pode ocorrer o fenômeno "garbage in, garbage out" (N. do T.: "O que sai é tão bom como o que entra.") A utilização da meta-análise é de uso corrente em pesquisas médicas e psicológicas. Um exemplo: "Reversal of Left Ventricular Hypertrophy in Essential Hypertension: A Meta-analysis of Randomized Double-blind Studies", por Schmieder, Marus e Klingbeil, *Journal of the American Medical Association*, Vol. 275, No.19.

DEFINIÇÃO

Na amostragem de conveniência, simplesmente utilizamos resultados que já estão disponíveis.

Em alguns casos, os resultados da amostragem de conveniência podem ser assaz bons, mas em outros casos podem apresentar séria tendenciosidade. Ao fazer uma pesquisa sobre pessoas canhotas, seria conveniente um estudante pesquisar seus próprios colegas de classe, porque estão ao seu alcance imediato. Mesmo que tal amostra não seja aleatória, os resultados devem ser bem satisfatórios. Em contrapartida, poderia ser muito conveniente (e talvez mesmo lucrativo) para a ABC News fazer uma pesquisa pedindo aos espectadores que liguem para um número de telefone "900" para registrar suas opiniões, mas essa pesquisa seria auto-selecionada e os resultados seriam provavelmente tendenciosos.

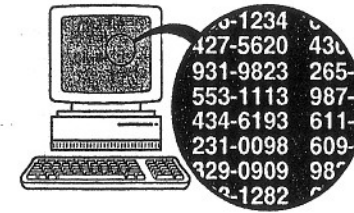
A Figura 1-2 ilustra os cinco métodos mais comuns de amostragem que acabamos de descrever. Essas descrições pretendem ser breves e gerais. O conhecimento aprofundado desses diversos métodos, que permita sua utilização com proveito, exige um estudo muito mais extenso, que ultrapassa o nível de um curso introdutório. Para manter esta seção em perspectiva, notemos que este texto fará referência freqüente a dados "selecionados aleatoriamente", o que significa que os dados foram selecionados de modo que todos os elementos da população têm a mesma chance de serem escolhidos. Conquanto não façamos referência freqüente aos outros métodos de amostragem, devemos ter consciência de que eles existem, e que o método de amostragem exige planejamento e execução cuidadosos. Os métodos apresentados em todo este texto dependem de amostras que tenham sido obtidas cuidadosamente. Além disso, o tamanho da amostra deve sempre ser suficientemente grande para os propósitos em vista. (Os problemas de tamanho da amostra são abordados mais adiante, especialmente no Capítulo 6.) Muitas pessoas acreditam que as grandes amostras são sempre boas, mas mesmo essas podem ser totalmente desprovidas de valor, se os dados tiverem sido coletados de maneira negligente. Finalmente, se estamos medindo uma característica (como altura) de um conjunto de indivíduos, podemos obter resultados mais precisos se fizermos nós mesmos as medidas, em vez de pedirmos aos indivíduos que indiquem os valores. Este último procedimento pode resultar em um número desproporcionado de resultados arredondados, assim como muitos resultados que refletem valores *desejados* em lugar de valores *efetivos*.

Não importa quão bem planejemos e executemos o processo de coleta de amostras, há sempre a possibilidade de um erro nos resultados. Como exemplo, escolha aleatoriamente 1000 adultos e pergunte a eles se têm o curso secundário completo, registrando a porcentagem de respostas "sim". Escolhido um outro grupo de 1000 indivíduos, é provável que se obtenha uma porcentagem amostral *diferente*.

DEFINIÇÕES

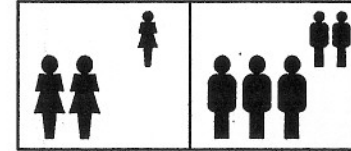
Um erro amostral é a diferença entre um resultado amostral e o verdadeiro resultado populacional; tais erros resultam de flutuações amostrais aleatórias.

Ocorre um erro não-amostral quando os dados amostrais são coletados, registrados ou analisados incorretamente. Tais erros resultam de um erro que não seja uma simples



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.



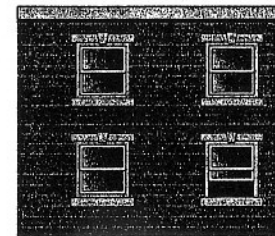
Amostragem Sistemática

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.

flutuação amostral aleatória, como a escolha de uma amostra não-aleatória e tendenciosa, a utilização de um instrumento de mensuração defeituoso, uma questão formulada de modo tendencioso, um grande número de recusas de resposta ou a cópia incorreta dos dados amostrais.

Se extrairmos uma amostra cuidadosamente, de forma que ela represente realmente a população, podemos aplicar os métodos descritos neste livro para analisar o erro amostral, mas devemos ter o máximo cuidado em minimizar os erros não-amostrais.

Hawthorne e os Efeitos do Experimentador

O bem conhecido efeito placebo ocorre quando um indivíduo não tratado acredita incorretamente que está recebendo um tratamento real e reporta uma melhora dos sintomas. O efeito Hawthorne ocorre quando indivíduos tratados respondem de maneira um tanto diferente, simplesmente porque são partes de um experimento. (Esse fenômeno foi chamado "efeito Hawthorne" porque foi observado pela primeira vez em um estudo levado a efeito em operários da fábrica da Western Electric, em Hawthorne.) Ocorre um efeito de experimentador (às vezes chamado efeito Rosenthal) quando o pesquisador ou experimentador involuntariamente influencia o indivíduo pesquisado, através de fatores como expressão facial, tom de voz ou atitude.