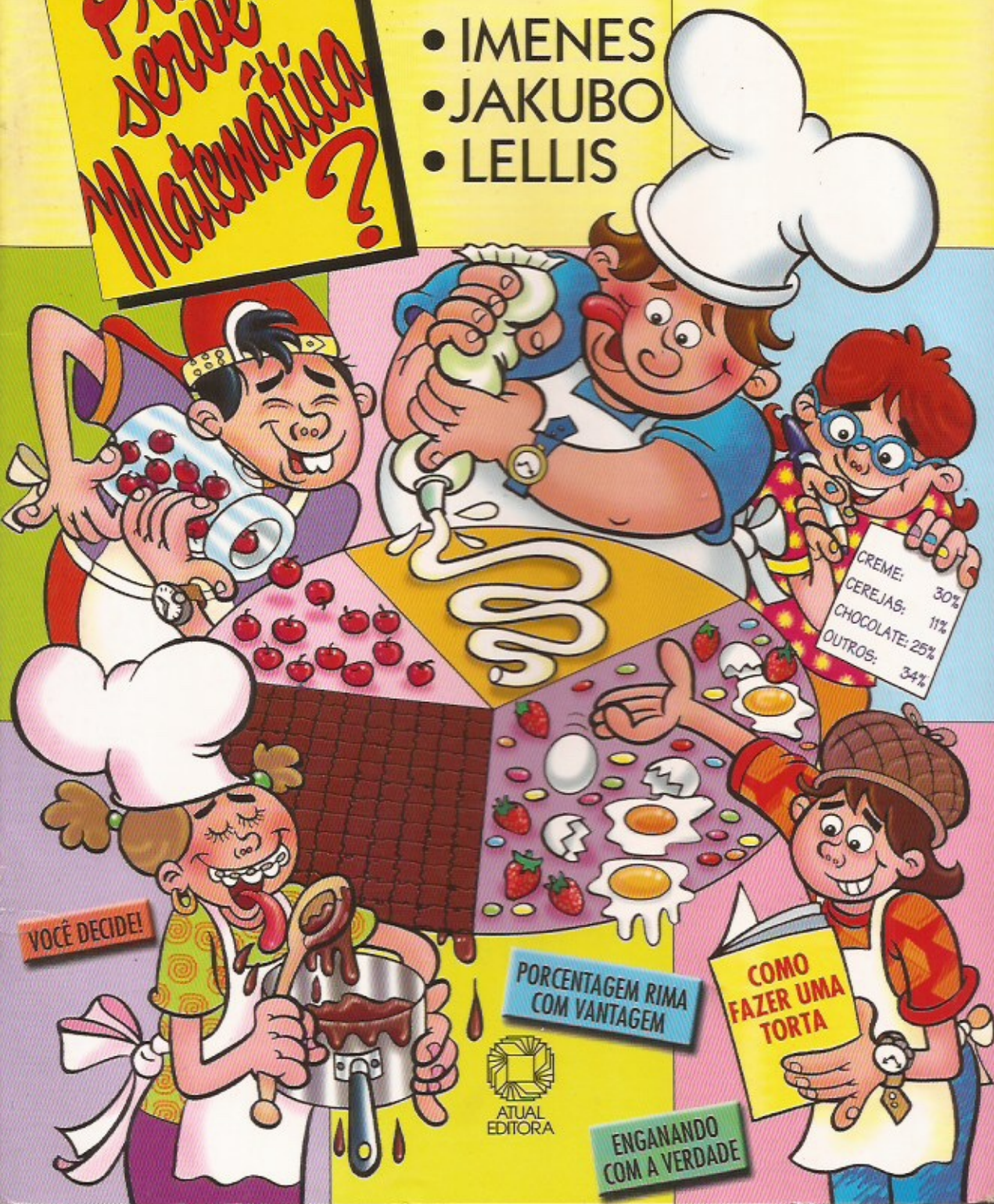


# ESTATÍSTICA

Para que serve Matemática?

- IMENES
- JAKUBO
- LELLIS





*Para que  
serve  
Matemática?*

# ESTATÍSTICA

IMENES • JAKUBO • LELLIS

Ilustrações: Cláudio Atílio  
Daisy Startari

4ª EDIÇÃO



  
ATUAL  
EDITORA

# Apresentação

---

Este livro é formado por pequenos textos. Procuramos fazê-los atraentes, de modo que a leitura seja agradável, mas, mesmo assim, você deve ler com atenção. Cada texto responde um pouco à pergunta: “Para que serve a *estatística*?”.

Você sabia que a estatística tem alguma relação com os presépios? E que ela nos ajuda a cuidar de nossa saúde? Um pouco surpreendente, não é? Pois por todo o livro você vai encontrar pequenas surpresas desse tipo.

Os textos mostram principalmente a utilidade da estatística em nossa sociedade. Mas não só isso: algumas vezes haverá um convite para você fazer suas próprias estatísticas, e isso pode ser um bom passatempo.

E, agora, que tal começar a leitura?

*Imenes e Lellis*

# Sumário

---

|   |    |
|---|----|
| A palavra é... <i>estatística</i> .....                 | 7  |
| Ela está no seu dia-a-dia .....                         | 9  |
| A estatística ajuda a resolver um problema social ..... | 13 |
| Porcentagem rima com vantagem.....                      | 16 |
| Retratando os números .....                             | 18 |
| Como fazer uma torta .....                              | 22 |
| Desafios gráficos .....                                 | 25 |
| Desafio estatístico .....                               | 27 |
| Como a estatística faz descobertas .....                | 30 |
| Um pouco de História .....                              | 35 |
| Você decide!.....                                       | 42 |
| Enganando com a verdade .....                           | 45 |
| O Ministério da Saúde adverte... ..                     | 49 |
| Média, moda e mediana .....                             | 51 |
| Respostas dos exercícios.....                           | 55 |



# A palavra é... estatística

PIRATAS DO TIETÊ – Laerte



(Folha de S. Paulo, 16/8/1999.)

Na historinha do cartunista Laerte, como o bandido sempre vence, as crianças ficam sem lições de moral. Em vez disso, elas aprendem estatística.

Mas o que vem a ser estatística? Será o mesmo que porcentagens?

Na língua grega, há uma palavra, *statízo*, que significa “estabelecer”, “verificar” e que pode ter originado o termo *estatística*. Mas o que a estatística verifica?

Consultando a enciclopédia Larousse Cultural, obtemos outra informação. Lá se diz que *estatística* vem da palavra latina *status*, cujo significado é “estado”, “situação”. Mas que estado, que situação?

Como se vê, a palavra *estatística* parece não ter fonte única. Sabe-se, no entanto, que quem a usou primeiro foi o economista alemão Gottfried Achenwald, uns duzentos anos atrás. Ele pode tê-la tirado do grego ou do latim, ou de ambas as línguas. Sim, de ambas as línguas, porque a estatística procura *estabelecer a situação* de uma população, *verificar o estado* em que ela se encontra.

Por exemplo, sobre a população do Brasil, há centenas de perguntas que só podem ser respondidas por meio da estatística.





Na estatística, a palavra *população* não se refere apenas a grupos humanos. Uma população pode ser constituída por... televisores. É possível realizar uma pesquisa estatística para verificar a situação dessa população de televisores!

Os fabricantes de televisores adorariam saber quanto tempo os aparelhos vão funcionar sem apresentar defeitos. Por que isso? Bem, talvez você se lembre de uma marca de televisores que sempre faz propagandas durante a Copa do Mundo. Nós esquecemos qual é essa marca, mas lembramos que a propaganda é mais ou menos assim:



Esse tempo de garantia, tão dilatado, tem uma razão de ser. Após pesquisas estatísticas, o fabricante sabe quanto tempo vai durar a grande maioria dos televisores. Ele dá a garantia de conserto porque tem certeza de que poucos desses televisores apresentarão defeitos no prazo de garantia. Os poucos aparelhos defeituosos ele poderá consertar sem ter prejuízo.

Você notou? Quando a estatística estabelece o estado de uma população, ela pode até prever o futuro dessa população!!

Para terminar, só um aviso: a história do Laerte está correta, porque estatística tem muito que ver com porcentagem. Mas, para estabelecer a situação das populações e fazer previsões, a estatística usa também gráficos, números de vários tipos, tabelas, etc., etc.



## Ela está no seu dia-a-dia

Você acha que a matemática pode ter alguma influência sobre as escolhas que você faz no dia-a-dia? Será que o tipo de sanduíche que você come ou a marca do creme dental que você usa podem sofrer influências matemáticas?

Acredite: a matemática pode influenciar, sim, por meio da *estatística*!

A Gessy-Lever, antes de iniciar a fabricação de um creme dental, ou a rede de lanchonetes McDonald's, antes de abrir uma filial, fazem diversas pesquisas estatísticas. E não são só essas empresas que fazem isso. É claro que suas concorrentes não querem ficar atrás.



Assim, você pode comer sanduíches de certo tipo porque uma rede de lanchonetes, depois de estudos estatísticos, resolveu abrir uma filial perto de você. E, depois, é provável que escove os dentes com um creme dental cujo sabor foi cuidadosamente planejado para agradar a jovens de sua idade!

Mas a estatística não fica só nos sanduíches e cremes dentais. Ela interfere em vários outros aspectos de nossa vida, alguns muito importantes.

Você sabia...

- que a eficácia da maioria dos remédios é estabelecida por meio de pesquisas estatísticas?
- que a quantidade de dinheiro que os governos investem em saúde, educação, crédito agrícola e várias outras coisas é influenciada por estatísticas? (É claro que, no caso dos gastos governamentais, além das estatísticas, há também a pressão dos políticos e da sociedade.)



A estatística é tão importante para os governos que praticamente todos os países têm departamentos especializados nela. Aqui no Brasil, temos o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Uma de suas atribuições é saber quantos habitantes tem o país. Para isso, o IBGE faz um recenseamento a cada dez anos. Além disso, ele faz diversas outras pesquisas sobre aspectos de nossa população: saúde, educação, renda, etc.

Existem também empresas particulares que realizam pesquisas estatísticas usadas pelo comércio e pela indústria. Certamente você já ouviu falar de algumas delas, como o Ibope, o Instituto Gallup e o Datafolha.

E, para acabar de convencê-lo de que a estatística está o tempo todo interferindo em nossa vida, vamos mostrar duas notícias de jornal publicadas exatamente na época em que escrevemos este texto.

Antes da primeira notícia, uma explicação: quando se diz que determinada verba do governo federal é distribuída entre os municípios de maneira proporcional a suas populações, isso significa, por exemplo, que um município com 200 000 habitantes recebe o dobro do que cabe a um município de 100 000 habitantes.

### ***Inflação demográfica***

Conforme esperado, como os fundos federais são distribuídos aos municípios de forma proporcional à população, os prefeitos estão "superpopulacionando" suas cidades para receber mais recursos. Alguém no governo decidiu enviar os dados recebidos ao IBGE, para simples conferência, e a constatação é que, de acordo com as informações dos prefeitos, o Brasil supera os 240 milhões de habitantes.

(*O Estado de S. Paulo*, jun. 1999.)

MAS O BRASIL TEM TANTOS  
HABITANTES ASSIM?





Na verdade, a população do país não passa de 170 milhões de habitantes. Portanto, os prefeitos estavam aumentando a população de seus municípios para receber mais verbas do governo federal. Talvez tivessem boas intenções, talvez pensassem em melhorar suas cidades. Mas a atitude não é correta, porque prejudicaria outros municípios.

Afinal, onde entra a estatística nessa notícia? Acontece que quem verificou os dados populacionais enviados pelos prefeitos foi o IBGE, o órgão responsável pelas estatísticas do governo, entre as quais aquelas que informam a população dos municípios.

E vamos à segunda notícia!

## Sono com luz acesa pode causar miopia, diz estudo

Seu filho dorme ou dormiu com a luz acesa até a idade de 2 anos? Prepare-se. Ele tem cinco vezes mais chances de se tornar míope, segundo estudo da Universidade da Pensilvânia (EUA).

Os quatro autores do trabalho, que sai hoje na seção de correspondência da revista britânica "Nature", são cautelosos. Dizem que estabeleceram apenas uma associação estatística forte, não uma relação de causa e efeito.

Richard Stone e sua equipe entrevistaram, de janeiro a junho de 1998, os pais de 479 pacientes da clínica oftalmológica infantil da universidade. Os pacientes tinham entre 2 e 16 anos.

Das 172 crianças que dormiam no escuro até 2 anos, 66% tinham visão normal e 10% desenvolveram miopia. Das 75 que passavam a noite com a luz acesa, só 29% tinham visão nor-

mal, passando a 55% a quantidade de míopes.

Os cientistas acham que seus resultados podem ajudar a explicar a crescente incidência de miopia nos dois últimos séculos.

Com a urbanização e a maior disponibilidade de luz artificial, mais pessoas passam menos tempo no escuro.

Os médicos se preocuparam com a fronteira dos 2 anos porque, antes dessa idade, ocorre acentuado crescimento do olho. Por outro lado, a miopia raramente se manifesta até essa idade.

Por algum processo que ainda não foi explicado, a exposição prolongada à luz parece estimular o crescimento do olho. Isso já havia sido verificado com pintinhos de galinha, pista que os pesquisadores resolveram seguir.

Mesmo com as pálpebras fechadas, dizem os autores, alguma luz chega até

a retina (local onde estão localizadas as células sensíveis à luz). Isso talvez represente um sinal para que o globo ocular continue se desenvolvendo, mesmo à noite.

"O olho míope é, na verdade, um olho grande", afirma o oftalmologista Silvio del Santo, 38. Qualquer problema que enfraqueça suas paredes pode facilitar o crescimento. Mas Del Santo nunca ouviu falar que a luz pudesse provocar esse efeito.

### Efeito progressivo

Os pesquisadores da Pensilvânia verificaram ainda que usar luz fraca pode ser melhor, mas não resolve o problema. A maioria (232) das crianças pesquisadas dormia com lampadazinhas de ligar na tomada, de 4 watts.

Mesmo nesses casos, aumentou a proporção de

míopes, de 10% (entre os que dormiam no escuro) para 34%. Paralelamente, o número dos que tinham visão normal passava de 66% para 50%.

"Embora isso não estabeleça um vínculo causal, a força estatística da associação da exposição à luz no período noturno com a miopia infantil sugere que a ausência de um período diário de escuridão, na primeira infância, é um fator com potencial para precipitar o desenvolvimento de miopia", diz o artigo na "Nature".

Os autores alertam que o estudo precisa ser complementado por pesquisas aprofundadas, mas não omitem a recomendação: "Parece prudente que bebês e crianças pequenas durmam à noite sem iluminação artificial no quarto, enquanto esses resultados são avaliados de modo mais abrangente".

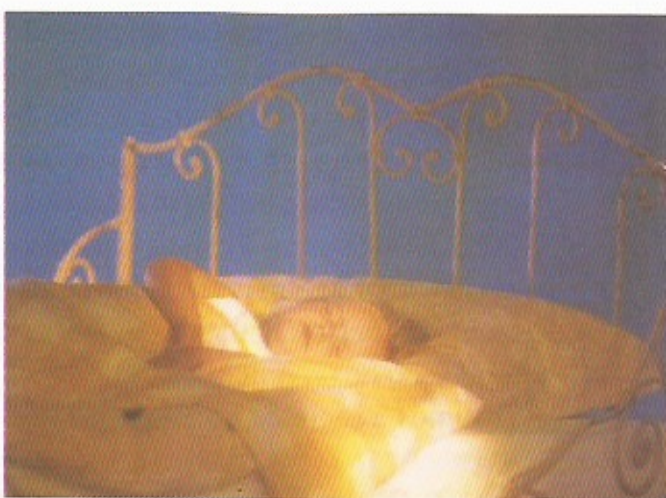


Notícia surpreendente! Será que descobriram uma das causas da miopia?

Isso não podemos saber. A estatística não descobre fatos desse tipo. A pesquisa nem mesmo provou que dormir com luz acesa causa miopia, porque os resultados obtidos podem ser fruto de uma coincidência. No entanto, a estatística levantou uma suspeita, indicou um caminho.

Depois da pesquisa estatística, cientistas especializados vão estudar o assunto e tentar entender de que maneira a luz durante o sono poderia afetar o globo ocular. Será preciso levantar hipóteses, criar uma teoria e fazer experiências para se chegar a uma conclusão.

Stock Photos



MAS REPRE QUE, SE HOVER UMA  
DESCOBERTA, ELA TERÁ  
COMEÇADO COM A ESTATÍSTICA.

UÉ, A ESTATÍSTICA NÃO FEZ A  
DESCOBERTA...





## A estatística ajuda a resolver um problema social

Este é um fato real, acontecido há alguns anos, numa cidade do interior do Estado de São Paulo.

Num mês de maio, notou-se que parte dos alunos de uma escola começou a faltar às aulas. Esses alunos não voltaram mais e foram reprovados. No ano seguinte, outra vez no mês de maio, a situação se repetiu, com um número ainda maior de alunos.

Dessa vez, o pessoal da escola acordou. Foi marcada uma reunião para discutir o assunto. Por que os alunos estariam abandonando a escola? Será que ela era tão ruim assim? Ou será que esses alunos eram muito preguiçosos? Tais possibilidades existiam, mas para alguns professores a causa do problema era outra. Eles diziam que os alunos desistentes saíam da escola para ajudar os pais na colheita da cana. Dessa forma, podiam melhorar a renda familiar.

Nem todos estavam de acordo com isso.



Discutiram bastante sem chegar a um acordo. Mas tomaram uma medida acertada. Em vez de tirar conclusões apressadas, resolveram usar a estatística para descobrir a causa do que acontecia. Como fizeram isso?

A escola ficava na zona rural. Dos quase oitenta alunos desistentes, muitos moravam longe da escola, em locais onde praticamente não havia estradas. Alguns nem tinham residência fixa. Os pais eram bóias-frias, isto é, deslocavam-se de um lugar a outro à procura de emprego (o nome *bóia-fria* vem do fato de que nessas idas e vindas o trabalhador muitas vezes come a “bóia” fria). Mesmo assim, seria possível localizar parte dos desistentes e perguntar aos pais por que as crianças haviam abandonado a escola. E isso foi feito.

Foram encontrados e entrevistados exatamente 23 alunos. Desses, 17 haviam abandonado a escola devido à colheita da cana. Os maiores ajudavam na colheita; os menores cuidavam da casa e não tinham quem os levasse à escola. (É preciso dizer que alguns dos menores também trabalhavam na colheita, apesar de a lei proibir o trabalho infantil.) Além disso, 3 estavam doentes, 1 estava cabulando sem que a mãe soubesse e 2 haviam deixado de ir porque a família estava se mudando da região.

Aliás, já que este é um livro sobre estatística, melhor seria apresentarmos os resultados das entrevistas numa tabela. Isso é comum nas pesquisas estatísticas, já que as tabelas resumem informações e facilitam a leitura. Dê uma olhada:

| Por que alunos têm faltado às aulas |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Motivo da ausência                  | Nº de alunos |
| colheita da cana                    | 17           |
| doença                              | 3            |
| outro                               | 3            |
| <b>total</b>                        | <b>23</b>    |

Compare a tabela com aquele parágrafo em que as mesmas informações foram dadas. É mais simples ler a tabela, concorda?

Bem, agora vamos voltar à história.

Os alunos que se ausentavam na época da colheita acabavam não voltando às aulas, porque achavam que não seria possível recuperar a matéria perdida.

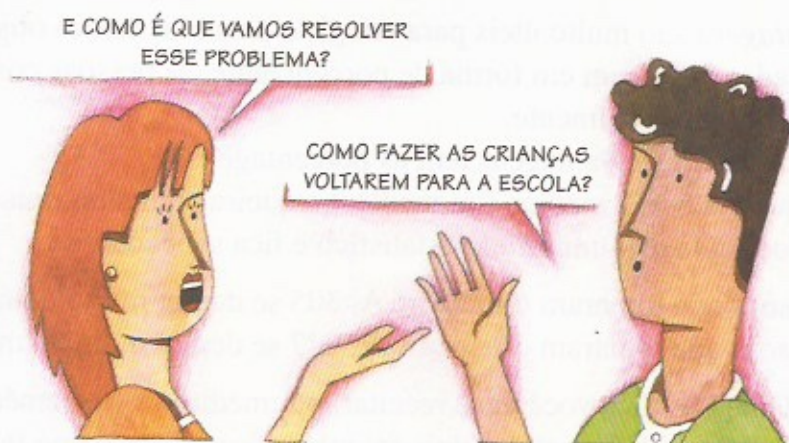
A pesquisa estatística não deixou dúvidas: naquele momento, a grande responsável pela evasão escolar era a colheita da cana.

Carlos Humberto/TDC/Pictor





O resultado dessa pesquisa mostra como a estatística é útil. Permitindo descobrir o que causava a evasão escolar, ela revelou o problema. E isso é o importante! Descobrir o problema já é meio caminho para resolvê-lo.



O ideal seria que, não só nesse local, mas em todo o país, nenhuma criança ou adolescente deixasse de ir à escola. A escolaridade é muito importante. Só para dar um exemplo: você sabia que há uma pesquisa estatística (olhe aí a estatística de novo!) mostrando que, em média, o agricultor que estudou até a 8ª série produz sete vezes aquilo que é produzido por um agricultor não escolarizado? Sem dúvida, também na zona rural, a escola é bastante necessária.

É verdade que a lei obriga os pais a mandar seus filhos à escola, mas seria injusto culpar os pais, nesse caso. Era mais importante que eles ganhassem dinheiro para o sustento da família. Afinal, a sobrevivência é a primeira de nossas prioridades.

Como, então, solucionar o problema? Você já teve alguma idéia?

A solução encontrada foi mudar o calendário escolar. Os meses de férias naquela escola passaram a ser maio e junho, quando se fazia a colheita. Alguns professores, que não podiam trabalhar nesse regime, acabaram trocando de escola. A maioria, porém, permaneceu.

Por meio de um exemplo real, você pôde perceber o quanto a estatística é útil ao ajudar a localizar os problemas. No entanto, ela não pode resolvê-los; as soluções dependem da ação e da boa vontade das pessoas.

# Porcentagem rima com vantagem

A estatística tem dois grandes objetivos:

- 1º) apresentar e organizar dados da melhor forma possível;
- 2º) fazer previsões e tirar conclusões a partir deles.

As *porcentagens* são muito úteis para atingir o primeiro desses objetivos. Quando os dados aparecem em forma de porcentagem, as pessoas costumam compreendê-los mais facilmente.

Por que é assim? Que vantagens têm as porcentagens?

Imagine que você seja médico (ou médica) e queira comparar dois remédios diferentes. Você consulta um estudo estatístico e fica sabendo que:

- de 732 pessoas que tomaram o remédio A, 305 se deram muito bem;
- de 473 pessoas que tomaram o remédio B, 227 se deram muito bem.

E agora? Qual dos dois você deve receitar: o remédio A ou o remédio B?

Tudo depende de saber qual dos dois foi mais eficaz. Mas como fazer a comparação a partir desses números?

Você pode usar frações. A fração dos que se deram bem com o remédio A é  $\frac{305}{732}$ . A fração dos que se deram bem com o remédio B é  $\frac{227}{473}$ . Adiantou

alguma coisa? Não, porque é difícil comparar essas frações. Com uma simples olhada não dá para saber qual é a maior.

Mas agora vem uma idéia salvadora! Você pega uma calculadora e transforma essas frações em números decimais:



Agora a comparação é muito mais simples, porque você obteve números decimais. E pode ficar mais simples ainda. Você pode fazer arredondamentos e escrever os números obtidos na forma de porcentagem. Veja como:



- a fração  $\frac{305}{732}$  é aproximadamente igual ao número decimal 0,42, que significa 42 centésimos, ou 42 em 100, ou... 42% (não deixe de notar a relação entre as palavras *centésimos* e *cem*);
- a fração  $\frac{227}{473}$  é aproximadamente igual ao número decimal 0,48, que significa 48 centésimos, ou 48 em 100, ou... 48%.

Agora você sabe que um dos remédios é um pouco mais eficaz que o outro, não é? Além disso, você deve ter percebido certas vantagens no uso das porcentagens. Elas ajudam a fazer comparações e a tomar decisões a partir dessas comparações.

No problema dos remédios era difícil comparar a eficácia de ambos porque os totais eram diferentes. Isto é, o total das pessoas que haviam tomado o remédio A era diferente do total das pessoas que haviam tomado B. Quando expressamos os números na forma de porcentagens, foi como se os totais ficassem iguais a 100. Podemos considerar que, de cada 100 pessoas que tomaram o remédio A, 42 se deram bem. E, de 100 pessoas que tomaram o remédio B, 48 se deram bem. Aí ficou fácil!

Nesse problema você aprendeu também uma maneira rápida de calcular quanto por cento, ou seja, de obter percentuais. (Rápido, é claro, quando se usa calculadora; se você não tiver uma à mão, pode demorar um pouco mais.)

USE O QUE VOCÊ APRENDEU E ENCARE  
OUTRO PROBLEMA.



Confira a  
resposta no  
final do livro.

A população brasileira resultou de uma grande mistura de raças e povos, que vieram para cá dos quatro cantos do mundo. Segundo o IBGE, em 1999 nossa população estimada era de 160 milhões de habitantes; desses, aproximadamente 61 milhões eram mestiços de negros e brancos.


- Que porcentagem da população os mestiços representam?
- Essa porcentagem confirma a idéia de que temos uma grande mistura de raças?
- Cite uma razão para afirmar que a miscigenação enriquece a cultura brasileira.



# Retratando os números

As expressões *Grande São Paulo*, *Grande Porto Alegre*, etc. referem-se a grandes cidades que estão “grudadas” a várias cidades vizinhas, formando imensos aglomerados urbanos.

A Grande São Paulo é uma das maiores aglomerações do mundo e a maior do país. Mas saber disso não basta para você ter uma idéia clara de seu gigantismo. Para isso, talvez ajudasse se nós informássemos quantos habitantes têm as quatro maiores áreas urbanas do país. Aí, você poderia fazer comparações. Observe:

An aerial photograph of a dense urban area, likely São Paulo, showing a complex network of roads and numerous high-rise buildings. A table is overlaid on the image, providing population data for the four largest urban areas in Brazil. The table has a green header and yellow rows.

### Populações das maiores áreas urbanas do país

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| Grande São Paulo      | 17 000 000 |
| Grande Rio de Janeiro | 10 400 000 |
| Grande Belo Horizonte | 4 000 000  |
| Grande Porto Alegre   | 3 400 000  |

Aqui pode-se notar que, somando as populações da Grande Rio de Janeiro, da Grande Belo Horizonte e da Grande Porto Alegre, obtemos um resultado bem próximo ao da população da Grande São Paulo. Agora você tem uma idéia de quanto ela é gigantesca.

Houve um tempo em que esses enormes aglomerados eram considerados sinal de progresso. Atualmente, sabemos que eles trazem inúmeros problemas: congestionamentos, poluição, dificuldade de abastecimento e muitos outros.



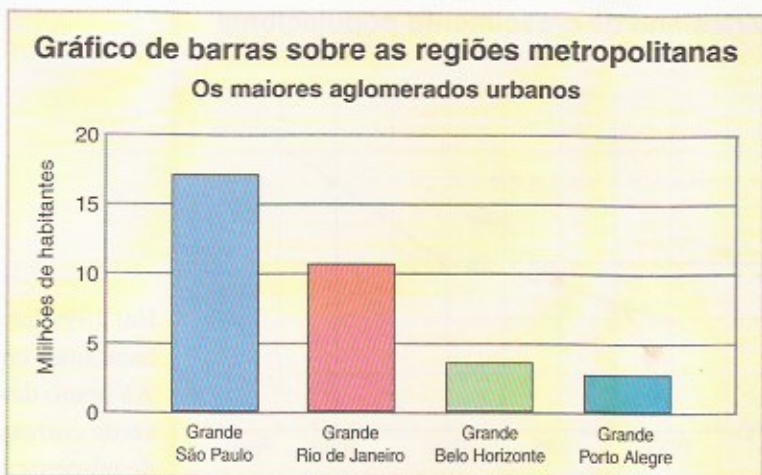
No entanto, nosso objetivo aqui não é discutir os aglomerados urbanos. Quisemos apenas mostrar que, para se ter uma idéia da situação, foi necessário ler informações cuidadosamente, pensar, fazer algumas contas. Ou seja, foi preciso gastar tempo. Usando-se, porém, recursos da estatística, tudo poderia ser mais rápido...



Não pense que retratos de números são parecidos com este ao lado.

Na verdade, os retratos de números você já conhece... Retratos de números são *gráficos*!! Os mesmos gráficos que você está acostumado a ver em jornais e revistas.

Veja um gráfico no qual estão representadas as populações dos quatro maiores aglomerados urbanos do Brasil:



Viu como ficou fácil comparar a população da Grande São Paulo com a das outras regiões? Embora tabelas como a da página 18 sejam importantes, a comunicação por meio de gráficos é bem mais rápida.

A idéia de transformar dados numéricos em figuras, ou seja, construir gráficos, é um recurso fundamental da estatística. Torna mais rápida a leitura das informações e facilita sua compreensão.

E quem será que teve uma idéia tão boa?

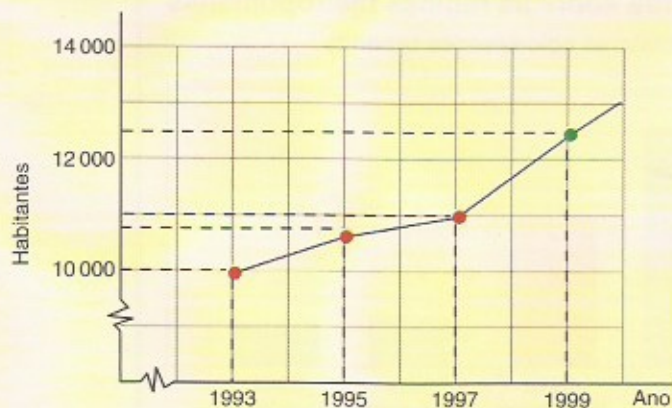
No decorrer da História, mais de uma pessoa pensou em retratar números. Uma delas foi o filósofo e matemático francês René Descartes (1596-1650). Ele inventou os gráficos cartesianos (dá para imaginar de onde vem a palavra *cartesiano*, não é?). Nesses gráficos, pares de números se transformam em pontos.

Os gráficos de segmentos que a estatística usa são baseados na invenção de Descartes. Veja um desses gráficos:

OS GRÁFICOS SÃO  
SUPEREFICIENTES!  
É POR ISSO QUE ELAS APARECEM  
TANTO EM JORNAIS E REVISTAS!



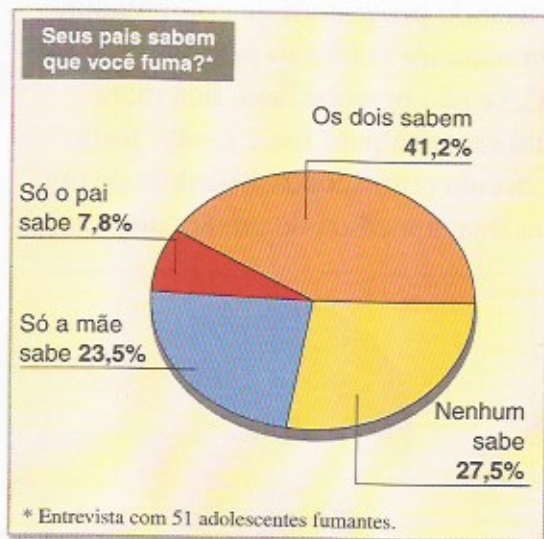
**Gráfico cartesiano de crescimento populacional**



Em 1999 havia 12 500 habitantes em Caixa-Prego. Ao ponto destacado em verde corresponde o par de números 1999, 12 500.



Para os gráficos da estatística, mais importante que a contribuição de Descartes foi a do escocês William Playfair, que trabalhava com estatísticas comerciais. Em 1786 ele começou a inventar maneiras de representar dados numéricos por meio de figuras. Uma de suas criações foram os gráficos de barras ou colunas, como aquele que serviu para comparar as populações dos grandes aglomerados urbanos. Depois, em 1801, ele inventou os gráficos de setores, também chamados de “tortas” ou “pizzas”. Vejamos um exemplo:



Fonte: *Pais & Teens*, São Paulo, ano 3, n. 8, maio/jun./ jul. 1998. *Revisteen*, p. 6.

Playfair sabia que estava criando algo absolutamente novo com suas figuras que traziam barras ou *pizzas*. Ele escreveu a seguinte observação sobre seus gráficos: “Ao contemplá-los, uma multidão de idéias vem a nossa mente e podemos chegar às mais inesperadas conclusões”.

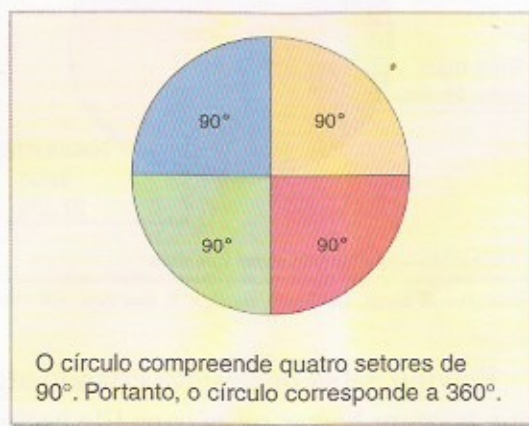
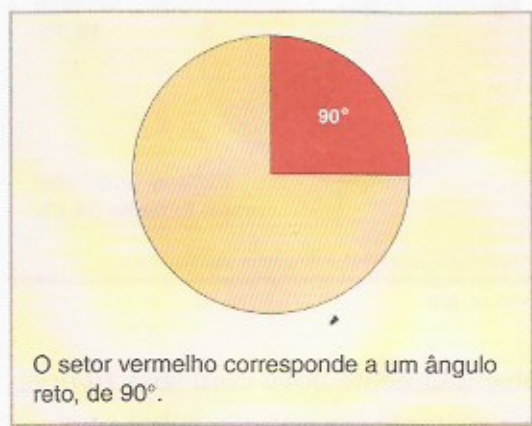


# Como fazer uma torta

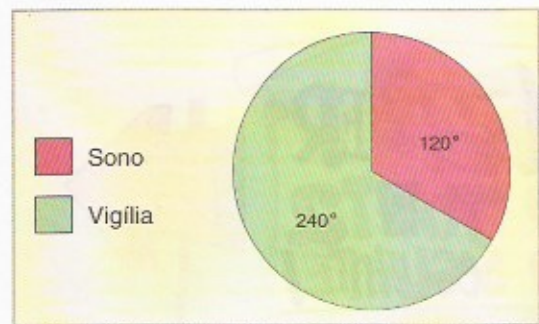


Você pode fazer um gráfico de setores usando programas de computador, como, por exemplo, o Excel. Só que dessa maneira você não percebe toda a matemática que está por trás do gráfico. E, se não percebe isso, fica mais difícil ler o gráfico. Por isso, vamos dar uma receita para fazer essas “tortas”.

Para começar, note que a cada setor do círculo corresponde a medida de um ângulo com vértice no centro do círculo, ou seja, a medida de um ângulo central.



Nos gráficos de setores, a medida do ângulo de cada setor é diretamente proporcional à quantidade representada pelo setor. Quer um exemplo?



A maioria das pessoas passa aproximadamente 8 horas por dia dormindo e 16 horas acordada. Por isso, o ângulo do setor que indica o tempo em que se permanece acordado mede o dobro do outro, que indica o tempo de sono.



Vamos ver outro exemplo. Um instituto de pesquisa ouviu a opinião de alguns espectadores que haviam terminado de assistir ao filme *Guerra nas estrelas I — A ameaça fantasma*.

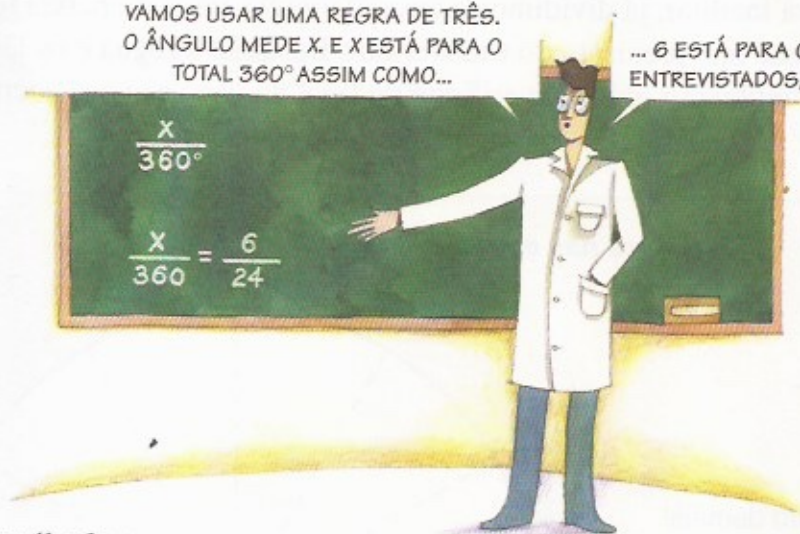
| Bom demais! | Legalzinho | Meio chato | Chato demais! |
|-------------|------------|------------|---------------|
| 6           | 4          | 4          | 10            |

No total foram entrevistadas 24 pessoas.

Quanto medirá o ângulo do setor correspondente ao pessoal que achou o filme “Bom demais!”?

VAMOS USAR UMA REGRA DE TRÊS.  
O ÂNGULO MEDE  $x$ . E  $x$  ESTÁ PARA O  
TOTAL  $360^\circ$  ASSIM COMO...

... 6 ESTÁ PARA O TOTAL DE  
ENTREVISTADOS, QUE É 24.



Veja os cálculos:

$$\frac{x}{360^\circ} = \frac{6}{24} \Rightarrow x = \frac{6 \cdot 360^\circ}{24} \Rightarrow x = 90^\circ$$

E o ângulo correspondente aos que acharam que o filme é “Legalzinho”? Vamos calcular essa medida de outra maneira, só para você perceber que muitos caminhos levam a Roma. Veja só: 4 em 24 correspondem a  $\frac{4}{24}$  do total. E  $\frac{4}{24} = \frac{1}{6}$ .

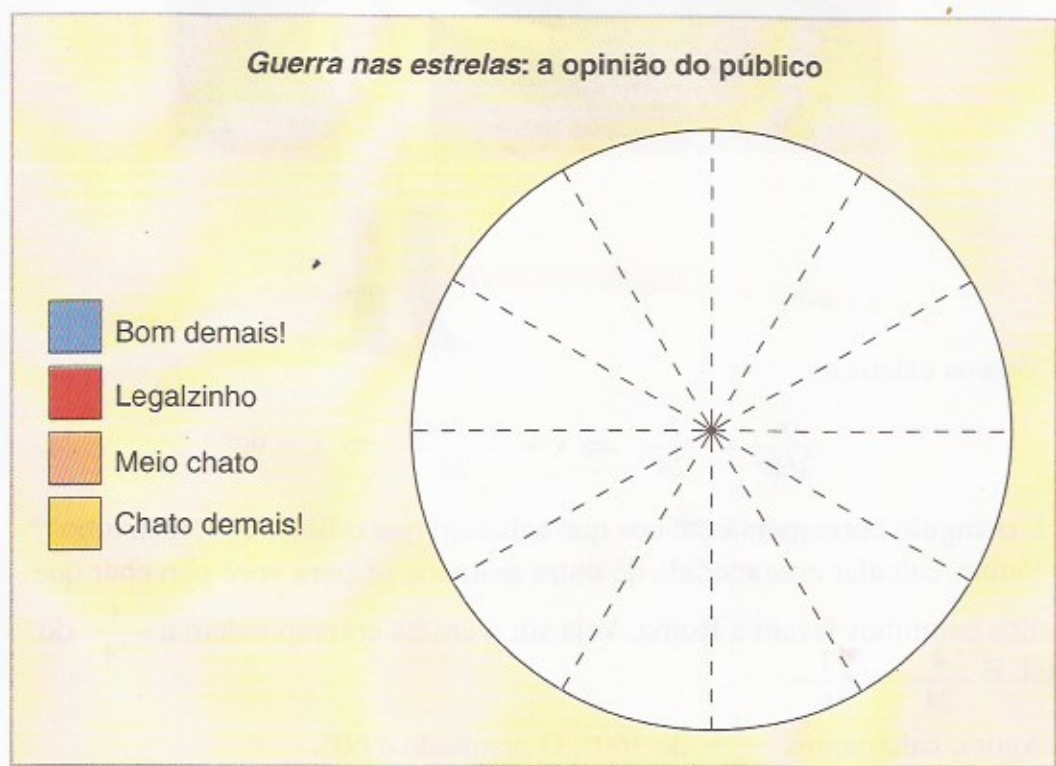
Agora, calculamos  $\frac{1}{6}$  de  $360^\circ$ . O resultado é  $60^\circ$ .

Falta calcular a medida do ângulo correspondente ao pessoal que achou o filme “Chato demais!”. Esse cálculo fica para você. Há muitas maneiras de fazê-lo. Escolha a que preferir. Se houver qualquer dúvida, procure a resposta no final do livro.

Tendo as medidas dos ângulos, o negócio agora é:

- traçar a circunferência com compasso;
- ir medindo os ângulos centrais com transferidor e traçando-os com régua;
- finalizar o trabalho colocando títulos, colorindo, etc.

O círculo abaixo foi desenhado para você fazer o gráfico de setores correspondente às opiniões do pessoal sobre o episódio 1 de *Guerra nas estrelas*. Para facilitar, já dividimos a circunferência em doze partes iguais, de modo que você não precisará do transferidor. Bastarão a régua e os lápis de cor. Após completar o gráfico, verifique no final do livro se você acertou a resposta.

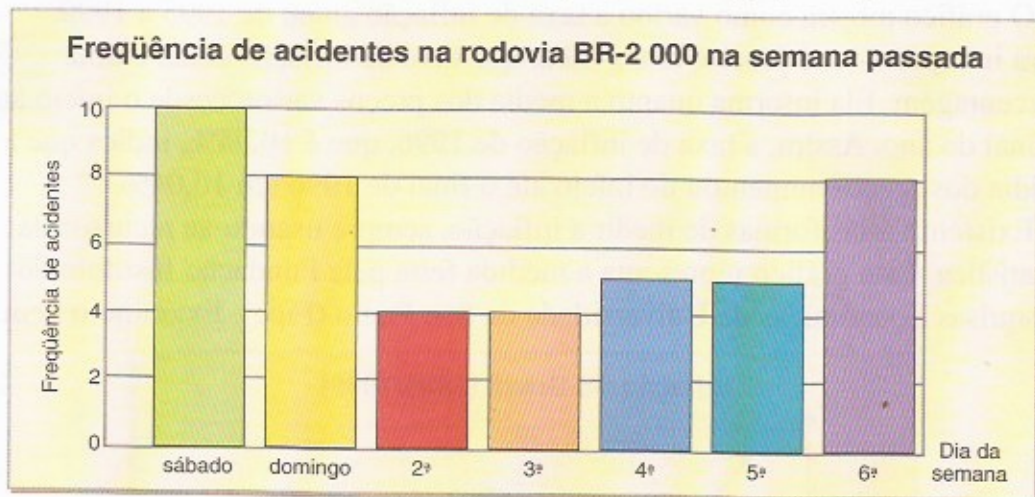




# Desafios gráficos

Costuma-se dizer que uma imagem vale por mil palavras. Um exemplo dessa idéia são os gráficos. A comunicação visual feita por meio de gráficos é mais eficiente que a proporcionada por uma tabela repleta de números, acompanhada de mil explicações.

Por isso, é importante compreender bem a linguagem dos gráficos. Só que, às vezes, surgem algumas dificuldades. Veja, por exemplo, este gráfico.



Agora, tente responder:

- Quantos acidentes ocorreram no período retratado pelo gráfico?
- Qual é a média de acidentes por dia?
- Em que dias da semana essa rodovia necessita de mais policiamento?

Procure as respostas no final do livro.

A seguir mostramos um gráfico do tipo torta. Examine-o bem.



Adaptado de: IBGE (dados de 1997).

Você tem uma idéia da porcentagem da população brasileira com menos de 18 anos? (Em outras palavras: quanto por cento da população corresponde ao pessoal mais jovem?) Não é possível dar uma resposta exata, mas você deve conseguir fazer uma estimativa.

Para terminar, um grande desafio: um gráfico de segmentos. Esses gráficos são parecidos com os gráficos cartesianos, inventados por Descartes.

O gráfico mostra como variou a taxa de inflação anual de 1995 a 1999. Para interpretá-lo, é preciso antes saber que taxa de inflação anual é uma porcentagem. Ela informa quanto a média dos preços variou desde o início até o final do ano. Assim, a taxa de inflação de 1996, que é 10,04%, indica que a média dos preços aumentou do início até o final de 1996 em 10,04%.

Existem várias formas de medir a inflação, sempre usando-se recursos da estatística. Este gráfico representa a medida feita pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo (Fipe). Examine-o bem.



Fonte: Fipe (INPC).

Agora, tente responder às questões.

- A taxa de inflação diminuiu ou aumentou de 1996 para 1997?
- E a média dos preços, diminuiu ou aumentou de 1996 para 1997?
- Qual foi a taxa de inflação em 1998?
- Nesse ano de 1998, a média dos preços diminuiu ou aumentou?

Talvez você não tenha achado fáceis as perguntas. Acontece que, para serem úteis, os gráficos precisam ser compreendidos. Por isso criamos esses desafios.



# Desafio estatístico

A seguir (pág. 29), você vai encontrar uma área coberta por dois tipos de sinais:  $\square$  e  $\bullet$ . Ela tem mais ou menos este aspecto:

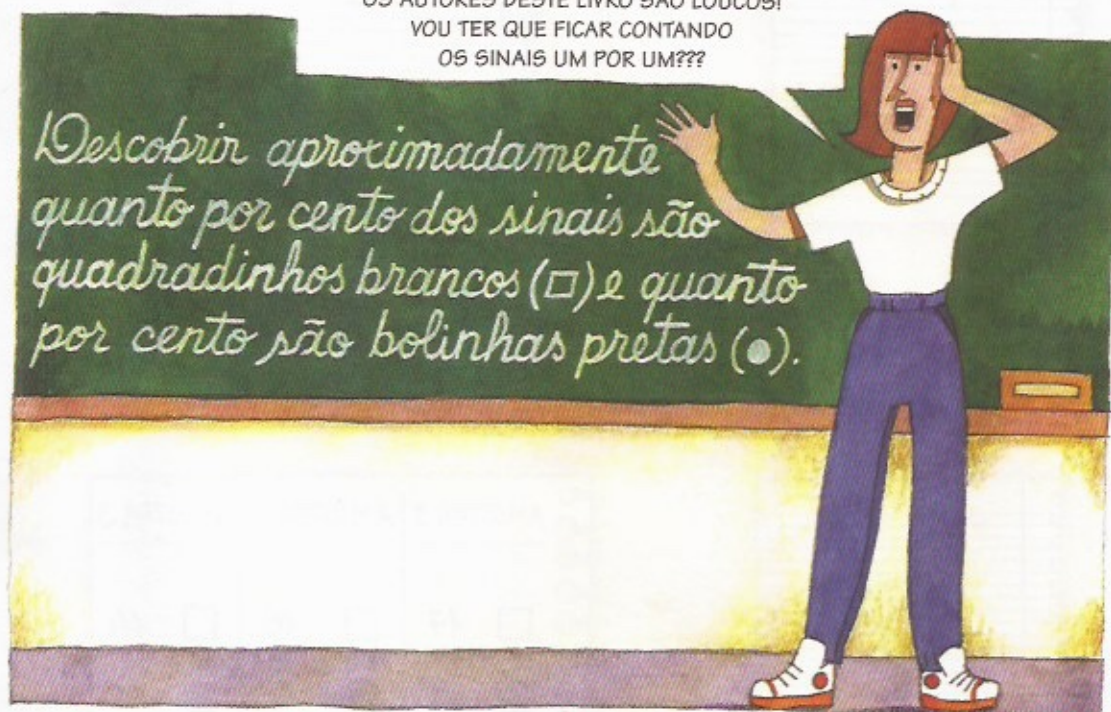


Esses sinais estão espalhados de maneira bem uniforme. Evitou-se que alguma região tivesse uma concentração de bolinhas pretas ou de quadradinhos brancos diferente das outras regiões.

Bom, e daí?

Dáí que nós lhe propomos o seguinte desafio:

OS AUTORES DESTE LIVRO SÃO LOUCOS!  
VOU TER QUE FICAR CONTANDO  
OS SINAIS UM POR UM???



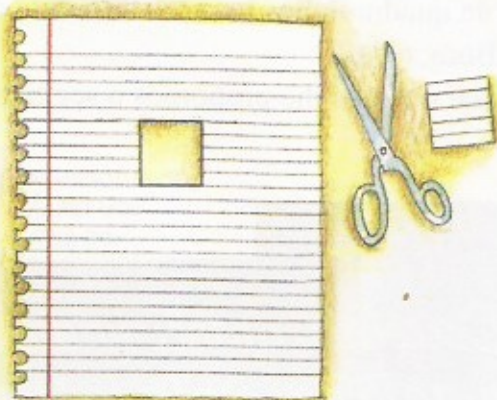
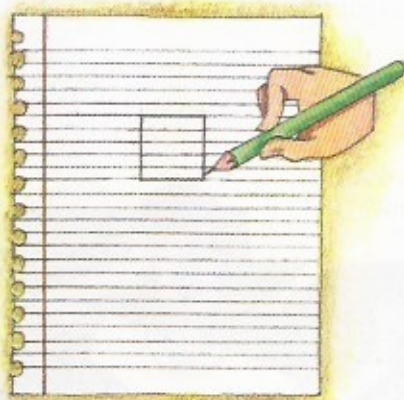
É claro que você não deve contar os sinais um a um. Senão, isso não seria um desafio: seria só um trabalhão! Para descobrir o que pedimos, você deve usar a estatística! Como?

Acompanhe:

- os sinais da página formam a *população* de sinais;
- para conhecer características da população, você vai usar uma *amostra* dela;
- uma amostra é uma pequena parte da população.

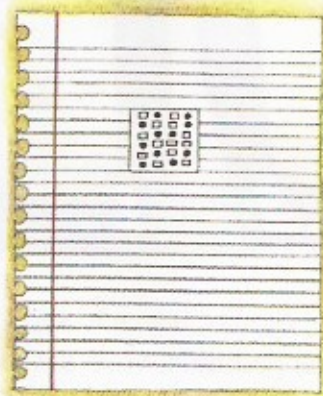
Para escolher a amostra, sugerimos a seguinte técnica:

- faça um quadrado com lados de 2 cm numa folha de papel; depois, recorte o quadrado, deixando a folha com um furo quadrado;



- coloque o furo quadrado *ao acaso* sobre a população, isto é, sobre um lugar qualquer da folha.

Pronto, você tem sua amostra e nela você conta os  $\square$  e  $\bullet$ . Veja um exemplo:

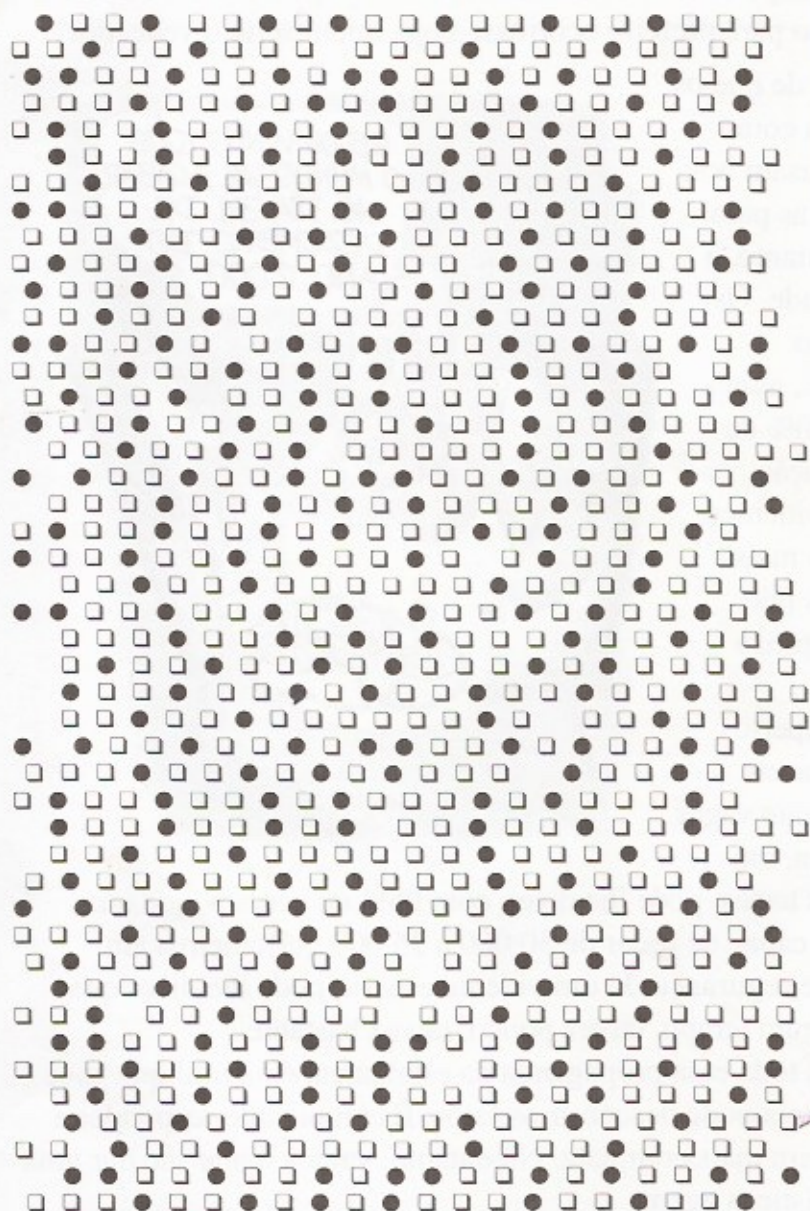


| AMOSTRA 1    | AMOSTRA 2    | AMOSTRA 3    |
|--------------|--------------|--------------|
| $\square$ 17 | $\square$ 16 | $\square$ 14 |
| $\bullet$ 9  | $\bullet$ 7  | $\bullet$ 11 |
| TOTAL 26     | TOTAL 23     | TOTAL 25     |



É conveniente você obter pelo menos três amostras e somar os números de  com os números de ●. Só depois disso você deve tentar descobrir quanto por cento dos sinais são quadradinhos e quanto por cento são bolinhas pretas.

Agora, mãos à obra!



Aviso!  
A resposta aparece  
nas páginas finais  
do livro.





# Como a estatística faz descobertas

Usando-se os métodos da estatística, pode-se chegar a conclusões surpreendentes. Veja algumas perguntas que a estatística ajuda a responder:

- Quanto tempo vão durar os pneus que estão saindo agora da fábrica?
- Em que ano a população brasileira vai atingir os 200 milhões de habitantes?
- Qual a eficácia do Gripporal, novo medicamento antigripal?
- Se a próxima eleição para prefeito ocorresse hoje, quem seria o vencedor?

Dá até a impressão de que os estatísticos funcionam como aqueles videntes que usam bola de cristal ou lêem cartas para prever o futuro. No entanto, a diferença é muito grande. Os estatísticos sempre dão respostas aproximadas, nunca afirmam nada com 100% de certeza. Em compensação, raramente erram. Os videntes, por outro lado, quanto mais certeza mostram, mais feio erram. Veja, por exemplo, a previsão ao lado.

Os videntes mais espertos erram menos porque fazem afirmações extremamente vagas. Para você ter uma idéia, um estatístico, após certos testes, pode lhe dizer, com 95% de certeza, que um pneu de certa marca é capaz de rodar de 30 000 a 35 000 quilômetros em condições razoáveis de segurança. Já um vidente esperto pode lhe dizer que esse pneu vai durar algum tempo, talvez pouco, talvez bastante...

Depois de fazermos toda essa propaganda da estatística, é natural que você pergunte de que modo ela pode descobrir os fatos. É complicado responder a essa pergunta da maneira mais completa. No entanto, vamos tentar lhe dar uma idéia de como os estatísticos agem.





O principal recurso que eles usam é a *amostragem*, que consiste em escolher alguns elementos de uma população para serem testados (ou entrevistados). O grupo escolhido chama-se *amostra*, e a escolha da amostra deve respeitar certos critérios, dos quais falaremos depois. Assim, no caso do teste dos pneus, seria escolhida uma amostra de pneus recém-fabricados.

As amostragens são necessárias porque normalmente é muito caro, ou mesmo impossível, testar toda a população. Já imaginou que estupidez testar todos os pneus? Não sobraria nenhum para ser vendido!

As pesquisas eleitorais também se baseiam em amostras. Por exemplo, nas eleições presidenciais brasileiras, institutos de pesquisa estatística, como Ibope, Gallup ou Datafolha, costumam usar amostras de cerca de 3 000 eleitores. Essa amostra parece muito pequena, num universo de cerca de 100 milhões de eleitores! Apesar disso, a matemática prova que 3 000 eleitores escolhidos adequadamente constituem uma boa amostra, apresentando resultados de razoável precisão.

Por exemplo, se uma pesquisa conclui que certo candidato terá 17% dos votos, o mais provável é que ele tenha entre 15% e 19% dos votos, ou seja, dois pontos percentuais a menos ou a mais que o previsto. Mas pode acontecer de a votação do candidato estar fora desse intervalo. Ele pode conseguir, digamos, 11% ou 25% dos votos. Para evitar esse tipo de “erro”, os estatísticos calculam o tamanho que a amostra deve ter, e as chances de um resultado ficar fora do intervalo previsto costumam ser inferiores a 5%.

A idéia básica da amostragem é que a amostra bem escolhida reflete as características da população que se deseja estudar. Imagine que 200 000 eleitores vão escolher o prefeito da cidade de Longed aqui. Imagine ainda que entrevistamos 200 eleitores para saber em quem iriam votar. Agora veja como é que a amostra deve refletir a população de eleitores:

| Na amostra  |              | Na população |                  |
|-------------|--------------|--------------|------------------|
| Candidato A | 55 eleitores | Candidato A  | 55 000 eleitores |
| Candidato B | 52 eleitores | Candidato B  | 52 000 eleitores |
| Indecisos   | 93 eleitores | Indecisos    | 93 000 eleitores |

Percebeu? Os números da amostra bem escolhida devem ser diretamente proporcionais aos números correspondentes na população. É claro que isso só ocorre idealmente. Na prática, os números da amostra são só aproximadamente proporcionais aos da população.



MAS SERÁ QUE ESSA  
PROPORCIONALIDADE DÁ CERTO SEMPRE?

Realmente, é justo ter dúvidas. Você se lembra daquela população de bolinhas e quadradinhos que enchem a página 29? Veja de novo uma parte dessa população:



Se sua amostra for a 2ª linha e a nossa for a 3ª linha, teremos resultados muito diferentes:

**2ª linha**

□ 17

● 4

**3ª linha**

□ 11

● 10

Os □ e ● da população, mesmo distribuídos mais ou menos por igual, não têm distribuição uniforme linha por linha. Outra conclusão que se pode tirar é que a amostra de uma linha talvez seja muito pequena para refletir as características da população.

Qual será então a verdade sobre essa população?

Talvez a verdade venha da soma das duas amostras, produzindo uma maior:

□ 28 (aproximadamente 66% do total)

● 14 (aproximadamente 33% do total)

(Você deve saber se essa é a verdade, porque fez o desafio proposto na página 27.)



Além do tamanho, há outra dificuldade quando se trabalha com amostras: elas podem ser viciadas. Se, por exemplo, você fizer uma pesquisa por telefone para saber a opinião dos moradores de uma cidade sobre quais ruas devem ser asfaltadas, pode estar certo de que ela será viciada. Muitos dos moradores mais pobres não têm telefone, portanto não serão representados; e os mais ricos, por viverem em ruas asfaltadas, podem não saber que ruas é preciso asfaltar.

*Apesar das dificuldades, amostragens bem-feitas constituem o meio fundamental de descoberta na estatística.*

Para saber que tamanho da amostra vai dar uma certeza de, por exemplo, 95% nas conclusões que serão obtidas, os estatísticos fazem cálculos matemáticos. Além disso, para evitar amostras viciadas, uma solução é sortear seus componentes, ou seja, deixar a escolha dos componentes da amostra por conta do acaso.

Essa história de sorteio pode parecer esquisita, algo que dá muita margem ao azar, ou seja, permite amostras ruins. No entanto, acontece o contrário: por esse método elimina-se a maioria dos fatores que viciam as amostras.

Por exemplo, no caso da pesquisa sobre as ruas que devem ser asfaltadas, sorteando-se ao acaso os habitantes da cidade, é quase impossível que sejam sorteadas só pessoas que não têm telefone, ou só habitantes ricos. Dessa forma, há grande chance de que a população como um todo esteja bem representada e a pesquisa dê resultados confiáveis.

VEJA A SEGUIR UMA EXPERIÊNCIA  
COM AMOSTRAS QUE QUALQUER  
PESSOA PODE FAZER.



### Uma experiência com amostras

Todo o mundo sabe que, no lançamento de uma moeda, a chance de se obter cara é de 50% (como é de 50% a chance de se obter coroa). Por isso, quando a moeda é lançada certo número de vezes, esperamos que na metade (ou quase metade) dessas vezes o resultado seja cara. Naturalmente a moeda deve ser perfeita, não viciada.

O fato de que metade dos resultados é cara pode ser comprovado estatisticamente, *mas não com amostras muito pequenas!*

Faça a seguinte experiência:

- Lance uma moeda 10 vezes e calcule a porcentagem de caras. Repita 3 vezes essa experiência. Anote os resultados.

|                         | 1ª amostra de<br>10 lançamentos | 2ª amostra de<br>10 lançamentos | 3ª amostra de<br>10 lançamentos |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Porcentagem<br>de caras |                                 |                                 |                                 |

- Agora faça a mesma coisa com uma amostra maior, de 40 lançamentos.

|                         | 1ª amostra de<br>40 lançamentos | 2ª amostra de<br>40 lançamentos | 3ª amostra de<br>40 lançamentos |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Porcentagem<br>de caras |                                 |                                 |                                 |

PRONTO, TIRE SUAS CONCLUSÕES!  
PROCURE PERCEBER DE QUE  
MANEIRA O TAMANHO DA AMOSTRA  
INFLUIU NO RESULTADO!





# Um pouco de História

Milhares de anos atrás, a palavra estatística nem sequer existia, mas já se faziam pesquisas estatísticas!

Conhecem-se tabelas de estatísticas agrícolas de 4 000 anos atrás, feitas pelos chineses. Elas ajudavam a controlar a produção de alimentos.

Outro tipo de pesquisa estatística muito antigo são os recenseamentos, feitos para se descobrirem diversas informações sobre cada região: número de habitantes, quantidade de alimentos produzidos, etc. Baseando-se nos dados obtidos, os governantes cobravam impostos e recrutavam homens para o Exército.

Para a nossa cultura ocidental houve um recenseamento muito importante, ordenado pelo imperador romano Augusto, por volta do ano 1.

Esse recenseamento está relacionado com esta cena:



*A adoração dos pastores, c. 1640, de Louis Le Nain (1593-1658).*



Bem, você reconheceu a cena, não é? Costumamos vê-la em cartões de Natal. Resta saber o que ela tem que ver com nossa cultura e com a estatística. Vamos explicar.

A cultura ocidental é aquela predominante na Europa, nas Américas e na Austrália. Suas raízes estão nos antigos gregos e romanos, mas também no cristianismo, isto é, nos ensinamentos de Jesus Cristo. Tanto é assim que contamos os anos a partir do ano do nascimento de Cristo. Repare ainda que muitos dos grupos religiosos que conhecemos (católicos, adventistas, presbiterianos, batistas, membros da Assembléia de Deus e muitos outros) são cristãos.

Pois bem, a cena que mostramos retrata o nascimento de Jesus Cristo — tal como o imaginamos — na cidade de Belém, num local em que se guardavam ovelhas, uma espécie de estábulo. Os pais de Jesus — Maria e José — haviam acabado de chegar à cidade e não tinham tido tempo de conseguir melhores acomodações.

É aqui que entra a estatística. Maria e José moravam na cidade de Nazaré. Eles tiveram de ir a Belém, cidade dos antepassados de José, em razão do recenseamento ordenado pelo imperador. Naquela época, cada pessoa devia ser recenseada na cidade de origem da família.

É provável que, se não fosse essa pesquisa estatística, Jesus tivesse nascido em outro local, e nós não conheceríamos a tradicional imagem dos presépios.

### **No século XVII, descobre-se que nascem mais meninos que meninas!**

Por muitos séculos, os recenseamentos foram as únicas pesquisas estatísticas importantes. Mas em 1662, na Inglaterra, um certo John Graunt, após muitas pesquisas, publicou tabelas sobre nascimentos e mortes. Entre outras coisas, ele mostrou que os nascimentos de meninos eram um pouco mais numerosos que os de meninas: 51% para os meninos e 49% para as meninas. É uma diferença pequena, mas ela continua ocorrendo até nossos dias. Por exemplo, segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade), em 1995, no município de São Paulo, nasceram 105 220 meninos e 100 925 meninas (além de 259 crianças cujo sexo não foi registrado).





### Séculos XVIII e XIX: a estatística progride. Estudos estatísticos diminuem a mortalidade em Londres!

No século XVIII, começaram a aparecer estudos sobre o comércio e a produção industrial. Surgiram então tabelas com dados numéricos, gráficos, etc. Era o começo da estatística tal como a conhecemos hoje.

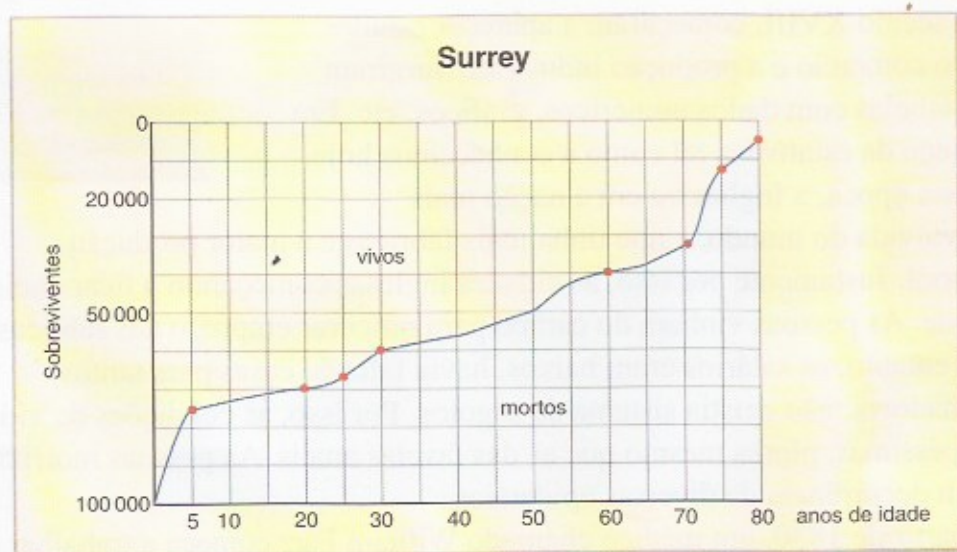
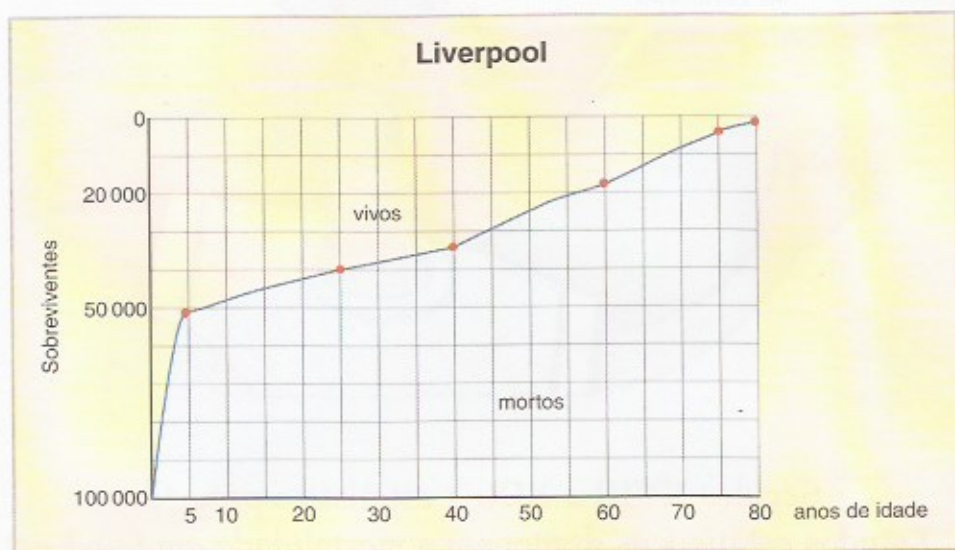
Leia sobre  
gráficos na  
página 18!

Nessa época, a Inglaterra era a nação mais desenvolvida do mundo, a que tinha mais fábricas e a maior produção industrial. Justamente por isso, as cidades inglesas começaram a ficar cheias de gente. As pessoas vinham do campo para procurar emprego nas fábricas.

No entanto, os salários eram baixos, havia falta de casas para tantos trabalhadores, não existia sistema de esgotos. Por isso, as condições de vida eram péssimas, piores mesmo que as das favelas atuais. As pessoas morriam à toa, em decorrência de diversas epidemias.

A partir de 1830, um médico chamado William Farr começa a trabalhar em estatísticas sobre mortes e doenças. Ele compara a saúde em cidades industriais com a de regiões rurais e apresenta fatos terríveis. Para você ter uma idéia, copiamos dois gráficos feitos por volta de 1840. Observe que são gráficos diferentes dos atuais: no eixo vertical, os números aumentam de cima para baixo.

Compare as situações em Liverpool (cidade industrial) e em Surrey (região rural):



Gráficos copiados do relatório do *General Register Office* de 1843, elaborado por Farr.

Observe que, em Liverpool, de cada 100 000 crianças nascidas, metade morria antes dos 5 anos de idade! Em Surrey era diferente. Metade delas sobrevivia até quase os 50 anos.



As pesquisas e os artigos de Farr, ao longo dos anos, acabariam por convencer as autoridades da necessidade de cuidar do saneamento público, da qualidade da água e de criar redes de esgotos.

Em seus artigos, Farr não pedia às autoridades que fossem bondosas com os trabalhadores. Ele apresentava fatos estatísticos e argumentava que a morte de tanta gente jovem era um grande prejuízo para a produção industrial. (Infelizmente, argumentos econômicos parecem ter mais efeito junto aos governantes que aqueles baseados na solidariedade.)

### A partir de 1850, a estatística toma conta do mundo desenvolvido

No início do século XIX, os estudos estatísticos ganharam a contribuição de grandes matemáticos. Nos trabalhos de dois deles, o francês Simon Laplace e o alemão Carl Friedrich Gauss, surge a idéia de “distribuição normal de frequência”. Essa idéia levou a uma teoria muito útil para fazer previsões. (Infelizmente, trata-se de um assunto um tanto complicado que você talvez só aprenda no curso médio ou no curso universitário.)

A teoria da distribuição normal foi usada pelo astrônomo e matemático belga Adolphe Quételet no estudo estatístico de diversas características das populações humanas: altura, peso, natalidade, mortalidade, renda mensal, etc.

Reprodução



Reprodução



Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Adolphe Quételet (1796-1874).

Em 1853, ele organizou o primeiro congresso internacional de estatística. É a partir desse momento que, nos países desenvolvidos, vão sendo criados departamentos do governo especializados em estatística.

No Brasil, também foi criado um órgão desse tipo. É o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mas ele só passou a existir em 1938.

### **Século XX: a estatística ganha o reforço da informática**

A estatística continuou a progredir durante os séculos XIX e XX, graças à contribuição de importantes matemáticos. Ela passou a ser utilizada de muitas maneiras por físicos, médicos, companhias de seguros, indústrias e órgãos governamentais.

Com o progresso das técnicas de pesquisa e o aumento dos dados numéricos, cada vez mais foram aparecendo cálculos complicados em estatística. Para você ter uma idéia, em vários países chegou a ser necessário que o governo contratasse centenas de pessoas unicamente para fazer contas. Já imaginou que chatice passar dias e dias só fazendo contas?

Superstock

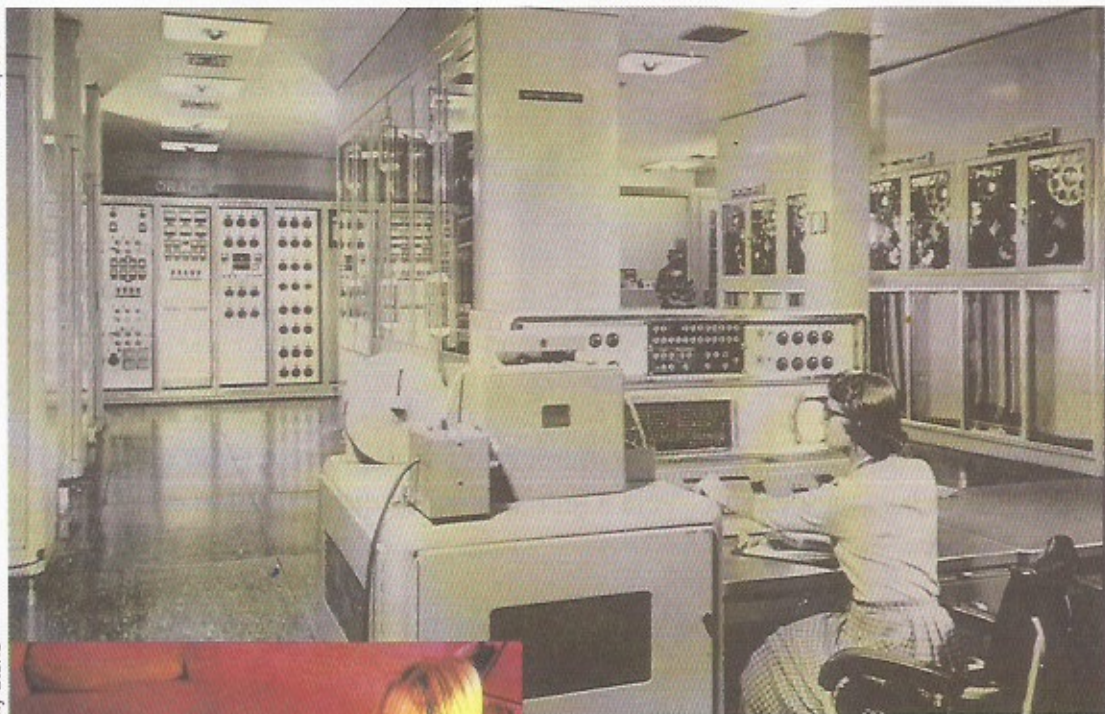




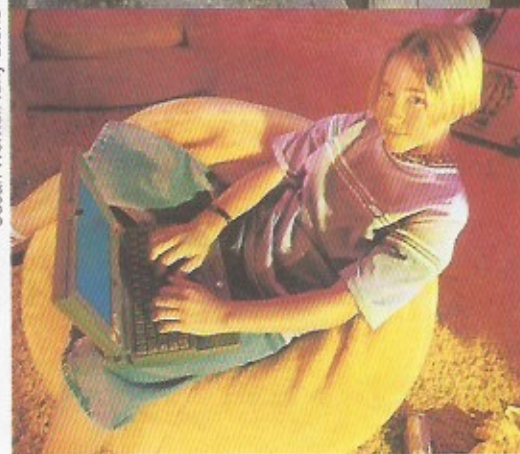
Felizmente, isso não é mais necessário. Com o desenvolvimento dos computadores, por volta de 1950, as contas deixaram de atormentar os estatísticos e a maioria das pessoas. Quase ninguém mais faz contas complicadas com lápis e papel. Todo mundo procura uma calculadora.

Atualmente, fazem-se milhares de pesquisas estatísticas, às vezes usando cálculos complicadíssimos. Com o auxílio dos computadores, aumenta-se ainda mais o poder da estatística.

Superstock



Susan Werner/Tony Stone



Um supercomputador da década de 1960 e um microcomputador atual. É incrível, mas o pequeno tem mais capacidade que o gigante!



# Você decide!

Você conhece o município de Chuchu da Serra e a famosa Lagoa Azul?

Se não conhece, não faz mal, nós lhe daremos as informações necessárias. A lagoa é repleta de peixes e, por isso, é muito procurada por pescadores, que vêm de todas as cidades vizinhas. Como todos os pescadores devem pagar uma taxa à prefeitura, a grande Lagoa Azul é uma importante fonte de renda do município.

Estes são os quatro tipos de peixes comestíveis da lagoa:



ATENÇÃO! ESSAS ESPÉCIES DE PEIXES SÃO FICTÍCIAS. NÃO VÁ MENCIONÁ-LAS EM PROVAS DE CIÊNCIAS!



Um técnico de meio ambiente do município foi à lagoa e retirou uma amostra de peixes para exame. Veja a amostra, antes que o técnico devolva os peixes à água:



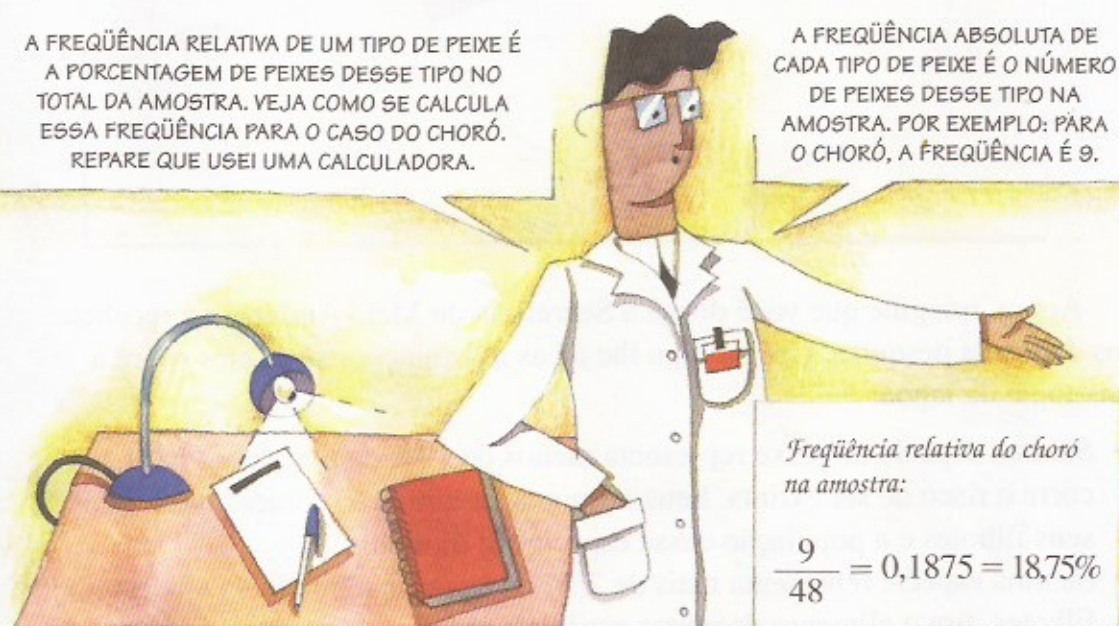


A tabela seguinte refere-se à amostra colhida. Você deve completá-la. Para isso, leia antes as explicações do técnico.

| Espécies de peixe | Frequência absoluta | Frequência relativa |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| Chitão            |                     |                     |
| Choró             | 9                   | 18,75%              |
| Lucino            |                     |                     |
| Dicamargo         |                     |                     |
| Outros            |                     |                     |

A FREQUÊNCIA RELATIVA DE UM TIPO DE PEIXE É A PORCENTAGEM DE PEIXES DESSE TIPO NO TOTAL DA AMOSTRA. VEJA COMO SE CALCULA ESSA FREQUÊNCIA PARA O CASO DO CHORÓ. REPARE QUE USEI UMA CALCULADORA.

A FREQUÊNCIA ABSOLUTA DE CADA TIPO DE PEIXE É O NÚMERO DE PEIXES DESSE TIPO NA AMOSTRA. POR EXEMPLO: PARA O CHORÓ, A FREQUÊNCIA É 9.



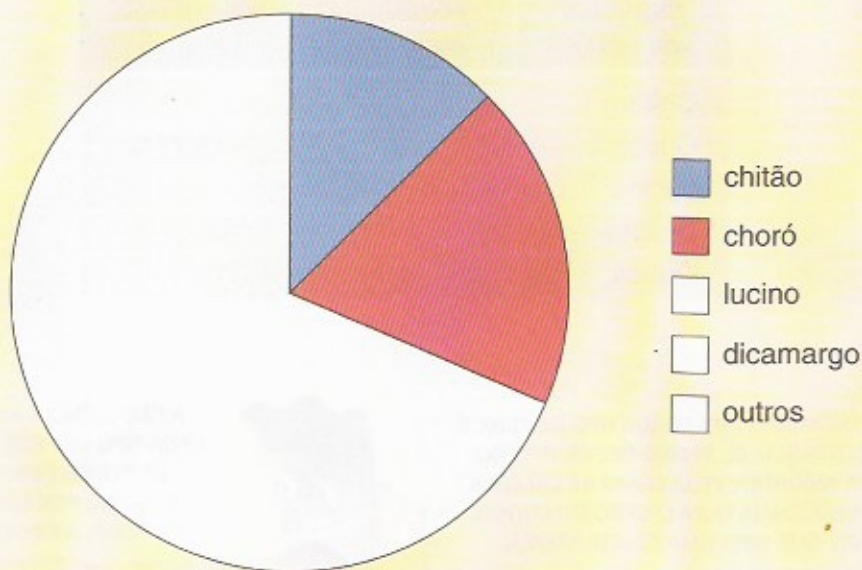
*Frequência relativa do choró na amostra:*

$$\frac{9}{48} = 0,1875 = 18,75\%$$

Agora é com você. Coopere com o técnico e complete a tabela antes de continuar lendo. Use uma calculadora.

Como o secretário do Meio Ambiente do município precisa conhecer todos esses dados, é conveniente apresentá-los também por meio de um gráfico. Esse também nós já começamos a fazer. Que tal você completá-lo?

### Quantidades estimadas dos tipos de peixe da Lagoa Azul



Agora, imagine que você dirige a Secretaria do Meio Ambiente e recebeu os dados da pesquisa. Um biólogo lhe dá as informações seguintes sobre a ecologia da lagoa:

- Se uma espécie de peixe representa menos de 10% da população total, ela corre o risco de ser extinta. Seus inimigos naturais vão comer quase todos os seus filhotes e a população dessa espécie vai diminuir.
- Se uma espécie representa mais de 25% da população total, ela tem muitos filhotes, tira o alimento de outras espécies e há o risco de ser a única da lagoa em poucos anos.

Sabendo desses fatos e examinando os dados, você proibiria a pesca de algum tipo de peixe? Incentivaria a pesca de algum outro tipo? A decisão é sua, mas deve ser bem pensada porque você tem um cargo importante e as finanças do município podem ser afetadas.

Confira sua  
resposta no  
final do livro.



# Enganando com a verdade

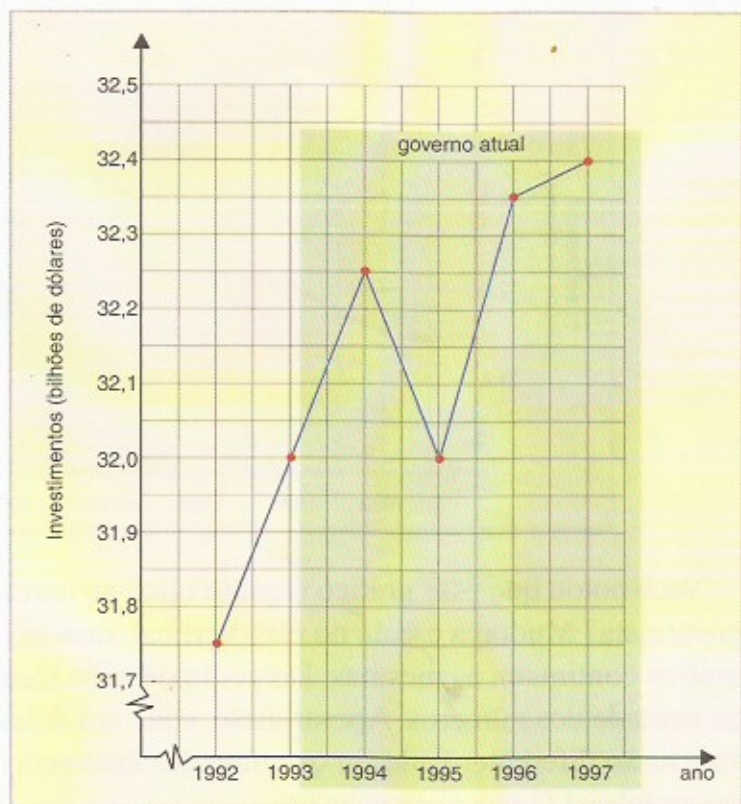
Embora o objetivo das pesquisas estatísticas seja descobrir verdades, é possível usar a estatística para enganar as pessoas. Às vezes, isso é feito por descuido; outras vezes, por pura desonestidade.

O pior de tudo é que, com o objetivo de enganar, não se usam “mentiras”, e sim verdades estatísticas! E aqui a coisa começa a ficar complicada. Por isso, vamos ver alguns exemplos.

Imagine o deputado Paulo Faro de Lobo defendendo a política educacional do governo na Câmara dos Deputados.

NOBRES COLEGAS, ESTAMOS NO CAMINHO CERTO! VEJAM ESTE GRÁFICO! ELE MOSTRA QUE ESTE GOVERNO INVESTE CADA VEZ MAIS EM EDUCAÇÃO. O FUTURO DE NOSSO PAÍS ESTÁ GARANTIDO!

Para comprovar o que diz, o nobre deputado mostra o gráfico abaixo.



Parece que ele tem razão, não é?  
Espere! Antes de ter certeza, veja o  
que diz uma deputada da oposição,  
a senhora Paula Travassos.



NOBRES COLEGAS, NADA MUDA  
NESTE PAÍS. AS ESCOLAS CONTINUAM  
ABANDONADAS. VEJAM ESTE GRÁFICO.  
ELE MOSTRA QUE OS INVESTIMENTOS  
DO GOVERNO NÃO AUMENTARAM  
QUASE NADA. O QUE VAI SER  
DE NOSSO FUTURO?

E a nobre parlamentar mostra seu gráfico:



Você notou que esse gráfico é quase igual ao apresentado pelo deputado governista? Mudou a escala no eixo vertical, mas as informações dadas pelo gráfico continuam as mesmas. Do ponto de vista técnico, ambos se basearam na verdade dos números. Apesar disso, cada um deles nos leva a uma conclusão diferente. Pode ser que uma das duas seja falsa. Talvez as duas sejam falsas! O que você acha?



Em vez de decidir qual dos deputados está certo, vejamos outra maneira simples de enganar o próximo com estatísticas verdadeiras.



Será que é verdade o que diz a propaganda? Será que a empresa arriscaria sua reputação divulgando uma mentira? Afinal, mentira tem perna curta...

Bem, a verdade é que a empresa pode de fato ter feito uma pesquisa e chegado a esse resultado. No entanto, ela não informou o tamanho da amostra nem a margem de erro. A amostra poderia ser viciada ou pequena demais. Nesse caso, podemos ficar em dúvida, sim.



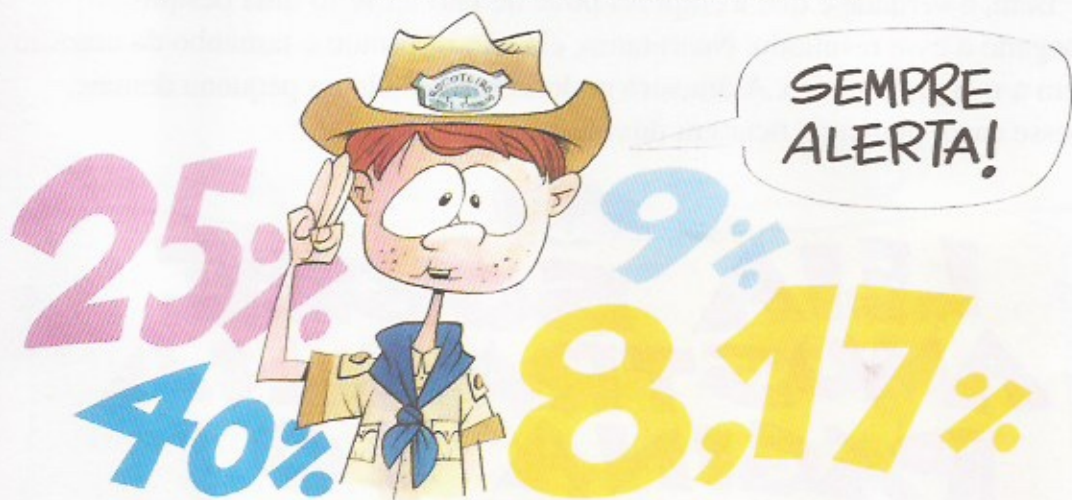
Vejam os exemplos da amostra pequena demais, em que o resultado de 60% pode ter uma margem de erro de, digamos, 25%. (É bom saber que essa margem de erro é determinada por meio de cálculos matemáticos.) Assim, embora a pesquisa estatística tenha indicado que 60% das donas de casa preferem a marca, só podemos ter certeza de que as que preferem Limpão constituem de 35% a 85% do total.

Essas donas de casa podem ser, na realidade, apenas 40%. Esse número apareceria numa pesquisa com uma amostra maior, que também teria uma margem de erro bem menor. Como esses 40% não impressionariam ninguém, a empresa prefere uma pesquisa com amostra pequena! Nada honesta, não é?

Qual é a moral da história? Não é o caso de não acreditar nas estatísticas. O importante é tomar cuidado e desconfiar dos resultados sempre que as informações forem incompletas. Por exemplo:

- Se uma pesquisa do governo diz que o desemprego diminuiu de 8,17% para 7,98%, não se pode garantir que essa seja uma boa notícia, quando a margem de erro da pesquisa é de 2%.
- Se afirmam que crianças que não comem cenoura têm 5 vezes mais chances de terem a doença X, essa informação pode ser verdadeira, mas irrelevante. Se a chance de pegar a doença X é 1 em 100 milhões, multiplicar essa chance por 5 faz pouca diferença.

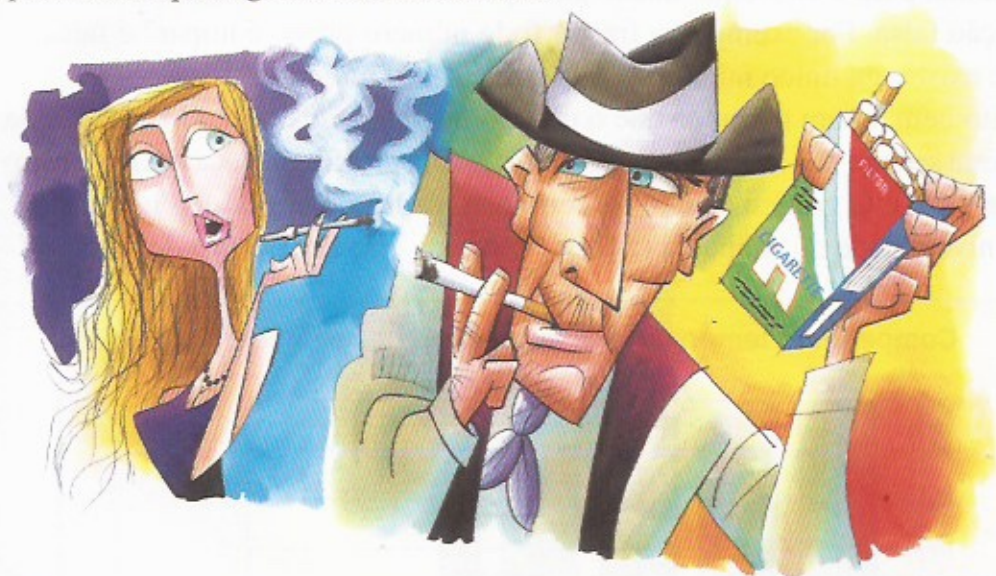
E assim por diante. O negócio é usar o lema dos escoteiros!





# O Ministério da Saúde adverte...

Você sabia que muitos médicos já recomendaram a seus pacientes que começassem a fumar? Eles diziam que era relaxante... Nos filmes norte-americanos, heróis e heroínas fumavam o tempo todo, dando a impressão de que cigarro era uma delícia.



Mas, é claro, isso aconteceu cinquenta ou sessenta anos atrás... Depois, observando a incidência de doenças nos fumantes (doenças respiratórias, cânceres, úlceras do estômago e outras calamidades), os médicos começaram a suspeitar do cigarro.

MEU AVÔ VIVEU ATÉ OS 85 ANOS E FUMAVA UM MAÇO POR DIA.

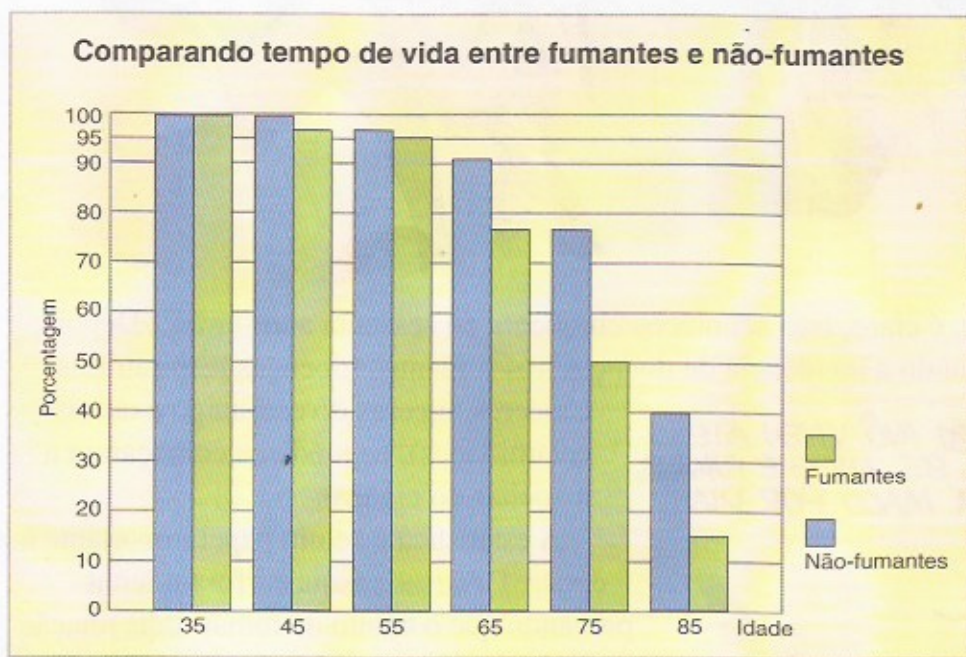


A estatística teve um papel importante nessa época. Diversas pesquisas foram feitas provando que o hábito de fumar tinha relação com as doenças citadas. Atualmente, quase não há quem duvide disso. (Usamos a palavra *quase*, você reparou? Isso porque há ainda uma ou outra pessoa que defende o cigarro.)

Pois é, volta e meia aparece alguém defendendo o cigarro com o simples argumento de que sabe de alguém, seu avô, por exemplo, que fumou muito e viveu muito. Belo argumento! Se você pensar um pouco, perceberá que ele não é lógico.

Mesmo admitindo-se que o fumo não tenha feito mal para o vovô, isso não significa que ele não possa fazer mal para a maioria dos fumantes. Veja que as conclusões estatísticas **não** são invalidadas por um exemplo contrário. (Na matemática pura é diferente: um só exemplo contrário basta para tornar uma afirmação falsa. Por exemplo, a frase “Todo número primo é ímpar” é falsa porque existe um único número primo que é par, o número 2.)

Muito bem, agora sabemos que o cigarro faz mal, e até nosso Ministério da Saúde está sempre nos avisando disso. Eis mais uma prova estatística de que cigarro encurta a vida. O gráfico abaixo foi feito com dados de um estudo realizado pela Universidade do Alabama (EUA), com uma grande amostra de pessoas.



Observou bem o gráfico? Você pode notar que 99% das pessoas da amostra chegam vivas aos 35 anos, sendo ou não fumantes. Mas, aos 45 anos, já há uma pequena diferença entre os dois grupos. Veja como essa diferença se acentua. Por exemplo, aos 65 anos, mais de 90% dos não-fumantes estão vivos, enquanto entre os fumantes sobram menos de 80%!

A partir de gráficos como esse, você há de concordar que o Ministério da Saúde tem razão em advertir as pessoas, não é?



# Média, moda e mediana

Imagine que você fez três provas de Língua Portuguesa e tirou notas 5,0, 6,0 e 10,0. Existe uma única nota que pode medir seu desempenho nas três provas?

Em geral, a nota que pode valer pelas três é a média aritmética:

$$\frac{5,0 + 6,0 + 10,0}{3} = \frac{21}{3} = 7,0$$

Se tivesse obtido 7,0 (que é a média das notas) nas três provas, você conseguiria o mesmo total de pontos que se tivesse tirado 5,0, 6,0 e 10,0. A média serve como resumo das três notas que você tirou.

Justamente por causa dessa propriedade de resumir vários dados numéricos, a média aritmética é muito usada em estatísticas. É comum lermos ou ouvirmos expressões como *gasto médio*, *média mensal de acidentes* e outras desse tipo. Quando se tem um conjunto de dados numéricos, quase sempre se calcula a média desses dados.

NO ENTANTO, NEM SEMPRE  
A MÉDIA VAI SER ÚTIL.  
LEIA O QUE VEM A SEGUIR.



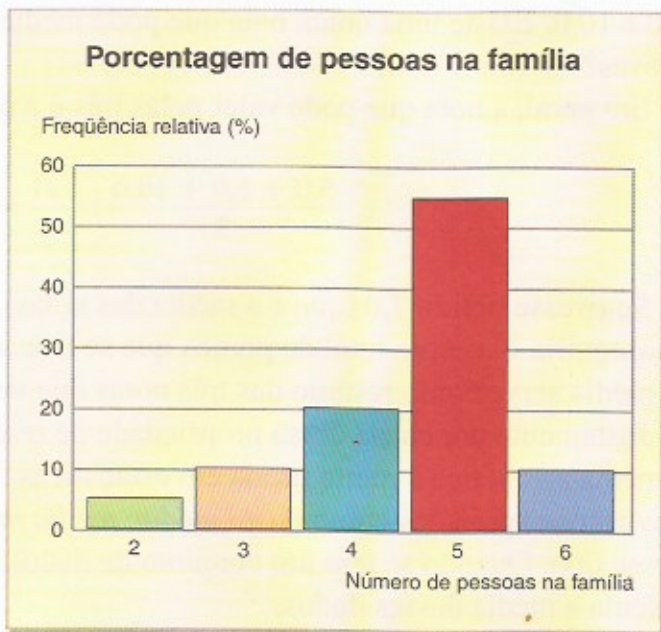
Agora imagine que você é o secretário (ou secretária) da Habitação de sua cidade. Você está preparando a construção de um conjunto habitacional para a população de baixa renda e tem a informação de que, nessa população, as famílias são constituídas, em média, por 4,35 pessoas. Será que você deve fazer habitações adequadas para 4 ou para 5 pessoas?

Parece melhor construir as habitações para 4 pessoas porque 4,35 está mais próximo de 4, você não acha?

Mas cuidado! Esse é um caso em que não seria bom tomar uma

decisão com base na média aritmética. Observe que as famílias consideradas podem ter 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou mais membros. Qual será a frequência de cada possibilidade? Conhecer essa frequência poderia ajudar na decisão.

Pois bem, imagine que tenha sido feita uma pesquisa entre a população para estabelecer o número de membros de cada família. Agora, veja o resultado da pesquisa no gráfico ao lado. Por meio dele, você percebe qual tipo de habitação deve ter prioridade.



dele, você percebe qual tipo de habitação deve ter prioridade.

As habitações, em sua maioria, devem ser adequadas para 5 pessoas. Certamente é bom fazer algumas unidades menores e até algumas maiores, mas a maioria deve ser adequada para 5 pessoas. Em relação ao número de membros, as famílias de 5 pessoas são as mais frequentes. O gráfico mostra que elas constituem 55% do total de famílias!

Nesse caso, você não usou a média do número de membros das famílias. Você usou uma outra medida estatística, chamada *moda*. É o dado numérico de maior frequência na amostra.

Moral da história: num conjunto de dados numéricos, a média pode ser útil, mas, às vezes, a moda é mais importante.

MAS A HISTÓRIA NÃO ACABA AQUI. VOCÊ JÁ PENSOU QUE HÁ CASOS EM QUE NEM MÉDIA NEM MODA VÃO SERVIR?





Diversas indústrias têm um setor que controla a qualidade de seus produtos. Em geral, o setor de controle de qualidade faz estatísticas. Seu pessoal está sempre testando amostras da produção.

Agora, imagine-se numa fábrica de pilhas elétricas. O que faz o setor de controle de qualidade? Toma uma amostra de algumas pilhas e testa quanto tempo elas duram sob determinadas condições.



A seguir, mostramos os resultados de uma pesquisa na qual se tomou uma amostra de 21 pilhas.

- A média de duração das pilhas foi 20,8 horas. Os técnicos consideraram o resultado bom para esse tipo de pilha e para o tipo de teste.
- A moda da duração foi 25 horas para 6 pilhas. Portanto, mais de 20% duraram mais que a média, o que também foi considerado bom.

Com base nesse resultado, as pilhas estariam aprovadas? Antes de dizer sim, observe como se distribuíram os valores da duração das pilhas:

15 – 15 – 16 – 16 – 17 – 17 – 17 – 17 – 18 – 18 – 18 – 24 – 24 – 24 – 24 – 25 – 25 – 25 – 25 – 25 – 25

São 21 valores escritos em ordem crescente. Repare que o 11º valor, aquele que está bem no meio da seqüência, corresponde a 18 horas. Esse valor chama-se *mediana*. O que ele indica?

Pelo valor da mediana você percebe que pelo menos 50% das pilhas têm duração igual ou inferior a 18 horas! Esse é um mau resultado. Não adianta a média da duração (20,8 horas) ser boa e uma parte das pilhas durar acima da

média (20% duram 25 horas) se a maioria dura menos que 18 horas. O valor da mediana indica que pelo menos metade dos consumidores não vai ficar satisfeita. É claro que esses insatisfeitos vão espalhar uma opinião negativa sobre as pilhas.

ALGUMAS VEZES QUEREMOS A MÉDIA.  
OUTRAS VEZES É A MODA QUE IMPORTA.  
OUTRAS VEZES, AINDA, É A MEDIANA!

PARA TESTAR O QUE APRENDEU, OBTENHA  
MÉDIA, MODA E MEDIANA DOS DADOS ABAIXO.  
AS RESPOSTAS ESTÃO NO FINAL DO LIVRO.



|   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 12 | 12 | 14 | 14 |
|---|---|---|----|----|----|----|----|----|

Para terminar, um aviso: média, moda e mediana têm sua importância, mas, como era de esperar, há casos em que nenhuma das três basta, e o pesquisador tem de lançar mão de outros recursos. Mas isso é uma outra história, que fica para outra vez...



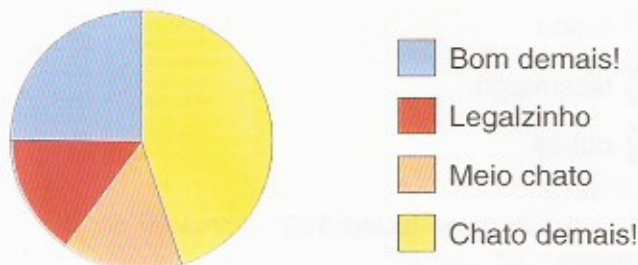
# Respostas dos exercícios

## p. 17

- 61 milhões  $\div$  160 milhões dá 0,38, aproximadamente. Logo, a porcentagem de mestiços na população é de cerca de 38%.
- Notamos que  $1/3$  do total corresponde a 33%, aproximadamente. Portanto, os mestiços correspondem a mais de  $1/3$  do total, o que nos parece confirmar a idéia de uma grande mistura de raças.
- Uma das razões é que nossa cultura recebe contribuições de muitas outras culturas. (Há outras respostas aceitáveis.)

## p. 24

- "Chato demais" corresponde a  $150^\circ$ . Uma maneira de achar esse resultado é notar que  $10/24$  de  $360^\circ = 150^\circ$ .
- Gráfico:



## p. 25

- Somando-se as freqüências de acidentes de cada dia, obtém-se:  
 $10 + 8 + 4 + 4 + 5 + 5 + 8 = 44$  acidentes.
- $44 \div 7$  resulta em 6,28 acidentes por dia, aproximadamente.
- Vemos no gráfico que sextas, sábados e domingos são os dias críticos.

## p. 26

- Cerca de 38% (mais que  $1/3$  e menos que metade, como se percebe no gráfico). Basta dividir o ângulo do setor por 360:  $136,8 \div 360 = 0,38$ .
- A taxa de inflação diminuiu, porque o gráfico "desce".
- Cuidado aqui. Essa pergunta "derruba" muita gente! Repare que a taxa de inflação continua positiva. Assim, embora essa taxa tenha caído, os preços *não* caíram; apenas aumentaram menos que no ano anterior.
- A taxa de inflação em 1998 foi de  $-2,0\%$ , aproximadamente.
- Agora a taxa de inflação é negativa. A média dos preços diminuiu.

## p. 29

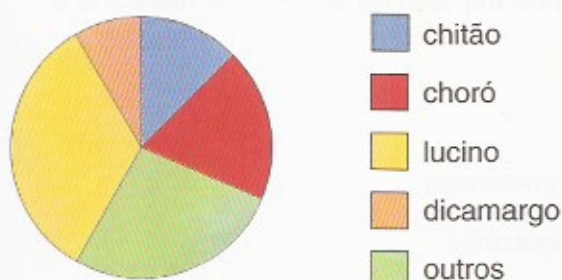
- Cerca de 33% dos sinais são ●. Se você obteve valor muito diferente, refaça a pesquisa para ter certeza. Leia também os comentários da página 32.

p. 43

|           |    |        |
|-----------|----|--------|
| Chitão    | 6  | 12,5%  |
| Choró     | 9  | 18,75% |
| Lucino    | 16 | 33,33% |
| Dicamargo | 4  | 8,33%  |
| Outros    | 13 | 27,09% |

p. 44

- Gráfico:



(Só para conferir, veja a medida dos ângulos: lucino:  $120^\circ$ ; outros:  $97,5^\circ$ ; choró:  $67,5^\circ$ ; chitão:  $45^\circ$ ; dicamargo:  $30^\circ$ .)

Exemplo: chitão  $\rightarrow 12,5\%$  de  $360^\circ \rightarrow 0,125 \times 360^\circ = 45^\circ$ .)

- Não há só uma decisão correta. Proibir a pesca do dicamargo é essencial, porque a espécie pode ser extinta. Alguns proibiriam também a pesca do chitão, que está chegando aos 10% críticos, mas isso não é essencial. Além disso, seria bom criar uma campanha publicitária, recomendando aos pescadores que peguem lucinos.

p. 54

- Média: 10,6; moda: 8; mediana: 10.

**Fonte das imagens reproduzidas**

p. 34: *História geral da arte*. Madrid: Ediciones del Prado, 1996. v. Pintura II.

p. 39: *Les cahiers de science et vie*. Paris: Excelsior, dez. 1998.

p. 39: [www.groups.dcs.st-and.ac.uk/rhistory](http://www.groups.dcs.st-and.ac.uk/rhistory)