

**Lista nº 9 – Testes de Hipótese**

- 1) (Sharpe *et al.* – ex.: 1, pág. 374.) Usando as tabelas t, um software ou uma calculadora, determine:
  - a) O valor crítico de t para um intervalo de confiança de 90%, com 17 graus de liberdade. *Resp.: 1,74.*
  - b) O valor crítico de t para um intervalo de confiança de 98%, com 88 graus de liberdade. *Resp.: 2,37.*
  - c) O p-valor para  $t \leq 2,09$ , com 4 graus de liberdade. *Resp.: 0,0524.*
  - d) O p-valor para  $|t| > 2,33$ , com 22 graus de liberdade. *Resp.: 0,0889.*
  
- 2) (Sharpe *et al.* – ex.: 7, pág. 374.) Uma empresa de ração desenvolveu um suplemento alimentar com o objetivo de promover o ganho de peso em animais criados em fazenda. Seus analistas relatam que as 77 vacas estudadas ganharam uma média de 56 libras e que um intervalo de confiança de 95% para o aumento de peso que esse suplemento produz tem uma margem de erro de  $\pm 11$  libras. A equipe do departamento de *marketing* escreveu as seguintes conclusões. Algum dos especialistas interpretou o intervalo de confiança corretamente? Explique as interpretações equivocadas.
  - a) 95% das vacas estudadas ganharam entre 45 e 67 libras. *Resp.: Não está correto. O intervalo de confiança é para o ganho médio de peso de todas as vacas. Ele não diz nada sobre um indivíduo em particular.*
  - b) Estamos 95% certos de que uma vaca alimentada com esse suplemento irá ganhar entre 45 e 67 libras. *Resp.: Não está correto. O intervalo de confiança é para o ganho médio de peso de todas as vacas, não para vacas individualmente.*
  - c) Estamos 95% certos de que o aumento de peso médio entre as vacas desse estudo estava entre 45 e 67 libras. *Resp.: Não está correto. Não precisamos de um intervalo de confiança para o ganho médio de peso para as vacas, neste estudo. Sabemos que o ganho médio de peso das vacas, neste estudo, é de 56 libras.*
  - d) O aumento de peso médio das vacas alimentadas com esse suplemento está entre 45 e 67 libras 95% do tempo. *Resp.: Não está correto. A afirmação implica que o ganho médio de peso varia, mas ele é fixo.*
  - e) Se esse suplemento for testado numa outra amostra de vacas, existe uma chance de 95% de que o aumento médio de peso estará entre 45 e 67 libras. *Resp.: Não está correto. Essa afirmação implica que existe alguma coisa especial com o nosso intervalo, quando ele é, de fato, um dos muitos que poderiam ser gerados, dependendo das vacas que tivessem sido sorteadas para a amostra.*
  
- 3) (Sharpe *et al.* – ex.: 11 e 13, pág. 375 e 376.) Esperando atrair mais compradores ao centro, uma cidade constrói uma nova garagem pública no distrito comercial central. A cidade planeja pagar pela estrutura com a cobrança do estacionamento. Para uma amostra aleatória de 44 dias da semana, a renda média do estacionamento foi de \$126, com um desvio padrão de \$15.
  - a) Que suposição você deve fazer para usar essas estatísticas para inferência? *Resp.: Os dados são uma amostra aleatória de todos os dias; a distribuição é unimodal e simétrica e não apresenta valores atípicos.*
  - b) Encontre um intervalo de confiança de 90% para a renda média diária que esse estacionamento irá gerar. *Resp.: [\$122,20; \$129,80].*

- c) Explique, no contexto do problema, o que esse intervalo de confiança significa. *Resp.: Estamos 90% confiantes de que o intervalo \$122,20 a \$129,80 contém a verdadeira receita média diária do estacionamento.*
- d) Explique o que 90% de confiança quer dizer nesse contexto. *Resp.: 90% de todas as amostras aleatórias de tamanho 44 irão produzir intervalos que contêm a média real da receita diária do estacionamento.*
- e) O consultor que aconselhou a cidade nesse projeto previu que o estacionamento geraria uma renda média diária de \$128. Com base no seu intervalo de confiança, o que você acha da previsão do consultor? Por quê? *Resp.: \$128 é um valor plausível.*
- f) Alguém sugere que a cidade use seus dados para criar um intervalo de 95% de confiança em vez do intervalo de 90% criado inicialmente. Como esse intervalo seria melhor para a cidade? (Você não precisa criar um novo intervalo.) *Resp.: Podemos estar mais confiantes de que o nosso intervalo contém a receita média do estacionamento.*
- g) Como um intervalo de 95% seria pior para os planejadores? *Resp.: Intervalo maior (e menos preciso).*
- h) Como eles poderiam determinar um intervalo de confiança que melhor servisse às suas necessidades de planejamento? *Resp.: Retirando uma amostra maior, eles podem obter intervalos mais precisos sem sacrificar a confiança.*
- 4) (Wild e Seber – Exercício da Seção 9.2, pág. 227.) Em cada um dos seguintes problemas, descreve-se brevemente uma situação. As três perguntas que acompanham cada situação são como seguem: (i) Que hipótese nula,  $H_0$ , você testaria? (ii) Qual deveria ser a hipótese alternativa  $H_1$ ? (iii) Que comportamento você procuraria nos dados para fornecer evidência contra a hipótese nula e confirmar a alternativa?
- Você precisará definir seus parâmetros e estimativas em cada caso. Todas as hipóteses podem ser especificadas em termos do valor de uma média  $\mu$ , uma proporção  $p$ , uma diferença entre médias  $\mu_1 - \mu_2$  ou uma diferença entre proporções  $p_1 - p_2$ .
- a) Um advogado que é também consumidor suspeita que o engarrafamento de uma fábrica está sistematicamente enchendo a menos suas garrafas de vinho de 750 ml. Uma amostra de 40 garrafas é extraída e o volume de vinho de cada garrafa é medido. *Resp.: (i)  $H_0: \mu = 750$ . (ii)  $H_1: \mu < 750$ . (iii) A média amostral  $\bar{x}$  é muito menor do que 750 para ser explicado simplesmente em termos da variação amostral.*
- b) Um pesquisador de saúde pública acredita que homens em serviços administrativos tendem a ter vidas mais estressadas do que homens que trabalham como operários de produção. Isto causaria pressão arterial em média mais alta nos funcionários administrativos. Foram extraídas amostras de 100 homens em cada categoria e suas pressões arteriais foram medidas. *Resp.: (i)  $H_0: \mu_{\text{branco}} - \mu_{\text{azul}} = 0$ . (ii)  $H_1: \mu_{\text{branco}} - \mu_{\text{azul}} > 0$ . (iii) A média amostral  $\bar{x}_{\text{branco}}$  é suficientemente maior do que  $\bar{x}_{\text{azul}}$ , o que não seria explicável simplesmente em termos de variação amostral.*
- c) Um pesquisador acredita que aprender uma língua estrangeira parecida melhoraria a compreensão do inglês. Sessenta estudantes foram divididos aleatoriamente em duas classes de 30 estudantes. O programa educacional de ambas as classes foi o mesmo, exceto pelo fato de que uma classe estudou francês e a outra recebeu aulas de matemática. No fim do ano todos os estudantes fizeram um teste de

- compreensão escrita. *Resp.:* (i)  $H_0: \mu_{francês} - \mu_{mat.} = 0$ . (ii)  $H_1: \mu_{francês} - \mu_{mat.} > 0$ . (iii) A média amostral  $\bar{x}_{frncês}$  é suficientemente maior do que  $\bar{x}_{mat.}$ , oque não seria explicável simplesmente em termos de variação amostral.
- d) O processo de fabricação está com o alvo correto? O valor alvo para os diâmetros de rolamentos esféricos é 10 mm. Uma amostra de 50 rolamentos é extraída e o diâmetro de cada um é medido. *Resp.:* (i)  $H_0: \mu = 10$ . (ii)  $H_1: \mu \neq 10$ . (iii) A média amostral  $\bar{x}$  está muito afastada de 10 (numa direção ou em outra) para ser explicado simplesmente em termos da variação amostral.
- e) Como foi feito no item (d), porém, a proporção dos 50 rolamentos cujos diâmetros estão acima do valor objetivo é medida. *Resp.:* (i)  $H_0: p = 0,5$ . (ii)  $H_1: \mu \neq 0,5$ . (iii) A proporção amostral  $p$  está muito afastada de 0,5, para er explicado simplesmente em termos da variação amostral.
- f) Uma moeda é viciada? São efetuados 1.000 lançamentos e obtém-se a proporção de caras. *Resp.:* Mesmo que (d).
- g) Os clientes de um banco que são atraídos por uma promoção de prêmios gratuitos são menos fiéis do que aqueles que se tornaram clientes sem ofertas indutivas? Foram extraídas amostras de 1.000 de clientes de cada tipo e obteve-se a proporção, em cada grupo, dos que ainda fazem transações com o banco após cinco anos. *Resp.:* (i)  $H_0: p_{oferta} - p_{sem} = 0$ . (ii)  $H_1: p_{oferta} - p_{sem} < 0$ , esperando que pessoas atraídas pelos presentes gratuitos sejam bem leais. (Seria defensável também uma alternativa “ $\neq$ ”.) (iii) A proporção amostral  $\hat{p}_{oferta}$  é suficientemente menor do que  $\hat{p}_{sem}$  para ser explicado simplesmente em termos da variação amostral.
- h) (Continuação do g) As ofertas indutivas custam mais do que valem ou os bancos estão lucrando? Para cada membro de uma amostra de clientes atraídos por ofertas indutivas, obtém-se o total líquido de dinheiro ganho pelo banco daquele cliente. *Resp.:* (i)  $H_0: \mu = 0$ . (ii)  $H_1: \mu \neq 0$ . (iii) A média amostral  $\bar{x}$  está muito afastada de 0 (numa direção ou na outra) para ser explicado simplesmente em termos da variação amostral.
- 5) (Sharpe *et al.* – ex.: 19, pág. 377 e 27, pág. 378.) Uma pesquisadora de mercado de uma grande empresa do setor de vestuário que depende de vendas por catálogo decidiu investigar se o montante das vendas *on-line* mudou.
- a) A pesquisadora compara a média mensal de vendas *on-line* dos últimos meses com um número histórico para a média mensal de vendas para compra *on-line*. Ela encontra um p-valor de 0,01. Explique, nesse contexto, o que 1% significa. *Resp.:* Se, de fato, a venda média mensal devido a compras *on-line* não mudou, então seria esperado que somente uma em cada 100 amostras tivesse venda média diferente dos valores históricos observados para a média das vendas observadas na amostra.

Por outro lado, sabe-se que a média de idade dos consumidores *on-line* alguns anos atrás era de 23,3 anos. À medida que indivíduos mais velhos adquirem confiança na Internet, acredita-se que a média da idade aumente. Queremos testar essa crença.

- b) Escreva a hipótese apropriada. *Resp.:*  $H_0: \mu = 23,3$ ;  $H_1: \mu > 23,3$ .
- c) Planejamos testar a hipótese nula selecionando uma amostra aleatória de 40 indivíduos que tenham feito uma compra *on-line* durante 2007. Você acha que as suposições necessárias para inferência foram satisfeitas? Explique. *Resp.:* **condição de aleatoriedade:** os 40 compradores *on-line* selecionados

aleatoriamente; **condição de normalidade:** devemos examinar a distribuição da amostra para verificar assimetrias sérias e valores atípicos, mas, com uma amostra de 40 (grande) compradores, deve ser seguro ir adiante.

- d) Os compradores *on-line* na nossa amostra têm uma média de idade de 24,2 anos, com um desvio padrão de 5,3 anos. Qual é o p-valor para esse resultado? *Resp.: 0,145*
- e) Explique, no contexto do problema, o que esse p-valor significa. *Resp.: Se a idade média dos compradores é ainda de 23,3 anos, existe uma chance de 14,5% de se obter uma média amostral de 24,2 anos ou mais velhos apenas pela variação amostral natural da amostragem.*
- f) Qual é sua conclusão? *Resp.: Não existe evidência amostral para sugerir que a média de idade dos compradores *on-line* é maior do que 23,3 anos.*
- g) (Sharpe *et al.* – ex.: 31, pág. 378.) Um fabricante declara que um novo projeto para um telefone sem fio aumentou o alcance para 150 pés, permitindo a vários consumidores usar o telefone por toda a casa e pátio. Um laboratório de testes independente encontra que uma amostra aleatória de 44 desses telefones funcionou acima de uma distância média de 142 pés, com um desvio padrão de 12 pés. Existe evidência de que a declaração do fabricante é falsa? *Resp.:  $H_0: \mu = 150$ ;  $H_1: \mu < 150$ . Condição de aleatoriedade: os 44 telefones da amostra foram selecionados aleatoriamente; condição de normalidade: não temos os dados reais e assim não podemos olhar para a representação gráfica. Mas como a amostra é razoavelmente grande, é seguro prosseguir. O p-valor é  $< 0,001$ ; rejeitar  $H_0$ . Existe uma forte evidência de que o alcance médio deste telefone não é 150 pés. Nossa evidência sugere que o alcance médio é menor do que 150 pés.*
- 6) (Sharpe *et al.* – ex.: 33, pág. 378.) Em 1988, a companhia Nabisco anunciou o “Desafio dos 1.000 Chips”, afirmando que cada pacote de 18 onças dos biscoitos Chips Ahoy continha pelo menos 1.000 pedacinhos de chocolate. Os dedicados estudantes de Estatística de uma universidade compraram alguns pacotes de biscoito aleatoriamente selecionados e contaram os pedacinhos de chocolate. Alguns dos seus dados são apresentados abaixo. (*Chance*, v. 12, n. 1, 1999)

1219	1214	1087	1200	1419	1121	1325	1345
1244	1258	1356	1132	1191	1270	1295	1135

- a) Verifique as suposições e condições para inferência. Comente qualquer preocupação que você tenha. *Resp.: Amostra aleatória; a condição de normalidade parece razoável a partir de um gráfico de probabilidade normal. O histograma é aproximadamente unimodal e simétrico e não apresenta valores atípicos.*
- b) Crie um intervalo de 95% de confiança para o número médio de pedacinhos de chocolate nos pacotes de biscoitos Chip Ahoy. *Resp.: [1187,9; 1288,4]*
- c) O que essa evidência indica sobre a afirmação da Nabisco? Use o seu intervalo de confiança para testar uma hipótese apropriada e declarar suas conclusões. *Resp.: Com base nessa amostra, o número médio de gotas de chocolate em um pacote de 18 onças está entre 118 e 1288, com 95% de confiança. O número médio de gotas de chocolate é claramente maior do que 1.000. Contudo, se a reclamação é sobre pacotes individuais, então isso não é necessariamente verdadeiro. Se a média é 1.188 e o desvio padrão está próximo de 94, então 2,5% dos pacotes terão menos que 1.000 gotas de chocolate, utilizando o modelo Normal. Se, de*

fato, a média é 1.288, a proporção abaixo de 1.000 será menor do que 0,1%, mas a reclamação ainda é falsa.

- 7) (Sharpe *et al.* – ex.: 35, pág. 379.) O estilo do investimento tem uma função na construção de fundos mútuos. Muitas ações individuais podem ser classificadas em dois grupos distintos: Crescimento e Valor. Uma ação de Crescimento tem alto potencial de rendimento e geralmente paga pouco ou não paga dividendos aos acionistas. Já as ações de Valor são comumente vistas como estáveis ou mais conservadoras, com um potencial de rendimento mais baixo. Uma família está tentando decidir em que tipo de fundo investir. Um consultor independente afirma que os Fundos Mútuos de Valor forneceram um retorno anual maior que 8% nos últimos cinco anos. Abaixo está um resumo estatístico para o período de 5 anos em uma amostra aleatória de fundos de Valor.

Tabela 1 - Resumo das estatísticas da variável Retorno em 5 anos

N	Média	EP média	Desvio padrão		
35	8,418	0,493	2,916		
Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	
2,190	6,040	7,980	10,840	14,320	

Teste a hipótese de que o retorno médio de 5 anos para fundos de valor é maior que 8%, assumindo um nível de significância de 5%. O que a evidência indica sobre a afirmação do gerente de portfólio de que o retorno anual do período de 5 anos era maior que 8%? Formule sua conclusão. *Resp.: Suposição de independência: supomos que estes fundos mútuos foram selecionados ao acaso e os 35 fundos são menos do que 10% de todos os fundos. Condição de normalidade: um histograma mostra que a distribuição é aproximadamente normal.  $H_0: \mu = 8$ ;  $H_1: \mu > 8$ ;  $p\text{-valor}=0,201$ ; não é possível rejeitar  $H_0$ . Não existe evidência suficiente de que o retorno médio em 5 anos é maior do que 8% para os fundos.*

- 8) (Sharpe *et al.* – ex.: 37 e 39, pág. 379.) As companhias de cartão de crédito perdem dinheiro com os proprietários que não fazem seus pagamentos mínimos. Eles usam uma variedade de métodos para incentivar os devedores a pagar o saldo dos seus cartões como cartas, telefonemas e, finalmente, contratando uma agência de cobrança. Para justificar o custo da utilização de uma agência de cobrança, a agência deve cobrar uma média de pelo menos \$200 por cliente.
- a) Após um período experimental, durante o qual a agência tentou cobrar de uma amostra aleatória de 100 inadimplentes, o intervalo de confiança de 90% da quantia média resgatada foi relatado como estando no intervalo [\$190,25; \$250,75]. A partir disso, qual(is) recomendação(ões) você faria para a empresa de cartão de crédito sobre o uso da agência de cobrança? *Resp.: Dados este intervalo de confiança não podemos rejeitar a hipótese nula de uma cobrança média de \$200, utilizando  $\alpha = 0,05$ . Contudo, o intervalo de confiança sugere que pode existir um grande potencial na parte superior. A agência de cobrança pode estar cobrando tanto quanto \$250 por cliente, em média, ou tão pouco quanto \$190 em média. Se a possibilidade de cobrar \$250, em média, interessar a eles, então será necessário coletar mais dados.*
- b) O proprietário da agência de cobrança tem certeza de que pode cobrar mais que \$200 por cliente, em média. Ele insiste que a empresa de cartão de crédito execute um teste maior. Você acha que um teste maior pode ajudar a empresa a tomar uma decisão melhor? Explique. *Resp.: Sim, existe um grande potencial superior (\$50).*

*Uma grande amostra irá provavelmente estreitar o intervalo de confiança e tornar a decisão mais clara.*

- 9) (Sharpe *et al.* – ex.: 41, pág. 379.) Uma empresa de pilhas declara que suas pilhas duram uma média de 100 horas, caso sujeitas ao uso normal. Existem várias reclamações de que as pilhas não duram tanto, assim, uma agência independente de testes decidiu testá-las. Das 16 pilhas testadas, o tempo médio de vida útil foi 97 horas, com um desvio padrão de 12 horas.
- Quais são as hipóteses nula e alternativa? *Resp.:  $H_0: \mu = 100$ ;  $H_1: \mu < 100$ .*
  - Um defensor do consumidor (que não conhece estatística) afirma que aquelas 97 horas são muito menos que as 100 horas anunciadas, por isso devemos rejeitar a afirmação da empresa. Explique para ele o problema de fazer isso. *Resp.: Amostras diferentes fornecem médias diferentes; essa é uma amostra bastante pequena. A diferença pode ser consequência da variação amostral natural.*
  - Que suposições devemos fazer para proceder com a inferência? *Resp.: De que as pilhas foram selecionadas aleatoriamente (são representativas); menos do que 10% das pilhas da empresa; que os tempos de vida são aproximadamente normais.*
  - A um nível de 5% de significância, o que você conclui? *Resp.:  $t_0 = -1,0$ ;  $p$ -valor = 0,167; não rejeita  $H_0$ . Esta amostra não mostra que a vida média das pilhas é significativamente menor do que 100 horas.*
  - Suponha que, na verdade, a vida média útil das pilhas da empresa seja somente de 98 horas. Foi cometido um erro em (d)? Se foi, de que tipo? *Resp.: Sim. Tipo II.*
- 10) (Sharpe *et al.* – ex.: 49, pág. 381.) Os departamentos de polícia geralmente tentam controlar a velocidade de trânsito colocando sinalizadores de velocidade nas estradas, os quais avisam aos motoristas quão rápido eles estão dirigindo. Especialistas em segurança no trânsito determinam onde os sinalizadores devem ser colocados. Num teste recente, a polícia relatou a velocidade média registrada pelos carros andando numa rua movimentada próxima a uma escola de Ensino Fundamental. Para uma amostra de 25 velocidades, foi determinado que o valor médio acima do limite para os 25 valores registrados foi de 11,6 mph, com um desvio padrão de 8 mph. O intervalo estimado de 95% de confiança para essa amostra é de 8,30 mph a 14,90 mph.
- Qual é a margem de erro para esse problema? *Resp.:  $14,90 - 11,60$  ou  $\pm 3,3$  mph.*
  - Os pesquisadores comentaram que o intervalo era muito abrangente. Explique especificamente o que deve ser feito para reduzir a margem de erro para menos que  $\pm 2$  mph. *Resp.: O tamanho da amostra para se ter uma margem de erro igual a 2 deve ser aumentada por  $1,95 \cdot (8/2) = 7,84$ .  $(7,84)^2 = 61,466 \approx 62$ .*
- 11) (Wild e Seber – ex.: 1, pág. 241.) Allen *et al.* (1980) investigaram o efeito de um contato telefônico antes da pesquisa sobre a taxa de resposta de pesquisa pelo correio. A um grupo de controle, que consistia numa amostra de 836 residentes de Malmö, Suécia, foi enviado, pelo correio, um questionário de pesquisa de mercado. Em resposta, o grupo de controle produziu 186 questionários preenchidos. O grupo de tratamento foi formado por outra amostra aleatória de 239. Entrevistadores treinados contataram essas pessoas por telefone, explicando os propósitos da pesquisa e convidando-os a participar. Do grupo de tratamento, 196 concordaram em participar e, de fato, 134 retornaram os questionários preenchidos.

- a) Há alguma evidência de que as chamadas telefônicas modificam a taxa de resposta? *Resp.:  $H_0: p_T - p_C = 0$  versus  $H_1: p_T - p_C \neq 0$ . Para proporções independentes,  $t_0=9,613$ , com  $p$ -valor=0,000. Há evidência muito forte de que chamadas telefônicas têm efeito.*
- b) Qual o tamanho da diferença, se houver? *Resp.: Intervalo de 95% de confiança para  $p_T - p_C$  é  $[0,27; 0,41]$ , ou seja, com 95% de confiança, chamadas aumentam a taxa de resposta por entre 27 e 41 pontos percentuais.*
- c) Você confiaria na representatividade dos resultados das perguntas de pesquisa de mercado feitas no levantamento precedente ao grupo de tratamento (ou seja, o contato telefônico)? Justifique sua resposta. *Resp.: Embora haja substancialmente menos não-resposta no grupo de tratamento, ela é ainda bastante alta, logo o vício de não-resposta ainda seria preocupante. Se somente fossem enviados questionários às pessoas que eles contataram por telefone, isto aumentaria ainda mais o vício.*
- 12) (Wild e Seber – ex.: 3, pág. 242.) Uma estratégia comum usada por fabricantes para encorajar consumidores a mudar para sua marca é distribuir cupons que oferecem descontos no valor de compra. A efetividade de custo de tais promoções depende de se um número suficiente de pessoas que compraram a marca devido ao cupom comprará novamente. Um estudo feito por Donson *et al.* (1978) analisou mudanças de marca e incentivos entre esses cupons. Para margarina, encontraram que, entre 23.794 compras nas quais nenhuma vantagem foi oferecida, a mesma marca foi comprada na vez seguinte em 87% dos casos. Entre 671 compras nas quais um cupom foi descontado, a mesma marca foi comprada na vez seguinte em 49% dos casos.
- a) Há qualquer evidência de que a lealdade à marca é menor nas compras feitas após o desconto do cupom? *Resp.:  $H_0: p_{sem} - p_{cup} = 0$  versus  $H_1: p_{sem} - p_{cup} \neq 0$ . Para proporções independentes,  $t_0=19,566$ , com  $p$ -valor=0,000. Há evidência muito forte de que a lealdade à marca é mais baixa.*
- b) Use um intervalo de confiança de 95% para estimar qualquer mudança na lealdade à marca (medida pela diferença de probabilidades de uma compra repetida) entre as transações com cupom e as transações sem vantagens. Descreva em palavras o que o seu intervalo lhe diz. *Resp.: Intervalo de 95% de confiança para  $p_{sem} - p_{cup}$  é  $[0,34; 0,42]$ , ou seja, com 95% de confiança, a lealdade à marca é mais baixa por entre 34 e 42 pontos percentuais quando está envolvida a oferta de cupom.*
- c) Entre as 671 observações nas compras envolvendo cupons, um número razoável veio provavelmente de pessoas que regularmente compram a marca, independentemente de cupons. A preocupação real do pessoal de marketing foi provavelmente com a lealdade à marca de novos fregueses atraídos pela promoção. Entre novos fregueses, a redução na lealdade à marca será maior ou menor do que aquela observada para todas as 671 compras? Por quê? *Resp.: Entre fregueses novos, a redução na lealdade à marca será provavelmente maior, pois novos fregueses podem ter mudado para a nova marca apenas durante o cupom especial.*
- d) A questão de se novos fregueses atraídos pela promoção são mais ou menos leais que os antigos fregueses é, aqui, realmente uma questão importante? O que você vê com a questão central e como você procederia para abordá-la? *Resp.: A questão real aqui é se tal promoção atrai suficientes novos lucros para ter custo efetivo. (Não importa se apenas uma pequena proporção dos fregueses que mudaram durante a promoção permaneça com a marca).*

Observação: Nesse exercício, tratamos todas as transações como independentes. Uma leitura mais atenta do artigo revelou que todos os dados foram provenientes do acompanhamento dos padrões de despesas de 459 famílias, logo, os dados incluirão observações de várias transações para cada pessoa. Observações repetidas da mesma pessoa são, provavelmente, positivamente associadas (similares). Assim, realmente não dispomos de 27,394 observações independentes de transações sem vantagens, por exemplo. Os tamanhos amostrais efetivos poderiam ser muito menores. Parece que os autores do artigo original não fizeram qualquer correção por este fato.

- 13) (Wild e Seber – ex.: 9, pág. 243.) Abbot *et al.* (1986) examinaram a relação entre fumo e derrame cerebral. Os investigadores integrantes do Programa Cardíaco de Honolulu acompanharam uma coorte de 8.006 homens com ancestrais japoneses, matriculados durante o período de 1965 a 1968. Dos indivíduos que não sofreram um derrame cerebral ao entrar no estudo, 3.435 eram fumantes de cigarro e 4.437 eram não-fumantes. Ao longo de 12 anos de acompanhamento, 171 fumantes e 117 não-fumantes sofreram um derrame cerebral.
- Isso fornece qualquer evidência real de uma associação entre fumar e sofrer um derrame cerebral? *Resp.:  $H_0: p_{fuma} - p_{nfuma} = 0$  versus  $H_1: p_{fuma} - p_{nfuma} \neq 0$ . Para proporções independentes,  $t_0=5,294$ , com  $p$ -valor=0,000. Há forte evidência de que fumantes têm mais chance de ter derrames.*
  - Qual o tamanho do aumento (ou diminuição) no risco de sofrer um derrame cerebral ao longo do período de 12 anos para fumantes? *Resp.: Intervalo de 95% de confiança para  $p_{fuma} - p_{nfuma}$  é  $[0,015; 0,032]$ , ou seja, a porcentagem de fumantes tendo derrame é maior por entre 1,5 e 3,2 pontos percentuais.*
- 14) (Wild e Seber – ex.: 1, pág. 275.) Como parte de um estudo para comparar programas de educação física em duas escolas do Canadá, os tempos em corridas (em seg.) de percurso de uma distância fixada foram registrados para amostras independentes de estudantes da sexta série. Os dados são fornecidos na Tabela 2.

Tabela 2 - Tempos em corridas, em segundos.

Glooscap	14,37	14,58	13,02	12,73	15,14	13,16	12,04
	12,81	13,03	13,13	13,85	11,89		
Coldbrook	12,01	13,17	11,13	13,95	13,28	12,30	13,65
	11,42	12,01	11,08	11,73	12,13	11,11	

- Há alguma diferença real entre as duas escolas nos tempos médios de corridas? Quão grande é a diferença? Há algo nos dados que faça duvidar da aplicabilidade das técnicas da teoria normal? *Resp.:  $t_0=2,73$ ,  $p$ -valor=0,012. Há forte evidência de uma diferença entre as duas escolas. Intervalo de 95% de confiança para a diferença das médias  $[0,26; 1,92]$ . Os métodos da teoria normal parecem ser aplicáveis.*
- As crianças da Escola Primária Gooscap foram treinadas por um técnico especialista em corrida de curta distância. Temos evidência de que as marcas de crianças treinadas por um especialista são melhores do que as daquelas treinadas por um professor generalista de educação física? Em que medida um estudo como este responde a tal questão? *Resp.: O estudo é observacional e não experimental, logo não podemos provar causalidade, ou seja, que os técnicos fazem diferença (por exemplo, os melhores corredores poderiam ir para Glooscap).*

15) (Wild e Seber – ex.: 17 – pág. 281.) Para cada um dos seguintes experimentos responda a estas questões:

- i. Especifique o desenho mais apropriado para o experimento. (Escolha um dos seguintes: uma amostra, duas amostras independentes, mais de duas amostras independentes, dados emparelhados.) Especifique o método estatístico – a saber, um teste de hipótese ou intervalo de confiança – é mais apropriado.
  - ii. Especifique a(s) hipótese(s) que devem ser satisfeitas de modo que você possa aplicar seu método escolhido.
  - iii. Descreva brevemente um problema potencial com o experimento.
- a) Um instituto de pesquisa está investigando um novo medicamento para aliviar enxaquecas. Eles têm disponíveis 40 sujeitos que sofrem de enxaqueca aguda. O medicamento sendo investigado tem por objetivo fazer efeito imediato e é anunciado como tendo um efeito ponderável em 60 minutos. O grupo de pesquisa decide solicitar a cada paciente que registre a porcentagem de enxaquecas que eles acharam que foram aliviadas em uma hora. Eles querem descobrir se o medicamento é efetivo ou não. *Resp.: (i) uma amostra. Intervalo de confiança (pois não foi dito o que significa “efetivo”). (ii) As porcentagens são aproximadamente normais com desvios padrão iguais. (iii) Nenhum placebo é usado para uma comparação. Também, alguns pacientes terão mais dor de cabeça do que outros de modo que as porcentagens (binomial) terão desvios padrão diferentes.*
- b) Um horticultor está comparando dois métodos (A e B) de cultivar batatas. Enxertos padrão de batata serão plantados em pequenos canteiros do terreno. As variáveis de interesse (variáveis resposta) são o número de tubérculos de batata e o peso fresco (peso logo após a colheita) de vegetais cultivados por planta. O horticultor tem 20 canteiros disponíveis para o experimento e está interessado em determinar o tamanho da diferença, se houver, entre os métodos de plantação no peso resultante do vegetal cultivado. *Resp.: (i) Duas amostras independentes. Intervalos de confiança. (ii) O conjunto de dados para cada método é normalmente distribuído e os dois conjuntos são independentes (Também é preciso que o experimento seja completamente aleatorizado.) (iii) Variabilidade na fertilidade, por exemplo, dos canteiros, o que pode vir a ser confundido com a diferença dos métodos.*
- c) Biólogos estão interessados em executar um experimento para determinar a melhor cor para atrair besouros de folhas de cereais para placas nas quais serão capturados. Quatro cores diferentes devem ser comparadas: amarelo, branco, verde e azul. A variável resposta é o número de besouros capturados. Uma placa será fixada em cada um de 16 postes igualmente espaçados na parte central de um campo de aveia (16 placas no total, 4 de cada cor). *Resp.: (i) Mais de duas amostras independentes. Intervalos de confiança. (ii) Suponha que o número de capturados de cada cor é normalmente distribuído e que os desvios padrão dos quatro grupos são todos iguais. Suponha, também, que as quatro amostras são independentes. (É preciso ter algum método de aleatorização para alocar a cor a cada placa.) (iii) Pode haver uma variação no número de besouros nas diferentes partes do campo.*

- d) O projeto de controles de instrumentos tem grande efeito sobre a facilidade de seu uso. Um projeto de um aluno investigou este efeito pedindo a 25 pessoas destros para girar uma maçaneta (com a mão direita) que movia um indicador por ação de aparafusamento. Havia dois instrumentos idênticos: um com rosca para destro e outro com rosca para canhoto. Cada uma das 25 pessoas usou ambos os instrumentos, primeiro com a rosca para canhoto e então com a rosca para destro. O aluno queria descobrir se o tempo médio para mover o indicador numa distância prescrita dependia da rosca. *Resp.: (i) Dados emparelhados. Teste de hipótese. (ii) Diferenças normalmente distribuídas com o mesmo desvio padrão. (iii) Pode haver um efeito de transporte de aprendizagem. A ordem de usar a rosca precisa ser aleatorizada de modo que metade dos estudantes usa primeiro a rosca para destro e a outra metade usa primeiro a rosca para canhoto.*
- 16) (Wild e Seber – ex.: 2, pág. 214). A maioria das pesquisas comportamentais a respeito de humanos baseia-se em voluntários. Há muita suspeita que voluntários frequentemente não são representativos das pessoas em geral, tendendo a ser mais inteligentes, mais instruídos e mais orientados a empreendimentos do que não-voluntários. Numa pesquisa executada por Wright e Bonett (1991), foi solicitado que 79 empregados supervisores num departamento municipal que devolvessem um questionário que examinava fatos tais como estado de humor, satisfação no trabalho e comportamento diante de dificuldades. O tempo transcorrido para devolver o questionário foi usado como um representante da tendência a se tornar voluntário. Os 38 que o devolveram no primeiro pedido foram rotulados de “voluntários entusiásticos”; os 28 que o retornaram após o segundo pedido, foram denominados “voluntários relutantes” e os 13 que não o devolveram foram denominados “não-voluntários”. As avaliações mais recentes de desempenho no trabalho de cada um dos indivíduos foram, então, examinadas. Os funcionários haviam recebido avaliação em três fatores: “ênfase no objetivo”, “apoio” e “construção de equipe”, cada uma numa escala de 5 pontos (de 1 = nunca a 5 = sempre), de acordo com a ênfase no fator que cada empregado mostrou no trabalho. Estatísticas de resumo são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Pesquisa comportamental sobre os voluntários

Grupo	n	Ênfase no objetivo		Apoio		Construção de equipe	
		$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{x}$	$s_x$
Não-voluntários	13	3,15	0,689	2,92	0,493	2,85	0,689
Relutantes	28	3,32	0,723	3,57	0,879	3,39	0,831
Entusiásticos	38	3,82	0,729	3,61	0,718	3,52	0,951

Fonte: WRIGHT, T. A.; BONETT, D. G. The volunteer subject and job performance: Implications for research and management. *International Journal of Management*, v. 8, p. 509-516, 1991.

- a) A partir de uma simples inspeção, que aspectos ou tendências você observa nos dados?
- b) Calcule intervalos de confiança de 95% para a diferença das verdadeiras médias de ênfase no objetivo entre:
- voluntários entusiásticos e voluntários relutantes;
  - voluntários entusiásticos e não-voluntários;
  - voluntários relutantes e não-voluntários.
- Usando a mesma decomposição que em a), intervalos de confiança para os outros dois fatores são:

APOIO: (i) [-0,38; 0,46] (ii) [0,30; 1,08] (iii) [0,18; 1,12]  
CONSTRUÇÃO DE EQUIPE: (i) [-0,32; 0,58] (ii) [0,13; 1,21] (iii) [0,00; 1,08]

- c) Em poucas palavras, como você resumiria a relação entre o ato de se tornar voluntário e o desempenho no trabalho?
- d) De que maneiras esta pesquisa aborda de forma imperfeita a questão de não-representatividade de voluntários na pesquisa comportamental? Você pode imaginar outras maneiras de investigar esta questão?
- e) Use testes de significância bilaterais (bicaudais) para investigar quaisquer diferenças nas médias dos escores de formação de equipe entre grupos indicados nos itens de (i) a (iii). Antes de você começar, tente adivinhar que tamanho aproximado de p-valores você obterá a partir dos intervalos de confiança calculados em a).
- Voluntários entusiásticos e voluntários relutantes.
  - Voluntários entusiásticos e não-voluntários.
  - Voluntários relutantes e não-voluntários.

Fontes:

MOORE, D. S.; MCCABE, G. P. *Introdução à prática da estatística*. 3ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002

MOORE, D. S.; MCCABE, G. P.; DUCKWORTH, W. M.; SCLOVE, S. L. *A Prática da estatística empresarial: como usar dados para tomar decisões*. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C.; HUBELE, N. F. *Estatística aplicada à engenharia*. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*. 5ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SHARPE, N. R.; DE VEAUX, R. D.; VELLEMAN, P. F. *Estatística aplicada: administração, economia e negócios*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

WILD, C. J.; SEBER, A. F. *Encontros com o acaso: um primeiro curso de análise de dados e inferência*. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

Respostas: