EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. Seja $x_1, x_2, \ldots, x_n$ uma amostra aleatória de uma população X de média μ e variância σ^2. Foram propostos três estimadores para a média:

$$x^* = \frac{x_1 + x_2}{2}, \quad x^{**} = (2x_1 - x_3) \;\text{ e }\; \bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

Mostrar que:

(a) Os três estimadores são imparciais, justos ou não viesados.

(b) $\bar{x}$ é o estimador mais eficiente.

2. Seja X uma população com variância unitária e de onde foram extraídas todas as amostras possíveis de tamanho $n = 3$. Dos estimadores definidos a seguir:

$$\hat{\mu}_1 \frac{1}{6}x_1 + \frac{1}{3}x_2 + \frac{1}{2}x_3, \quad \hat{\mu}_2 = \frac{1}{3}x_1 + \frac{1}{3}x_2 + \frac{1}{3}x_3 \;\text{ e }\; \hat{\mu}_3 = \frac{1}{4}x_1 + \frac{1}{6}x_2 + \frac{1}{3}x_3$$

(a) Qual ou quais deles são estimadores não viesados de μ? Por quê?

(b) Qual é o estimador de variância mínima?

3. De estudos anteriores, sabe-se que a altura de crianças de 6ª série tem distribuição normal com desvio padrão igual a $\sigma = 5$cm.

(a) Calcule o I.C.(μ; γ=0,95) sabendo-se que a altura média de uma amostra de 36 crianças foi 150cm.

(b) Quantas crianças devem fazer parte de uma amostra para que seja de 95% a confiança na estimativa: $150 \pm 0{,}98$cm?

4. O peso de suínos da raça Landrace tem distribuição aproximadamente normal com dêsvio padrão de 10kg, na fase de acabamento. Que tamanho deve ter uma amostra desses suínos para que, com probabilidade 8%, o erro em estimar o peso médio (populacional) seja, em módulo, superior a 1kg?

5. Um criador de frangos de corte tem disponível um lote de 1000 aves e deseja testar uma nova ração. Supondo que o desvio padrão do ganho de peso (GP) mensal seja $\sigma = 0{,}3$kg, qual deve ser o tamanho da amostra a ser usada para fins experimentais, de tal modo que a estimativa do GP médio não esteja errada em mais de 0,15 kg, com uma probabilidade de (a) 95% ? (b) 90% ?

6. Um lote de 12 bovinos Nelore do Campus forneceu os seguintes pesos: 250; 265; 267; 269; 271; 275; 277; 281; 283; 284; 287 e 289 kg. Com base nestes dados, pede-se:
   (a) Construir um intervalo de confiança para o peso médio dos bovinos com um coeficiente de confiança de 95% e apresentar o resultado "por extenso";
   (b) Conclua com base no IC(μ) obtido acima se nós podemos afirmar que "o peso médio dos bovinos Nelore do Campus é igual a 281 kg".

7. Dos bovinos de corte do Campus foi sorteada uma amostra de 64 animais obtendo-se um peso médio ($\bar{x}$) de 260 kg e um desvio padrão (s) de 16 kg. Com base nestes dados, pede-se:
   (a) Quais os limites de confiança para o peso médio dos bovinos de corte do Campus, para um coeficiente de confiança de 95% ?
   (b) Qual a confiança (aproximada) que se tem na afirmação que "o peso médio dos bovinos de corte é 260 ± 0,834 kg"?
   (c) Resolva os itens anteriores considerando que o desvio padrão populacional (σ) é igual a 16 kg.

8. Com o objetivo de verificar o desempenho de suínos, foram consideradas duas amostras desses animais. De uma amostra de 16 suínos da raça Duroc obteve-se $\bar{x}_D$ = 72kg e s_D = 3,10kg e de uma amostra de 25 suínos da raça Landrace obteve-se $\bar{x}_L$ = 61kg e s_L = 3,80kg. Com base nesses resultados pede-se:
   (a) Construir um I.C. para o peso médio de cada raça, com $\gamma = 95\%$ de confiança;
   (b) Concluir sobre o desempenho dos dois grupos, comparando os I.C.(μ) obtidos no item (a).

9. Numa amostra de 86 bezerros da raça Nelore foram encontrados 22 com baixo peso. Baseado nesta amostra, calcular um I.C. para a proporção de bezerros com baixo peso, com coeficiente de confiança igual a (i) 90% e (ii) 95%. Compare a amplitude dos intervalos obtidos.

10. Foi feita uma pesquisa eleitoral entre os alunos do curso de Zootecnia, tendo em vista a eleição do próximo prefeito do Campus. Dos 80 alunos entrevistados, somente 36 foram favoráveis à reeleição do atual prefeito. Conclua sobre a reeleição do atual prefeito, baseando-se em um I.C. para a proporção (p) de alunos favoráveis à reeleição, com $\gamma = 99\%$:
    i) Substituindo na fórmula apropriada o valor do parâmetro p por $\hat{p}$.
    ii) Usando a fórmula do I.C. conservativo

11. Utilizando os dados do Exemplo 3.1 da Apostila de Estatística II, pede-se:

    (a) Fixando $\alpha = 1\%$, calcular o valor de β = P(Erro II).

    (b) Sugerir (inventar!) uma nova regra de decisão (diferente das apresentadas no texto), escrever a Região Crítica correspondente e calcular as probabilidades α e β.

    (c) Para a nova regra de decisão, calcule o valor crítico (z_c ou $\bar{x}_c$) tal que $\alpha = \beta$.

12. No ano de 1993, a produção mensal de ração da Fábrica de Ração da escola tinha distribuição normal com média de 8000kg e variância de $300kg^2$. Nos nove primeiros meses de 1994, após a adoção de uma nova filosofia de trabalho, a produção de ração foi de: 8200; 9100; 8430; 8540; 8050; 8350; 8560; 8390 e 8180kg. Com base nestes resultados, pede-se:

    (a) Podemos admitir, ao nível de significância $\alpha = 1\%$, que houve um aumento na produção média mensal de ração?

    (b) Calcular o nível descritivo do teste acima e concluir sobre a rejeição da hipótese da nulidade H_0: $\mu = 8000$kg.

13. Sabe-se que o consumo anual *per capita* de um determinado produto tem distribuição normal com desvio padrão $\sigma = 2$kg e média desconhecida. A diretoria da indústria que fabrica tal produto resolveu retirá-lo da linha de produção se o seu consumo médio *per capita* for inferior a 8kg. Foi feita uma pesquisa de opinião numa amostra de 80 indivíduos, obtendo-se um consumo total de 620kg.

    (a) Construa um teste de hipótese adequado usando $\alpha = 5\%$ e determine qual a decisão que a diretoria deve tomar;

    (b) Se o teste fosse feito usando-se $\alpha = 1\%$, a decisão seria a mesma?

    (c) Se o desvio padrão populacional fosse $\sigma = 4$kg, qual deve ser a decisão da diretoria, ao nível de significância $\alpha = 5\%$?

    (d) Calcule o nível descritivo do teste apresentado nos itens (a) e (c).

14. A precipitação pluviométrica anual da região de Pirassununga tem distribuição normal com desvio padrão $\sigma = 2{,}7$mm e média desconhecida. Nos últimos 12 anos, ocorreram as seguintes precipitações: 31,3; 30,6; 35,2; 33,4; 30,2; 28,7; 30,0; 32,7; 33,4; 29,1; 32,5 e 34,6mm. Pede-se:

    (a) Testar a hipótese de que a precipitação anual, em média, é superior a 31,4mm, ao nível de significância de 5%;

    (b) Calcular o nível descritivo do teste e conclua sobre a rejeição da hipótese H_0.

15. O período de prenhez de vacas Holandesas tem distribuição normal com desvio padrão $\sigma = 19$ dias. Para testar se o período médio de prenhez é igual a 260 dias, de uma amostra de n vacas obteve-se $\bar{x} = 264$ dias. Qual deve ser o tamanho da amostra para que a afirmação feita ($\mu = 260$ dias) seja rejeitada ao nível $\alpha = 5\%$? E ao nível $\alpha = 1\%$?

16. Baseados na tabela apresentada a seguir, testar as seguintes hipóteses:

	Cigarros sem filtro	Cigarros com filtro	Não fumantes	Total
Homens	12	64	14	90
Mulheres	8	26	16	50
Total	20	90	30	140

(a) A proporção de fumantes é superior a 80% ($\alpha = 0{,}04$).

(b) A proporção de fumantes que fumam cigarros com filtro é igual a 70%.

(c) Dentre as mulheres, a proporção de fumantes é superior a 40%.

17. Um fabricante garante que mais de 90% dos equipamentos que fornece a uma indústria estão de acordo com as especificações exigidas. O exame de uma amostra de 200 peças desse equipamento revelou 25 defeituosas. Testar a afirmação do fabricante, aos níveis de 5% e 1% (se achar conveniente, calcule antes o nível descritivo do teste).

18. Use a Tábua II para obter o valor crítico (q_c) da distribuição quiquadrado com ν graus de liberdade, tal que $P(Q>q_c) = p$.

(a) $\nu = 10$, p = 50% (b) $\nu = 19$, p = 1% (c) $\nu = 21$, p = 10%

(d) $\nu = 30$, p = 0,1% (e) $\nu = 1$, p = 2% (f) $\nu = 8$, p = 30%

19. Use a Tábua III para obter o valor crítico (t_c) da distribuição t-Student com ν graus de liberdade, tal que $P(T>t_c) = p$.

(a) $\nu = 1$, p = 5% (b) $\nu = 6$, p = 10% (c) $\nu = 10$, p = 95%

(d) $\nu = 15$, p = 2,5% (e) $\nu = 20$, p = 80% (f) $\nu = 120$, p = 0,1%

20. Use a Tábua IV para obter o valor crítico (F_c) da distribuição F-Snedecor com ν_1 e ν_2 graus de liberdade, tal que $P(F>F_c) = p$.

(a) $\nu_1=1$; $\nu_2=3$; p = 5% (b) $\nu_1=3$; $\nu_2=2$; p = 95% (c) $\nu_1=1$; $\nu_2=\infty$; p = 5%

(d) $\nu_1=120$; $\nu_2=120$; p=5% (e) $\nu_1=15$; $\nu_2=15$; p = 95% (f) ν_1; $\nu_2=35$; p = 5%

21. Dez animais foram alimentados com uma nova ração durante quinze dias, conseguindo neste período os seguintes ganhos de peso: 2,71; 2,93; 3,10; 3,12; 3,23; 3,76; 3,89; 4,01; 4,16 e 4,23 kg. Concluir se o ganho médio de peso foi superior a 3,10kg usando:

   (a) $\alpha = 5\%$ (b) $\alpha = 1\%$ (c) $\alpha = 10\%$.

22. A precipitação pluviométrica anual da região de Pirassununga tem distribuição normal. Nos últimos 12 anos ocorreram as seguintes precipitações: 31,3; 30,6; 35,2; 33,4; 30,2; 28,7; 30,0; 32,7; 33,4; 29,1; 32,5 e 34,6mm. Pede-se:

   (a) Testar a hipótese de que a precipitação anual, em média, é superior a 32 mm, ao nível de significância de 5%.

   (b) Calcular o nível descritivo do teste.

   (c) Testar se a variância da precipitação pluviométrica anual é igual a 7 mm^2 (α=5%).

23. Um lote de 12 bovinos forneceu os seguintes pesos: 250; 265; 267; 269; 271; 275; 277; 281; 283; 284; 287 e 289 kg. Baseado nestes dados pede-se:

   (a) Construir um I.C.(μ, $\gamma = 95\%$);

   (b) Testar a hipótese de que o peso médio dos animais é igual a 281 kg, ao nível de confiança de 5% (escreva a região crítica, em função dos pesos médios).

   (c) Comparar a região de aceitação do teste feito em (b) com o I.C.(μ) obtido em (a).

24. Testar se o desempenho em peso (kg) dos suínos da raça Duroc é melhor que os da raça Landrace (α = 2%) admitindo que as variâncias dos pesos dos dois grupos são iguais.

Raça	*n*	$\bar{x}$	*Desvio Padrão*
Duroc	16	72,0	3,1
Landrace	25	61,0	3,8

25. Os pesos (em kg) de vinte suínos que foram separados em dois grupos e alimentados com rações diferentes são apresentados a seguir. Concluir se existem evidências de que as rações propiciaram ganhos de peso médios diferentes, usando $\alpha = 2\%$ e $\alpha = 5\%$.

Ração A	6,5	5,8	5,3	5,9	6,7	7,0	7,2	6,8	6,8	6,9
Ração B	5,0	6,0	7,3	7,5	8,9	9,0	9,6	8,9	9,9	6,2

26. Dois fertilizantes (A e B) usados na cultura de uma certa variedade de tomates precisam ser comparados. Utilizando os dados de produção (kg) de 10 pés de tomate tratados com o fertilizante A e de 12 pés tratados com o fertilizante B, podemos concluir que o último (B) é melhor que o primeiro (A), ao nível $\alpha = 5\%$? E para $\alpha = 1\%$?

A	1,6	1,7	1,8	1,4	1,5	1,9	2,3	2,1	1,9	1,7		
B	2,0	2,1	1,8	1,9	1,9	2,3	1,8	1,9	2,1	2,4	2,5	2,7

27. Um certo estimulante deve ser testado através de seu efeito na pressão sanguínea. Nove suínos Wessex tiveram as suas pressões arteriais medidas antes e depois da ingestão do estimulante. Os resultados (mm Hg) foram os seguintes:

Antes	106	105	103	110	100	101	100	104	102
Depois	109	112	107	109	111	115	107	109	101

Pergunta-se:

(a) Podemos acreditar que, ao nível $\alpha = 5\%$, o estimulante aumenta a pressão sanguínea média em mais de 4 mm Hg?

(b) A conclusão será a mesma se adotarmos $\alpha = 1\%$ ou $\alpha = 10\%$?

28. Os pesos de 10 pintinhas Hyline White foram observados nas 1ª e 2ª semanas de vida. Testar se o ganho médio de peso (em gramas) dessas aves foi superior a 30g, ao nível: (a) $\alpha = 1\%$ (b) $\alpha = 5\%$ (c) $\alpha = 10\%$

1ª semana	56	75	71	65	67	66	73	71	65	56
2ª semana	85	111	122	99	104	102	116	100	93	78

29. Os dados a seguir representam a quantidade de água aplicada (ml/cm^2) e a produção de alfafa (t/ha), obtidos em uma fazenda experimental:

X (água)	12	18	24	30	36	42	48
Y (produção)	5,27	5,68	6,25	7,11	8,02	8,71	8,42

Baseado nesses resultados pede-se:

(a) Esboçar o diagrama de dispersão;

(b) Supondo que a relação funcional entre X e Y seja linear, estime os parâmetros da reta de regressão.

(c) Qual o significado prático da estimativa do coeficiente angular?

(d) Calcule o coeficiente de determinação e comente sobre a qualidade do ajuste da reta.

(e) Esboce o gráfico de dispersão dos *resíduos padronizados* e comente sobre a qualidade do ajuste da reta.

(f) Testar a hipótese H_0: b = 0, ao nível de significância de 5%.

(g) Que quantidade de água deve ser aplicada para obtermos uma produção de 7,5t/ha de alfafa?

30. A tabela abaixo apresenta os teores de fosfato (mg) de 7 soluções padrão e as respectivas densidades óticas (D.O.), que foram medidas em um colorímetro:

X (teor)	2,28	6,84	11,4	15,96	18,24	22,80	27,86
Y (densidade)	0,056	0,174	0,268	0,387	0,432	0,523	0,638

Com base nesses dados, pede-se:

(a) Esboçar o diagrama de dispersão.

(b) Estimar os parâmetros da reta de regressão da densidade ótica em função do teor de fosfato.

(c) Obter o intervalo de confiança para o coeficiente angular da reta, com uma confiança de 95%.

(d) Testar a hipótese de que o coeficiente angular da reta é igual a 0,02 (α = 2%);

(e) Calcular o coeficiente de determinação, desenhar o gráfico de resíduos e comentar sobre a qualidade do ajuste.

(f) Estimar o teor de fosfato para as soluções com D.O. de 0,35; 0,40 e 0,50.

31. Considere os seguintes dados referentes à temperatura ambiente (X) e do abdome (Y) de insetos (°C):

X	25,5	25,0	27,3	25,7	26,1	23,0	24,6	25,8	24,5	22,0	24,0	27,3	25,0	25,7	24,4
Y	25,4	24,8	27,1	25,6	25,9	22,7	24,5	25,7	24,4	21,7	23,9	27,0	24,9	25,5	24,4

Com base nestes dados, pede-se:

(a) Desenhar o diagrama de dispersão;

(b) Estimar o coeficiente de correlação entre X e Y e interpretar o resultado;

(c) Testar se existe independência entre X e Y (α=1%);

(d) Testar a afirmação que a correlação entre as duas temperaturas é superior a 0,70, ao nível α = 1%.

32. Verifique se os dados abaixo, referentes à ocorrência de acidentes de trabalho no Campus, se ajustam a uma distribuição de Poisson de média λ = 1,4 acidentes/dia (usar α = 5%).

Número de acidentes (x_i)	0	1	2	3	4	5
Número de dias (f_i)	25	19	10	9	4	3

33. Num experimento com ervilhas foram observadas 1600 plantas e classificadas segundo os fatores: aspecto e cor das sementes. A partir dos resultados apresentados a seguir, verifique se a hipótese de que a classificação ocorre na proporção 9:3:3:1, ao nível α.

Amarela		Verde	
lisa	rugosa	lisa	rugosa
890	280	320	110

34. Testar a hipótese de que o peso final de frangos de corte aos 49 dias de idade tem distribuição normal de média $\mu = 1{,}90$ e variância $\sigma^2 = 0{,}0150$, a partir dos dados tabelados a seguir:

Peso (kg)	F_{oi}
1,60 ├─ 1,70	2
1,70 ├─ 1,80	8
1,80 ├─ 1,90	15
1,90 ├─ 2,00	14
2,00 ├─ 2,10	8
2,10 ├─ 2,20	3
Total	50

35. A partir dos dados apresentados na tabela a seguir, testar ($\alpha = 5\%$) a hipótese de que as proporções de estudantes aprovados e reprovados pelos professores de Química, Física e Biologia são iguais.

	Professor			Total
	Química	Física	Biologia	
Aprovados	45	55	60	160
Reprovados	15	10	15	40
Total	60	65	75	200

36. Duzentos e quinze bovinos de três raças foram avaliados quanto ao desempenho. Baseado nos resultados apresentados abaixo, testar a hipótese que o desempenho independe das raças, ao nível $\alpha = 5\%$.

Raça	Desempenho		
	Bom	Regular	Péssimo
Gir	30	35	8
Nelore	32	30	12
Guzerá	28	30	10

RESOLUÇÃO DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Exercício 1

(a) os três estimadores são imparciais ou não viesados

- $E(X^*) = E\left[\dfrac{X_1 + X_2}{2}\right] = \dfrac{1}{2}E(X_1+X_2) = \dfrac{1}{2}[E(X_1) + E(X_2)] = \dfrac{1}{2}(\mu + \mu) = \mu$
- $E(X^{**}) = E(2X_1 - X_3) = 2\,E(X_1) - E(X_3) = 2\mu - \mu = \mu$
- $E(\overline{X}) = E\left[\dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i\right] = \dfrac{1}{n}E(X_1 + X_2 + ... + X_n) = \dfrac{1}{n}[E(X_1) + ... + E(X_n)] = \dfrac{1}{n}(n\mu) = \mu$

(b) $\overline{X}$ é o estimador mais eficiente

- $Var(X^*) = Var\left[\dfrac{X_1 + X_2}{2}\right] = \left(\dfrac{1}{2}\right)^2 Var(X_1+X_2) = \dfrac{1}{4}[Var(X_1) + Var(X_2)] = \dfrac{1}{4}(\sigma^2 + \sigma^2)$
$= \dfrac{\sigma^2}{2}$
- $Var(X^{**}) = Var(2X_1 - X_3) = (2)^2\,Var(X_1) + Var(X_3) = 4\sigma^2 + \sigma^2 = 5\sigma^2$
- $Var(\overline{X}) = Var\left[\dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i\right] = \left(\dfrac{1}{n}\right)^2 Var(X_1 + X_2 + ... + X_n)$

$$= \frac{1}{n^2}[Var(X_1) + ... + Var(X_n)] = \frac{1}{n^2}(n\sigma^2) = \frac{\sigma^2}{n}$$

- Para n > 2, $Var(\overline{X}) < Var(X^*) < Var(X^{**}) \Rightarrow \overline{x}$ é o estimador mais eficiente.

Exercícios 2. (Vamos assumir que $E(X_i) = \mu$ e $Var(X_i) = \sigma^2$)

(a) qual ou quais deles são estimadores não viesados de μ? Por quê?

- $E(\hat{\mu}_1) = E\left(\dfrac{1}{6}X_1 + \dfrac{1}{3}X_2 + \dfrac{1}{2}X_3\right) = \dfrac{1}{6}E(X_1) + \dfrac{1}{3}E(X_2) + \dfrac{1}{2}E(X_3) = \left(\dfrac{1}{6} + \dfrac{1}{3} + \dfrac{1}{2}\right)\mu = \mu$
- $E(\hat{\mu}_2) = E\left(\dfrac{1}{3}X_1 + \dfrac{1}{3}X_2 + \dfrac{1}{3}X_3\right) = \dfrac{1}{3}E(X_1) + \dfrac{1}{3}E(X_2) + \dfrac{1}{3}E(X_3) = \left(\dfrac{1}{3} + \dfrac{1}{3} + \dfrac{1}{3}\right)\mu = \mu$
- $E(\hat{\mu}_3) = E\left(\dfrac{1}{4}X_1 + \dfrac{1}{6}X_2 + \dfrac{1}{3}X_3\right) = \dfrac{1}{4}E(X_1) + \dfrac{1}{6}E(X_2) + \dfrac{1}{3}E(X_3) = \left(\dfrac{1}{4} + \dfrac{1}{6} + \dfrac{1}{3}\right)\mu = \dfrac{3}{4}\mu$

$\therefore$ Somente $\hat{\mu}_1$ e $\hat{\mu}_2$ são estimadores não viesados da média μ, pois $E(\hat{\mu}_1) = E(\hat{\mu}_2) = \mu$.

(b) qual é o estimador de variância mínima?

- $\text{Var}(\hat{\mu}_1) = \text{Var}\left(\frac{1}{6}X_1 + \frac{1}{3}X_2 + \frac{1}{2}X_3\right) = \frac{1}{36}\text{Var}(X_1) + \frac{1}{9}\text{Var}(X_2) + \frac{1}{4}\text{Var}(X_3)$

  $\Rightarrow \text{Var}(\hat{\mu}_1) = \left(\frac{1}{36} + \frac{1}{9} + \frac{1}{4}\right)\sigma^2 = \frac{14}{36}\sigma^2$

- $\text{Var}(\hat{\mu}_2) = \text{Var}\left(\frac{1}{3}X_1 + \frac{1}{3}X_2 + \frac{1}{3}X_3\right) = \frac{1}{9}[\text{Var}(X_1) + \text{Var}(X_2) + \text{Var}(X_3)] = \frac{\sigma^2}{3}$
- Como $\text{Var}(\hat{\mu}_2) < \text{Var}(\hat{\mu}_1)$, concluímos que $\hat{\mu}_2$ é o estimador não viesado de menor variância, ou seja, o mais eficiente!

Exercício 3. X = altura dos alunos da 6ª série, $X \sim N(\mu;\ \sigma = 5 \text{ cm})$

a) I.C. (μ; γ = 95%) = [148,37; 151,63] cm, ou seja, este intervalo contém a altura média dos alunos da 6ª série com 95% de confiança.

b) I.C. (μ; γ = 95%) = 150 ± 0,98 = [149,02; 150,98] cm $\Rightarrow 0{,}98 = 1{,}96\ \frac{5}{\sqrt{n}} \Rightarrow \sqrt{n} = 10$

$\Rightarrow n = 100$ crianças.

Exercício 4. X = peso de suínos Landrace, $X \sim N(\mu;\ \sigma = 10 \text{ kg})$

$$0{,}08 = P(|\overline{X} - \mu| > 1) = P\left(\left|\frac{\overline{X} - \mu}{10/\sqrt{n}}\right| > \frac{1}{10/\sqrt{n}}\right) = P\left(|Z| > \frac{1}{10/\sqrt{n}}\right)$$

$$\Rightarrow 0{,}08 = P\left(|Z| > \frac{\sqrt{n}}{10}\right) \Rightarrow \frac{\sqrt{n}}{10} = 1{,}75 \Rightarrow n \cong 307 \text{ suínos.}$$

Exercício 5. X = ganho de peso mensal de aves, $X \sim N(\mu;\ \sigma = 0{,}3 \text{ kg})$

a) $$95\% = 0{,}95 = P(|\overline{X} - \mu| < 0{,}15) = P\left(\left|\frac{\overline{X} - \mu}{0{,}3/\sqrt{n}}\right| > \frac{0{,}15}{0{,}3/\sqrt{n}}\right) = P\left(|Z| > \frac{0{,}15}{0{,}3/\sqrt{n}}\right)$$

$$\Rightarrow z_{0,475} = 1{,}96 = \frac{0{,}15}{0{,}3/\sqrt{n}} \Rightarrow n \cong 16 \text{ frangos.}$$

b) $$90\% = 0{,}90 = P(|\overline{X} - \mu| < 0{,}15) = P\left(\left|\frac{\overline{X} - \mu}{0{,}3/\sqrt{n}}\right| > \frac{0{,}15}{0{,}3/\sqrt{n}}\right) = P\left(|Z| > \frac{0{,}15}{0{,}3/\sqrt{n}}\right)$$

$$\Rightarrow z_{0,450} = 1{,}65 = \frac{0{,}15}{0{,}3/\sqrt{n}} \Rightarrow n \cong 11 \text{ frangos.}$$

Exercício 6. X = peso de bovinos Nelore do Campus; X ~ $N(\mu; \sigma)$

Da amostra: n = 12 bovinos, $\bar{x}$ = 274,83, s = 11,14

a) I.C.(μ; γ=95%) = [267,75; 281,91] kg, ou seja, este intervalo contem o verdadeiro valor do peso médio dos bovinos Nelore do Campus, com 95% de confiança.

b) Como o valor 281 kg é um elemento do (ou pertence ao) I.C. obtido em (a), podemos afirmar que existe muita chance de que este seja o verdadeiro valor do peso médio dos animais.

Exercício 7. X = peso de bovinos de corte do Campus $\Rightarrow$ amostra: n = 64 animais, $\bar{x}$ = 260, s = 16

a) usando a distribuição t-Student:

$$IC(\mu; \gamma = 95\%) = 260 \pm 2{,}00\ {}^{16}\!/\!\sqrt{64} = [\,256{,}0;\ 264{,}0]\ \text{kg}$$

b) $IC(\mu; \gamma = ?) = 260{,}0 \pm 0{,}834\ \text{kg} \Rightarrow 0{,}834 = t_c\ {}^{16}\!/\!\sqrt{64} \Rightarrow t_c = 0{,}4174 \Rightarrow \gamma \cong 40\%$

c) usando a distribuição normal:

$$I.C.\ (\mu; \gamma = 95\%) = 260 \pm 1{,}96\ {}^{16}\!/\!\sqrt{64} = [256{,}08;\ 263.92]\ \text{kg}$$

d) $I.C.(\mu; \gamma = ?) = 260{,}0 \pm 0{,}834\ \text{kg} \Rightarrow 0{,}834 = z_c\ {}^{16}\!/\!\sqrt{64} \Rightarrow z_c = 0{,}4174 \Rightarrow \gamma \cong 32\%$

Exercício 8.

X_D : peso de suínos Duroc , n_D = 16, $\bar{x}_D$ = 72 kg, s_D = 3,10 kg

X_L: peso de suínos Landrace, n_L = 25, $\bar{x}_L$ = 61 kg, s_L = 3,80 kg

a) I.C.(μ_D, 95%) = [70,34; 73,66] kg e I.C.(μ_L, 95%) = [59,43; 62,57] kg.

b) Como os dois intervalos de confiança calculados em (a) não se sobrepõem, existe pouca chance do desempenho dos suínos Landrace ser melhor que dos suínos Duroc.

Exercício 9.

X = número de bovinos da raça Nelore com baixo peso

Da amostra: n = 86, k = 22 com baixo peso $\Rightarrow$ $\hat{p}$ = 22/86 = 0,2558

a) I.C.(p, 90%) = $0{,}2558 \pm 1{,}65\sqrt{\dfrac{0{,}2558(\,0{,}7442\,)}{86}}$ = [0,1784, 0,3332], ou seja, este intervalo contem o verdadeiro valor da proporção de bovinos Nelore com baixo peso, com 90% de confiança

b) I.C.(p, 95%) = $0{,}2558 \pm 1{,}96\sqrt{\dfrac{0{,}2558(0{,}7442)}{86}}$ = [0,1636; 0,3480], ou seja, este intervalo contem o verdadeiro valor da proporção de bovinos Nelore com baixo peso, com 95% de confiança

Exercício 10. X = número de alunos do curso de Zootecnia favoráveis à reeleição do atual prefeito $\Rightarrow$ amostra: n = 80 alunos, k = 36 favoráveis $\Rightarrow$ $\hat{p}$ = 36/80 = 0,45.

a) I.C.(p; 99%) = $0{,}45 \pm 2{,}57\sqrt{\dfrac{0{,}45(0{,}55)}{80}}$ = [0,3071; 0,5929] $\cong$ [0,31; 0,59]

$\therefore$ Se a reeleição depender exclusivamente da opinião dos alunos, existe uma pequena chance do atual diretor do Campus ser reeleito, já o IC inclui alguns valores superiores a 0,50 (ou superiores a 50%).

b) I.C.(p; 99%) = $0{,}45 \pm 2{,}57\sqrt{\dfrac{0{,}25}{80}}$ = [0,3063; 0,5937] $\cong$ [0,31; 0,59]

$\therefore$ Conclusão idêntica à do item (a). O intervalo conservativo tem os mesmos limites que os do item (a) porque a amostra é grande (n = 80) e a estimativa da proporção está próxima de 0,50 ($\hat{p}$ = 0,45).

Exercício 11.

H_0: os animais são da Faz-2 (μ_2 = 155 kg; σ_2 = 20 kg)

H_a: os animais são da Faz-1 (μ_1 = 145 kg; σ_1 = 12 kg)

a) $0{,}01 = \alpha = P(\bar{x} \le \bar{x}_c | \bar{x} \sim N(155; 16)) = P(Z \le z_c)$, onde $-z_c = -2{,}33 = \dfrac{\bar{x}_c - 155}{\sqrt{16}}$.

$\Rightarrow \bar{x}_c = 145{,}68 \Rightarrow$ R.C. = $\{\bar{x} \in R\!: \bar{x} \le 145{,}68\}$.

β = P(Erro tipo II) = $P[\bar{x} > 145{,}68 \,|\, \bar{x} \sim N(145; 5{,}76)] = P(Z > 0{,}28) = 0{,}3897 \cong 39\%$

b) R.C. = $\{\bar{x} \in R\!: \bar{x} \le 152\}$

α = P(Erro tipo I) = $P[\bar{x} \le 152 \,|\, \bar{x} \sim N(155; 16)] = 0.2266 \cong 23\%$

β = P(Erro tipo II) = $P[\bar{x} > 152 \,|\, \bar{x} \sim N(145; 5{,}76)] = 1 - 0.9982 = 0{,}0018 \cong 0{,}2\%$

c) $P[\bar{x} \le \bar{x}_c | \bar{x} \sim N(155; 16)] = P[\bar{x} > \bar{x}_c | \bar{x} \sim N(145; 5{,}76)] \Rightarrow -\dfrac{\bar{x}_c - 155}{4} = \dfrac{\bar{x}_c - 145}{2{,}4} \Rightarrow$

$\bar{x}_c$ = 148,75 ou z_c = 1,56 (Note que $\alpha = \beta = 1 - 0.9406 = 0{,}0594 \cong 6\%$)

Exercício 12. X: produção mensal de ração, em kg. X ~ $N(\mu = 8000; \sigma^2 = 300)$. Amostra: $n = 9$, $\bar{x} = 8422,22$ kg

a) H_0: $\mu = 8000$ versus H_a: $\mu > 8000$ $\alpha = 1\% \Rightarrow$ RC = {z > 2,326}

$z_{calc} = \dfrac{8422,22 - 8000}{\sqrt{300/9}} = 73,13$. Como $z_{calc} \in$ RC, rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 1\%$ e concluímos que houve um aumento significativo da produção de ração.

b) Nível descritivo do teste: $\hat{\alpha} = P(Z > 73,13) \cong$ zero, ou seja, corremos um risco muito pequeno de cometer o erro do tipo I (concluir erroneamente que houve um aumento de produção).

Exercício 13. X: consumo anual *per capita*, em kg, de um produto. X ~ $N(\mu; \sigma^2 = 4)$

Amostra: $n = 80$, $\bar{x} = 620/80 = 7,75$ kg

a) H_0: $\mu = 8,0$ (não retira o produto da linha de produção)

H_a: $\mu < 8,0$ (retira o produto da linha de produção)

$\alpha = 5\% \Rightarrow$ RC = (z < −1,65) $z_{calc} = \dfrac{7,75 - 8,00}{\sqrt{4/80}} = -1,12$.

Como $z_{calc} \notin$ RC(5%), não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e concluímos que a diretoria não deve retirar o produto da linha de produção.

b) Se $\alpha = 1\%$, RC(1%) = { z < −2,326}, a conclusão do teste seria exatamente a mesma.

c) Se $\sigma = 4$kg e $\alpha = 5\% \Rightarrow$ RC = (z < −1,65) e $z_{calc} = \dfrac{7,75 - 8,00}{\sqrt{16/80}} = -0,56$

$\Rightarrow H_0$ **não** deve ser rejeitada e a conclusão não se altera: a diretoria **não** deve retirar o produto da linha de produção.

d) no item (a): $\hat{\alpha} = P(Z < -1,12) = 0,1314$, ou seja, para rejeitarmos H_0, devemos assumir um nível de significância de, no mínimo, 13,14%

no item (c): $\hat{\alpha} = P(Z < -0,56) = 0,2877$, ou seja, para rejeitarmos H_0, devemos assumir um nível de significância de, no mínimo, 28,77%

Exercício 14. X: precipitação pluviométrica anual, em mm, na região de Pirassununga, X ~ $N[\mu, \sigma^2 = (2,7)^2]$. Amostra: $n = 12$, $\bar{x} = 31,808$mm

a) H_0: $\mu = 31,4$ versus H_a: $\mu > 31,4$

$\alpha = 5\% \Rightarrow$ RC = {z > 1,65} $\Rightarrow z_{calc} = \dfrac{31,808 - 31,4}{\sqrt{7,29/12}} = 0,52$

Como $z_{calc} \notin$ RC(5%), não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e concluímos que a precipitação anual média na região de Pirassununga não é superior a 31,4mm.

b) $\hat{\alpha} = P(Z > 0,52) = 0,50 - 0,1985 = 0,3015 \cong 30\%$

Exercício 15. X: período de prenhez, em dias, de vacas Holandesas.

$X \sim N[\mu =?, \sigma^2 = 19^2]$ Amostra: n = ?, $\bar{x}$ = 264 dias

H_0: $\mu = 260$ versus H_a: $\mu \neq 260$ (hipótese bilateral !!)

Para rejeitarmos H_0, com essa amostra, $z_{calc} = \dfrac{264-260}{\sqrt{361/n}} > z_{tab}$

- $\alpha = 5\% \Rightarrow RC(5\%) = \{z < -1{,}96 \text{ ou } z > 1{,}96\} \Rightarrow \dfrac{264-260}{\sqrt{361/n}} = 1{,}96$

  $\Rightarrow n = (9{,}31)^2 = 86{,}68 \Rightarrow$ a amostra deveria ter, pelo menos, 87 vacas.

- $\alpha = 1\% \Rightarrow RC(1\%) = \{z < -2{,}58 \text{ ou } z > 2{,}58\} \Rightarrow \dfrac{264-260}{\sqrt{361/n}} = 2{,}58$

  $\Rightarrow n = (12{,}26)^2 = 150{,}31 \Rightarrow$ a amostra deveria ter, pelo menos, 151 vacas.

Exercício 16.

a) H_0: p = 0,80 versus H_a: p > 0,80, onde p = proporção de fumantes

Da amostra: $\hat{p}$ = 110/140 = 0,7857 (observe que n = 140 indivíduos)

$\alpha = 0{,}04 \Rightarrow RC = \{z > 1{,}7507\}$ $\quad z_{calc} = \dfrac{0{,}7857 - 0{,}80}{\sqrt{\dfrac{0{,}80(1-0{,}80)}{140}}} = -0{,}42$

Como $z_{calc} \notin RC(4\%)$ não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 4\%$ e concluímos que a proporção de fumantes não é superior a 0,80.

b) H_0: p = 0,70 versus H_a: p ≠ 0,70, onde p = proporção de fumantes que fumam cigarros com filtro. Amostra: $\hat{p}$ = 90/110 = 0,8182 (observe que n = 110 fumantes)

$\alpha = 0{,}04 \Rightarrow RC = \{z > 2{,}05\}$ $\quad z_{calc} = \dfrac{0{,}8182 - 0{,}70}{\sqrt{\dfrac{0{,}70(1-0{,}70)}{110}}} = 2{,}70$

Como $z_{calc} \in RC(4\%)$ rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 4\%$ e concluímos que dentre os fumantes, a proporção dos que usam cigarros com filtro não é igual a 0,70.

c) H_0: p = 0,40 versus H_a: p > 0,40 , onde p é a proporção de fumantes na população feminina.

Da amostra: $\hat{p}$ = 34/50 = 0,68 (observe que n = 50 mulheres)

$\alpha = 0{,}04 \Rightarrow RC = \{z > 1{,}7507\}$ $\quad z_{calc} = \dfrac{0{,}68 - 0{,}40}{\sqrt{\dfrac{0{,}40(1-0{,}40)}{50}}} = 4{,}04$

Como $z_{calc} \in RC(4\%)$ rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 4\%$ e concluímos que dentre as umlheres, a proporção de fumantes é superior a 0,40.

Exercício 17. p = proporção de peças não defeituosas (estão de acordo com as especificações!)

H_0: p = 0,90 versus H_a: p > 0,90 (afirmação do fabricante)

Amostra: $\hat{p} = 175/200 = 0{,}8750 \Rightarrow z_{calc} = \dfrac{0{,}8750 - 0{,}90}{\sqrt{\dfrac{0{,}90(1-0{,}90)}{200}}} = -1{,}18$

Como RC(5%) = {z > 1,65} e RC(1%) = {z > 2,33}, com os dados dessa amostra, não rejeitaremos H_0 nem para $\alpha = 5\%$, nem para $\alpha = 1\%$.

Para rejeitarmos H_0, precisamos assumir um nível de significância igual ou superior a $\hat{\alpha} = P(Z > -1{,}18) = 0{,}881 = 88{,}1\%$

Exercício 18. Use a Tábua II para obter o valor crítico (q_c) da distribuição quiquadrado com ν graus de liberdade, tal que $P(Q > q_c) = p$.

a) $\nu = 10$, p = 50% $\Rightarrow q_c = 9{,}3418$
b) $\nu = 19$, p = 1% $\Rightarrow q_c = 36{,}1907$
c) $\nu = 21$, p = 10% $\Rightarrow q_c = 29{,}6151$
d) $\nu = 30$, p = 0,1% $\Rightarrow q_c = 59{,}703$
e) $\nu = 1$, p = 2% $\Rightarrow q_c = 5{,}4119$
f) $\nu = 8$, p = 30% $\Rightarrow q_c = 9{,}5245$

Exercício 19. Use a Tábua III para obter o valor crítico (t_c) da distribuição t-Student com ν graus de liberdade, tal que $P(T > t_c) = p$.

a) $\nu = 1$, p = 5% $\Rightarrow t_c = 6{,}3138$
b) $\nu = 6$, p = 10% $\Rightarrow t_c = 1{,}4398$
c) $\nu = 10$, p = 95% $\Rightarrow t_c = -1{,}8125$
d) $\nu = 15$, p = 2,5% $\Rightarrow t_c = 2{,}1315$
e) $\nu = 20$, p = 80% $\Rightarrow t_c = -0{,}86$
f) $\nu = 120$, p = 0,1% $\Rightarrow t_c = 3{,}1596$

Exercício 20. Use a Tábua IV para obter o valor crítico (F_c) da distribuição F-Snedecor com ν_1 e ν_2 graus de liberdade, tal que $P(F > F_c) = p$.

a) $\nu_1=1$; $\nu_2=3$; p = 5% $\Rightarrow F_c = 10{,}1280$

b) $\nu_1=3$; $\nu_2=2$; p = 95% $\Rightarrow F_c = 0{,}1047$

c) $\nu_1=1$; $\nu_2=\infty$; p = 5% $\Rightarrow F_c = 3{,}9361$

d) $\nu_1=120$; $\nu_2=120$; p=5% $\Rightarrow F_c = 1{,}3519$

e) $\nu_1=15$; $\nu_2=15$; p = 95% $\Rightarrow F_c = 0{,}4161$

f) $\nu_1 = 28$; $\nu_2=35$; p = 5% $\Rightarrow F_c = 1{,}7995$

Exercício 21. X = ganho de peso de animais alimentados com uma nova ração durante 15 dias

H_0: $\mu = 3{,}10$ versus H_a: $\mu > 3{,}10$

RC(5%) = {t > 1,833} e RC(1%) = {t > 2,821}

Amostra: $n = 15$; $\bar{x} = 3{,}514$ e $s^2 = 0{,}3081$ $\Rightarrow$ $t_{calc} = \dfrac{3{,}514 - 3{,}10}{\sqrt{0{,}3081/10}} = 2{,}36$

$\Rightarrow$ Rejeitamos H_0 ao nível de 5%, mas não a rejeitamos ao nível de 1%.

Nível descritivo: $\hat{\alpha} = P(t > 2{,}36) \cong 0{,}02$, ou seja, rejeitamos H_0 e concluímos que o ganho de peso dos animais foi superior a 3,10kg, a um nível igual ou superior a 2%

Exercício 22. X = precipitação pluviométrica anual da região de Pirassununga

a) H_0: $\mu = 32$ versus H_a: $\mu > 32$ $\alpha = 5\% \Rightarrow$ RC = {t > 1,796}

Amostra: $n = 12$, $\bar{x} = 31{,}808$ e $s^2 = 4{,}5645$ $\Rightarrow$ $t_{calc} = \dfrac{31{,}808 - 32}{\sqrt{4{,}5645/12}} = -0{,}31$

$\Rightarrow$ Não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e concluímos que a precipitação média anual em Pirassununga não é superior a 32mm

b) Nível descritivo = $\hat{\alpha} = P(t > -0{,}31) \cong (0{,}50 - 0{,}40) + 0{,}50 \cong 0{,}60$

c) H_0: $\sigma^2 = 7$ mm^2 versus H_a: $\sigma^2 \neq 7$ mm^2

RC(5%) = {$q \in$ R: $q < 3{,}816$ ou $q > 21{,}920$}

$q_{calc} = \dfrac{(12-1)4{,}5645}{7} = 7{,}17 \Rightarrow$ não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e podemos concluir que a variância da precipitação em Pirassununga não é diferente de 7 mm^2.

Exercício 23. X = peso de bovinos. Amostra: $n = 12$ $\bar{x} = 274{,}83$ e $s^2 = 124{,}1515$

a) I.C.(μ, $\gamma = 95\%$) = $274{,}83 \pm 2{,}201\sqrt{124{,}1515/12}$ = [267,75; 281,91] kg

b) H_0: $\mu = 281$ *versus* H_a: $\mu \neq 281$

Região crítica: RC(5%) = {| t | > 2,201} = {$\bar{x} \in$ R: $\bar{x} < 273{,}92$ ou $\bar{x} > 288{,}08$}

Região de aceitação: RA(5%) = {$\bar{x} \in$ R: $273{,}92 < \bar{x} < 288{,}08$}

c) As amplitudes da região de aceitação (RA) do teste feito em (b) e do I.C.(μ) obtido em (a) são exatamente iguais**.**

Exercício 24. X: peso de suínos da raça Duroc e Y: peso de suínos da raça Landrace

H_0: $\mu_X - \mu_Y = 0$ *versus* H_a: $\mu_X - \mu_Y > 0$

Amostra Duroc: $n_x = 16$, $\bar{x} = 72{,}0$ e $s_x^2 = 9{,}61$

Amostra Landrace: $n_y = 25$, $\bar{y} = 61{,}0$ e $s_Y^2 = 14{,}44$

Assumindo variâncias iguais: $s^2_{comum} = \dfrac{(16-1)9{,}61 + (25-1)14{,}44}{16 + 25 - 2} = 12{,}5823$

A estatística do teste é t-Student com 16+25–2 = 39 gl $\Rightarrow$ RC(2%) = { t > 2,123 }

$$\Rightarrow t_{calc} = \frac{(72-61)-0}{\sqrt{12{,}5823\left(\frac{1}{16}+\frac{1}{25}\right)}} = 9{,}69$$ $\Rightarrow$ rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 2$ % e con-cluímos que o desempenho em peso dos suínos da raça Duroc é superior ao dos suínos da raça Landrace.

Exercício 25. X: ganho de peso dos animais que receberam a ração A e Y: ganho de peso dos animais que receberam a ração B.

Ração A: $n_x = 10$, $\bar{x} = 6{,}49$ e $s_x^2 = 0{,}3788$

Ração B: $n_y = 10$, $\bar{y} = 7{,}83$ e $s_Y^2 = 2{,}8312$

Parte 1. **C**omparação das variâncias: H_0: $\sigma_X^2 = \sigma_Y^2$ versus H_a: $\sigma_X^2 \neq \sigma_Y^2$

$\alpha = 10\%$ $\Rightarrow$ RC(10%) = {F $\in$ R: F > 3,18}. F_{calc} = (2,8312/0,3788) = 7,47 $\Rightarrow$ rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 10\%$ e concluímos que as variâncias populacionais dos dois grupos são diferentes.

Parte 2. Comparação das médias: H_0: $\mu_X - \mu_Y = 0$ versus H_a: $\mu_X - \mu_Y \neq 0$

$\nu = 11$ (Fórmula de Sattertwaite).

RC(2%) = {| t | > 2,718 } RC(5%) = { | t | > 2,201}

$$t_{calc} = \frac{(6{,}49-7{,}83)-0}{\sqrt{\frac{0{,}3788}{10}+\frac{2{,}8312}{10}}} = -2{,}37$$ $\Rightarrow$ a hipótese H_0 (igualdade das médias) é rejeitada ao nível $\alpha = 5\%$ mas não é rejeitada ao nível $\alpha = 2\%$. Ou seja, podemos concluir que os ganhos médios de peso dos dois grupos são diferentes ao nível $\alpha = 5\%$, mas iguais, ao nível $\alpha = 2\%$.

Exercício 26. X: produção de tomates (em kg) tratados com dois fertilizantes (A e B) diferentes

A: $n_A = 10$, $\bar{x}_A = 1{,}790$ e $s_A^2 = 0{,}0743$ B: $n_B = 12$, $\bar{x}_B = 2{,}117$ e $s_B^2 = 0{,}0870$

Parte1: H_0: $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$ versus H_a: $\sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$ RC = { F(11,9) > 3,10}

F_{calc} = (0,0870)/(0,0743) = 1,17 $\Rightarrow$ não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 10\%$ e podemos admitir que as variâncias dos dados de produção dos dois grupos de são iguais $\Rightarrow$

$$s_{comum}^2 = \frac{(10-1)\,0{,}0743+(12-1)\,0{,}0870}{10+12-2} = 0{,}0813$$

Parte 2: H_0: $\mu_A - \mu_B = 0$ versus H_a: $\mu_B - \mu_A > 0$

RC(5%) = { t > 1,725}   RC(1%) = { t > 2,528}

$$t_{calc} = \frac{(2{,}117 - 1{,}790) - 0}{\sqrt{0{,}0813\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{12}\right)}} = 2{,}68 \Rightarrow$$ rejeitamos H_0 ao nível de 5% e de 1% e concluímos que o fertilizante B é melhor que o fertilizante A, ao nível $\alpha = 1\%$.

Exercício 27.

D = Depois − Antes (diferença de pressão arterial medida antes e depois da ingestão de um estimulante). Amostra: $n = 9$, $\overline{D} = 5{,}44$ e $s_D^2 = 25.0278$

a) H_0: $\mu_D = 4$ versus H_a: $\mu_D > 4$, RC(5%) = {t > 1.8595}, $t_{calc} = \frac{5{,}44 - 4}{\sqrt{\frac{25{,}0278}{9}}} = 0{,}87$

$\Rightarrow$ Não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e concluímos que o estimulante não aumenta a pressão arterial em mais de 4 mm Hg.

b) RC(1%) = {t > 2,896 } e RC(10%) = {t > 1,397 } $\Rightarrow$ a conclusão obtida em (a) seria a mesma se admitíssemos $\alpha = 1\%$ ou $\alpha = 10\%$

Exercício 28.

D = ganho de peso de pintinhas Hyline White entre a 1ª e a 2ª semana de vida.

Amostra: $n = 10$, $\overline{D} = 34{,}50$ e $s_D^2 = 68{,}2778$

H_0: $\mu_D = 30$ vs. H_a: $\mu_D > 30$;

$t_{calc} = \frac{34{,}50 - 30}{\sqrt{68{,}2778/10}} = 1{,}72$; $\hat{\alpha} = P(\, t > 1{,}72) = 0{,}060 \Rightarrow$ o menor nível de significância para o qual a hipótese H_0 será rejeitada é $\alpha = 0{,}060$, ou seja, concluímos que o ganho médio de peso das pintinhas é superior a 30g para $\alpha = 10\%$ e que o ganho médio de peso das pintinhas não é superior a 30g, para $\alpha = 1\%$ e $\alpha = 5\%$.

Exercício 29.

X = quantidade de água aplicada (ml/cm^2) e Y = produção de alfafa (t/ha)

b) Equação da reta ajustada: $\hat{y}_i = 3{,}9800 + 0{,}10286\, x_i$

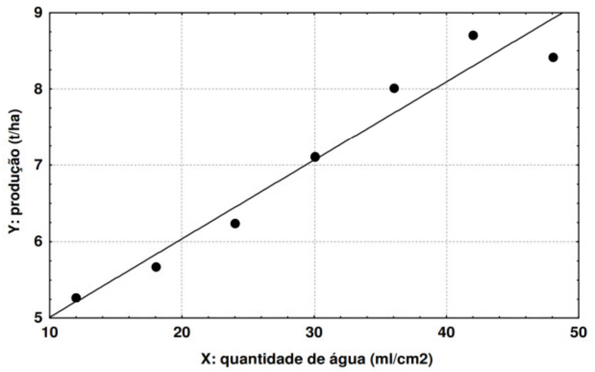
c) O coeficiente angular (0,10286) indica o acréscimo na produção de produção correspondente ao acréscimo de 1 ml//cm^2 de água aplicada.

d) $R^2 = 0{,}947$ indica uma boa qualidade do ajuste, ou seja, a reta explica bem o comportamento da produção de alfafa em função da quantidade de água aplicada.

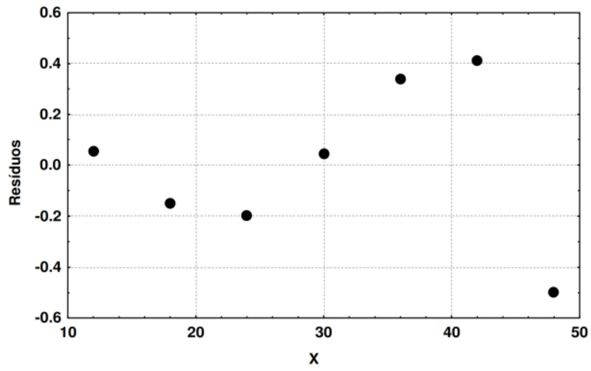
f) H_0: b = 0 versus H_a: b ≠ 0 RC(5%) = { | t | > 2.5706 }

$s^2_{y/x} = 0{,}1193 \Rightarrow t_{calc} = \dfrac{0{,}10286 - 0}{\sqrt{0{,}1193/7308}} = 9{,}46 \Rightarrow$ rejeitamos H_0 ao nível α = 5% e concluímos que o coeficiente angular da reta não é nulo.

g) Para obtermos uma produção Y = 7,5 t/ha de alfafa deveremos aplicar X = 34,22 ml/ cm^2 de água



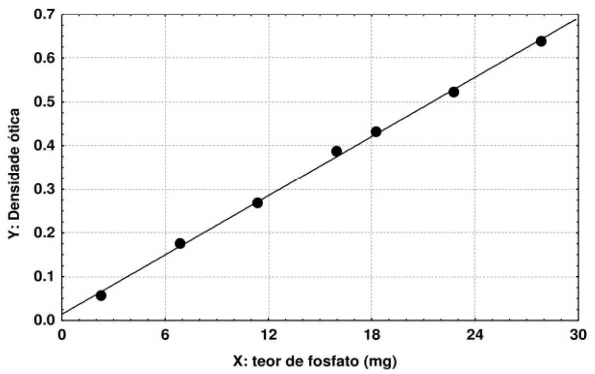
a) gráfico de dispersão



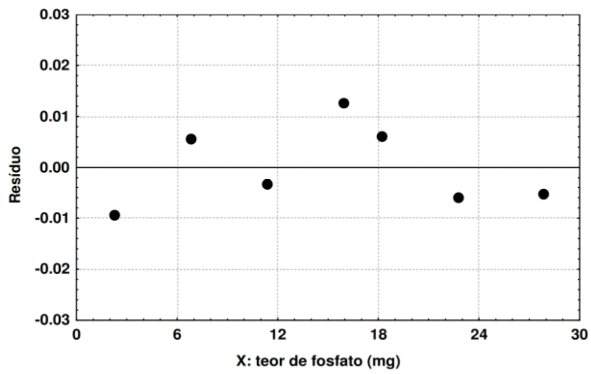
e) gráfico dos resíduos

Exercício 30.

X = teor de fosfato (mg) e Y = densidade ótica



a) gráfico de dispersão



e) gráfico dos resíduos

b) Equação da reta: $\hat{Y}_i = 0{,}0138 + 0{,}0226\,X_i$ $s^2_{y/x} = 0{,}000078$

c) IC(b; 95%) $= 0{,}0226 \pm 2{,}571\sqrt{\dfrac{0{,}000078}{478{,}96}} = [0{,}0216;\ 0{,}0236]$

d) H_0: $b = 0{,}02$ versus H_a: $b \neq 0{,}02$ RC(2%) = {| t | > 3,365}

$t_{calc} = \dfrac{0{,}0226 - 0{,}02}{\sqrt{\dfrac{0{,}000078}{478{,}96}}} = 6{,}44 \Rightarrow$ rejeitamos H_0 ao nível α = 2% e concluímos que o coeficiente angular da reta não é igual a 0,02.

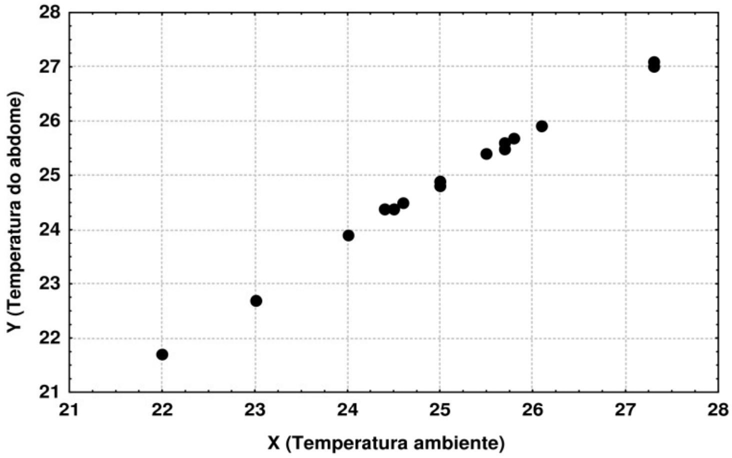
e) Baseado no valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,998$) e no gráfico dos resíduos, podemos admitir que a reta explica muito bem o comportamento da D.O. em função do teor de fosfato.

f)

D.O.	Teor de fosfato (estimado)
0,35	14,88
0,40	17,09
0,50	21,51

Exercício 31. X : temperatura ambiente e Y: temperatura do abdome de insetos (°C):

a) Diagrama de dispersão



b) $r(X, Y) = 0,998$, ou seja, existe uma alta correlação linear positiva entre as temperaturas ambiente e do abdome de insetos, quando a temperatura ambiente aumenta, a temperatura do abdome também aumenta, quase que na mesma proporção.

c) H_0: $\rho(X, Y) = 0$ versus H_a: $\rho(X, Y) \neq 0$ RC(1%) = {| t | > 3,012}

$t_{calc} = \dfrac{0,998\sqrt{15-2}}{\sqrt{1-0,998^2}} = 56,92 \Rightarrow$ rejeitamos H_0: $\rho(X, Y) = 0$ ao nível $\alpha = 1\%$ e concluímos que a temperatura ambiente e a temperatura do abdome dos insetos não são independentes.

d) H_0: $\rho(X, Y) = 0,70$ versus H_a: $\rho(X, Y) > 0,70$ RC(1%) = {Z > 2,33}

$$z = \frac{1}{2} ln\left(\frac{1+0,998}{1-0,998}\right) = 3,4534;\ \mu_Z = \frac{1}{2} ln\left(\frac{1+0,7}{1-0,7}\right) = 0,8673;\ \sigma_Z = \frac{1}{\sqrt{15-3}} = 0,2887$$

$\Rightarrow Z_{calc} = \dfrac{3,4534-0,8673}{0,2887} = 8,96 \Rightarrow$ rejeitamos H_0: ρ (X, Y) = 0,70 ao nível $\alpha = 1\%$ e concluímos que o coeficiente de correlação entre as temperaturas ambiente e do abdome de insetos é superior a 0,70.

Exercício 32. X: número de acidentes de trabalho, por dia, no Campus.

H_0: X ~ Poisson(λ = 1,4 acidentes/dia) versus H_a: X tem outra distribuição

$$P(X = k) = \frac{e^{-1,4}(1,4)^k}{k!}$$, para k = 0, 1, 2, ... $\Rightarrow$ Freq. esperadas: F_{ek} = 70 P(X=k)

k	0	1	2	3 ou +
F_o	25	19	10	16
P(X=k)	0,2466	0,3452	0,2417	0,1665
F_e	17,3	24,2	16,9	11,6

Obs: as categorias 3, 4 e 5 foram agrupadas porque as F_e's das duas últimas categorias resultaram inferiores a 5. $\nu = 4-1 = 3$ g.l. $\Rightarrow$ RC(5%) = {Q > 7,815}

Q_{calc} = 9,03 $\Rightarrow$ rejeitamos H_0 e concluímos que o número de acidentes de trabalho no Campus *não tem* distribuição de Poisson de média λ = 1,4 acidentes/dia.

Exercício 33.

H_0: classificação ocorre na proporção 9:3:3:1 *versus* H_a: não ocorre nesta proporção

	AL	AR	VL	VR
F_o	890	280	320	110
F_e	900	300	300	100

$\nu = 4-1 = 3$ gl. $\Rightarrow$ RC(5%) = {Q > 7,815}. Q_{calc} = 3,778 $\Rightarrow$ não rejeitamos H_0 ao nível α = 5% e concluímos que a classificação das sementes de ervilha segundo os fatores aspecto e cor das sementes, ocorre na proporção 9:3:3:1.

Exercício 34. X: peso final de frangos de corte aos 49 dias de idade

H_0: X ~ $N(\mu = 1,90; \sigma^2 = 0,0150)$ versus H_a: outra distribuição

Peso (kg)	Fo_i	$P(x_{inf} < X < x_{sup})$	Fe_i
1,60 ├─ 1,70	2	0,0512	2,6
1,70 ├─ 1,80	8	0,1559	7,8
1,80 ├─ 1,90	15	0,2929	14,6
1,90 ├─ 2,00	14	0,2929	14,6
2,00 ├─ 2,10	8	0,1559	7,8
2,10 ├─ 2,20	3	0,0512	2,6
Total	50	-	-

Classe	Fo_i	Fe_i
-	-	-
1	10	10,4
2	15	14,6
3	14	14,6
4	11	10,4
-	-	-
-	-	-

Obs: como a média (μ) e a variância (σ^2) já são conhecidas, não precisam ser estimadas ($m = 0$) $\Rightarrow \nu = 4 - 1 = 3$ gl. $\Rightarrow$ RC(5%) = {Q > 7,815}.

$Q_{calc} = 0{,}053 \Rightarrow$ não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e concluímos que o peso de frangos de corte aos 49 dias de idade tem distribuição $N(\mu = 1{,}90; \sigma^2 = 0{,}0150)$.

Exercício 35.

H_0: as proporções de estudantes aprovados e reprovados em Química, Física e Biologia são iguais.

H_a: as proporções não são iguais.

	Professor			Total
	Química	Física	Biologia	
Aprovados	45 (48)	55 (52)	60 (60)	160
Reprovados	15 (12)	10 (13)	15 (15)	40
Total	60	65	75	200

$\nu = (2-1)(3-1) = 2$ g.l. $\Rightarrow$ RC(5%) = 5,991; $Q_{calc} = 1{,}80 \Rightarrow$ não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e concluímos que as proporções de estudantes aprovados (e reprovados) em Química, Física e Biologia são as mesmas.

Exercício 36.

H_0: o desempenho dos bovinos independe das raças

H_a: o desempenho dos bovinos depende das raças

Raça	Desempenho			Total
	Bom	Regular	Péssimo	
Gir	30 (30,6)	35 (32,3)	8 (10,2)	73
Nelore	32 (31,0)	30 (32,7)	12 (10,3)	74
Guzerá	28 (28,4)	30 (30,0)	10 (9,5)	68
Total	90	95	30	215

$\nu = (3-1)(3-1) = 4$ g.l. $\Rightarrow$ RC(5%) = 9,488; $Q_{calc} = 1{,}276 \Rightarrow$ não rejeitamos H_0 ao nível $\alpha = 5\%$ e concluímos que o desempenho dos bovinos independe das raças.

DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES