AULA 5

# Teste de Hipótese

**META:**

Inferir sobre as afirmações feitas sobre parâmetros populacionais, bem como em relação à igualdade entre dois parâmetros. Estudar o comportamento e aplicação das Variáveis Aleatórias Contínuas, bem como da Distribuição Norma.

**OBJETIVOS:**

Saber o conceito e propriedades da distribuição Normal e como utiliza-la. Realizar testes envolvendo os parâmetros.

**PRÉ-REQUISITOS**: Ter conhecimento dos conceitos básicos de Probabilidade, Variáveis Aleatórias e Esperança Matemática .

## 5.1 Introdução

Os temas que serão tratados nesta aula fazem parte de uma sequência lógica do que foi visto até o momento sobre o curso. Entre as distribuições de variável aleatória contínua a Distribuição Normal ou Distribuição de Gauss é a mais utilizada e com certeza uma das mais importantes distribuições de probabilidades, uma vez que para amostras grandes vários fenômenos estudados convergem para uma curva normal. Também, pelo importante Teorema do Limite Central, se o tamanho da amostra for suficiente grande, a média de uma amostra aleatória terá uma distribuição aproximadamente Normal.

Em estatística, um Teste de Hipóteses é um método para verificar se os dados são compatíveis com alguma hipótese, podendo muitas vezes sugerir a não-validade de uma hipótese. O teste de hipóteses é um procedimento estatístico baseado na análise de uma amostra, através da teoria de probabilidades, usado para avaliar determinados parâmetros que são desconhecidos numa população. A expressão teste de significância foi criada por Ronald Fisher: Critical tests of this kind may be called tests of significance, and when such tests are available we may discover whether a second sample is or is not significantly different from the first. Um Teste de Hipóteses pode ser paramétrico ou não-paramétrico. Testes paramétricos são baseados em parâmetros da amostra, por exemplo média e desvio padrão. O uso tanto dos testes paramétricos como dos não-paramétricos está condicionado à dimensão da amostra e à respectiva distribuição da variável em estudo.

Os testes de hipóteses são sempre constituídos por duas hipóteses, a hipótese nula $H_0$ e a hipótese alternativa $H_1$. Hipótese nula $H_0$: é a hipótese que traduz a ausência do efeito que se quer verificar. Hipótese alternativa $H_1$ : é a hipótese que o investigador quer verificar. Nível de significância: a probabilidade de rejeitar a hipotese nula quando ela é efetivamente verdadeira (ERRO) Finalidade: avaliar afirmações sobre os valores de parâmetros. O valor p, p-valor ou nível descritivo, é uma estatística muito utilizada para sintetizar o resultado de um teste de hipóteses. Formalmente, o valor-p é definido como a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema quanto aquela observada em uma amostra,assumindo verdadeira a hipótese nula( R. A. Fisher 1925, Statistical Methods for Research Workers).

## 5.2 Distribuições Normal

A distribuição normal é uma das mais importantes distribuições da estatística, conhecida também como Distribuição de Gaussiana. Foi desenvolvida pelo matemático francês Abraham de Moivre. É inteiramente descrita por seus parâmetros de média ($\mu$) e a variância $\sigma^2$ com desvio padrão $\sigma$, assim sendo, conhecendo-se estes, consegue-se determinar qualquer probabilidade de uma Distribuição Normal. Além de descrever uma série de fenômenos, possui uma grande importância na estatística, por servir de aproximação para o cálculo de outras distribuições quando o número de observações fica grande. Essa importante propriedade provem do Teorema Central do Limite que diz que "toda soma de variáveis aleatórias independentes de média finita e variância limitada é aproximadamente Normal, desde que o número de termos da soma seja suficientemente grande [3].

Uma variável $X$ tem distribuição normal se sua função densidade de probabilidade é dada por

$$f(x;\mu,\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \tag{5.50}$$

Esquematicamente, esta distribuição tem uma curva em forma de sino, simétrica em torno da média, tendo o eixo das abscissas como assimptota horizontal[4]. Notamos pela Equação 5.50 que sua função de densidade depende de dois parâmetros: média $\mu$, e desvio padrão $\sigma$, que caracterizam a função densidade da Distribuição Normal. A curva da Normal formada pela função densidade é simétrica em torno da média. Além da simetria, uma outra característica fundamental da distribuição normal é a propriedade de que a probabilidade dos indivíduos abaixo da média é igual à probabilidade dos indivíduos acima da média que igual a $0,50$, isto é

$$P(x \geq \mu) = P(x \leq \mu) = 0,50. \tag{5.51}$$

Principais Características da Distribuição Normal:

a)$E(X) = \mu$

b)$V(X) = \sigma^2$

c)$f(x)$ é simétrica em relação $x = \mu$.

d)$\mu - \sigma$ e $\mu + \sigma$ são pontos de inflexão de $f(x)$

e) A variável aleatória (x) pode assumir qualquer valor real.

[3] Para mais detalhes ver o teorema para um enunciado mais preciso.

[4] Pela definição de assimptota horizontal:

$$\lim_{x\to\pm\infty} f(x) = 0.$$

f) O gráfico e uma curva em forma de sino, simétrica em torno da media $\mu$.

g)A área total sob a curva vale 1. Essa área corresponde a probabilidade de a variavel aleatoria assumir qualquer valor real.

h) Como a curva e simétrica em torno da media, os valores equidistantes da media ocorrem com igual probabilidade.

Dificuldades de uso de uma Distribuição Normal:

1. Integracao de f (x), pois para o calculo e necessario o desenvolvimento em series.

2. Elaboração de uma tabela de probabilidades. f(x) depende de dois parâmetros, $\mu$ e $\sigma$, acarretando enorme trabalho para tabelar essas probabilidades considerando-se as varias combinações de $\mu$ e $\sigma$. Em função dessas duas dificuldades a solução ideal e transformar a variável $X_i$ em uma outra variável $z$, gerando uma Distribuição Normal Padronizada com parâmetros conhecidos.

Para sanar este problema foi desenvolvida uma metodologia conducente a padronização, ou redução de uma função densidade normal qualquer à um caso único, caracterizada pela média $\mu = 0$ e variância $\sigma^2 = 1$. Ou seja, esta padronização transforma qualquer função de distribuição normal $N(\mu, \sigma^2)$ em uma distribuição normal $N(0, 1)$, denominada função de distribuição normal reduzida ou padrão.

Esta transformação faz-se convertendo cada um dos valores $x$ da função de distribuição normal $N(\mu, \sigma^2)$ original para uma nova variável adimensional, designada genericamente por $z$, que tem distribuição normal $N(0, 1)$. Esta transformação é feita pela seguinte expressão:

$$x \to z = \frac{x - \mu}{\sigma} \tag{5.52}$$

Se a variável aleatória $X$ segue esta distribuição escreve-se: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, sendo $\mu = 0$ e $\sigma = 1$, então esta distribuição normal é chamada de distribuição normal reduzida ou padrão. Sua função de densidade de probabilidade dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \tag{5.53}$$

Com a aplicação da transformação não há alterações nas propriedades da distribuição. Assim a nova distribuição $N(0,1)$ é simétrica mas agora em torno da média $\mu = 0$, e $P(z \geq 0) = P(z \leq 0) = 0,5$. Vemos também que:

$$P(x_1 \leq x \leq x_2) = P(z_1 \leq z \leq z_2) \tag{5.54}$$

pois, esta padronização afeta apenas os valores da variável e não afeta as probabilidades. Desta forma, após as respectivas transformações podemos calcular as probabilidades de qualquer distribuição normal através da distribuição normal padrão.

As probabilidades, referentes a normal padrão encontram-se tabeladas de diferentes formas e podem ser encontradas no anexo da maioria dos livros referentes ao estudo da estatística. Uma das tabelas mais frequentemente apresentada nestes livros é a tabela que apresenta as probabilidades para intervalos do tipo $[0, z]$ $(0 \leq Z \leq z)$, com $z \geq 0$, ou seja, esta expõe apenas as probabilidades para intervalos de valores acima da média. Para obter probabilidades abaixo da média (referentes a $z \leq 0$), deve-se fazer as transformações de áreas necessárias, justificadas pelas propriedades da curva da distribuição normal.

## 5.3 Teste de Hipótese

Quando investigamos uma população por intermédio de uma amostra, o principal objetivo é tirar conclusões sobre os principais parâmetros desta população, com uma probabilidade bastante significativa de acerto. Um procedimento valioso de avaliação deste tipo de estudo, é o teste de hipótese, que procura investigar se os dados da amostra estão coerentes com os da população, ou se duas ou mais amostras possuem parâmetros equivalentes, levando em conta para ambas as situações o nível de significância(SAMUEL,2009).

Uma hipóteses estatística é uma afirmação ou conjetura sobre o parâmetro, ou parâmetros, da distribuição de probabilidades de uma característica, X, da população ou de uma variável aleatória. Um teste de uma hipóteses estatística é o procedimento ou regra de decisão que nos possibilita decidir por $H_0$ ou $H_1$, com base a informação contida na amostra. Região crítica (Rc) é o conjunto de valores assumidos pela variável aleatória ou estatística de teste para os quais a hipótese nula é rejeitada.

Hipótese Nula: $H_0$ - Esta hipótese só deve ser rejeitada quando possíveis deferenças entre parâmetros da amostra e da população investigada, ou entre parâmetros amostais for grande ao ponto de se tornar significativa, com base no nível de significância estabelecido para o teste.

A decisão de manter $H_0$ (hipótese submetida ao teste) representa apenas uma boa probabilidade de que esta hipótese seja verdadeira. A mesma segurança probabilística teremos no caso de rejeição desta hipótese. Uma vez que a maior parte dos pesquisadores espera rejeitar $H_0$ em favor de $H_1$, a fragilidade relativa a decisão de manter a hipótese nula geralmente não representa um problema sério. Se a hipótese nula for verdadeira, a distribuição de todas as médias amostrais estará centrada em torno da média da população investigada. Este conjunto representa a distribuição da hipótese nula(SAMUEL,2009).

Quando utilizamos o parâmetro de uma amostra para tomada de decisões sobre o parâmetro da população, poderemos tomar alguma decisão errada em relação a hipótese a ser testada, que é refletida por um destes

tipos de erros: Erro tipo I - Rejeitar $H_0$ quando esta hipótese é verdadeira (alarme falso - resultado comum)

Erro tipo II - Aceitar $H_0$ quando esta hipótese é falsa (falha de investigação - resultado raro)

| decisão sobre a $H_0$ | verdade | falso |
|---|---|---|
| aceita | decisão correta | erro tipo 2 |
| não aceita | erro tipo 1 | decisão correta |

Coeficiente de confiança - é o complemento (1 - $\alpha$) da probabilidade do erro tipo I, este coeficiente geralmente é conhecido por nível de confiança. Ele representa a probabilidade de que a hipótese nula não seja rejeitada quando de fato for verdadeira. A probabilidade de se cometer o erro tipo II (risco $\beta$), também conhecido com o nível de risco depende da diferença entre o valor da hipótese e os verdadeiros valores dos parâmetros da população.

Eficácia de um Teste - identificado por (1 - $\beta$), é a probabilidade de se rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa. Uma forma de reduzir a probabilidade de se cometer o erro tipo II é aumentar com coerência o tamanho da amostra, para termos mais argumentos nas investigações de diferenças, mesmo pequenas, entre parâmetros da amostra e população(SAMUEL,2009).

Quanto maior o tamanho da amostra, maior a representatividade da mesma, portanto, maior será o poder do teste, isto é: maior será a probabilidade de rejeitarmos $H_0$ falso.

## 5.4 Teste Unilateral ou Bilateral

Os Testes Unilaterais são indicados quando se deseja investigar determinada característica da população em relação a um único sentido (extrapolação de um padrão máximo ou mínimo), como por exemplo: teor mínimo ou máximo de gordura no leite, resistência máxima de correias à tensão, vida útil de produtos, radiação emitida por usinas nucleares, poluição atmosférica, etc.

Os Testes Bilaterais são indicados sempre que a divergência crítica é em ambas as direções, como por exemplo: fabricação de roupas, fabricação de peças conjugadas (porca e parafuso), etc. Geralmente este modelo é o mais utilizado. Também deve ser utilizado quando se investiga se duas amostras estudadas em relação à determinada característica, foram adequadamente extraídas de um mesmo universo.

## 5.5 Teste Normal Z

A Z-teste é qualquer estatística de teste para o qual a distribuição da estatística de teste sob a hipótese nula pode ser aproximada por uma distribuição normal . Devido ao teorema do limite central , as estatísticas de teste muitos são aproximadamente normalmente distribuído para grandes amostras. Para cada nível de significância, o teste z tem um valor único crítica (por exemplo, 1,96 a 5% por duas caudas), que faz com que seja mais conveniente do que o teste t de Student- que tem diferentes valores críticos para cada tamanho de amostra. Portanto, muitos testes estatísticos podem ser convenientemente realizada como aproximada Z-teste se o tamanho da amostra é de grandes dimensões ou a variância da população conhecida. Se a variância da população é desconhecido (e, portanto, tem que ser calculada a partir da amostra em si) e o tamanho da amostra não é grande, o teste t de Student pode ser mais apropriada(Sprinthall, Richard C. Básico de Análise Estatística: Sétima Edição, copyright 2003, a Pearson Education Group).

Condições para o Z-teste para ser aplicável, certas condições devem ser atendidas:

1.Parâmetros de perturbação deve ser conhecida, ou estimado com precisão elevada (um exemplo de um parâmetro incómodo seria o desvio-padrão num teste de localização de uma amostra). Z-testes se concentrar em um único parâmetro, e tratar todos os outros parâmetros desconhecidos como sendo fixado em seus verdadeiros valores. Na prática, devido ao teorema de Slutsky , "ligar"consistentes estimativas de parâmetros incômodo pode ser justificada. No entanto, se o tamanho da amostra não é suficientemente grande para essas estimativas para ser razoavelmente preciso, o Z-teste não pode executar bem.

2.A estatística de teste deve seguir uma distribuição normal . Geralmente, um apela para o teorema do limite central para justificar assumindo que uma estatística de teste varia normalmente. Há uma grande quantidade de pesquisas estatísticas sobre a questão de quando uma estatística de teste varia aproximadamente normalmente. Se a variação da estatística de teste é altamente não-normal, um Z-teste não deverá ser usado. Se a estimativa de parâmetros de perturbação estão ligados, como discutido acima, é importante o uso de estimativas adequadas à forma como os dados foram amostrados . No caso especial de Z-testes para o problema de localização de um ou duas amostras, a amostra habitual desvio padrão é apropriado apenas se os dados foram recolhidos como uma amostra independente.

Em algumas situações, é possível conceber um ensaio que apropriadamente representa a variação no plug-in estimativas de parâmetros perturbadores. No caso de um ou dois problemas de localização de exemplo, um t-teste faz isso.

## 5.6 Teste Normal em que que a média populacional tem um valor específico

**1.$\sigma$ conhecido.**

$$H_0 : \mu = \mu_0 \times H_1 : \mu \neq \mu_0 \tag{5.55}$$

**Passos**

1. Retira-se uma amostra de tamanho n e calcula-se $\overline{X}$ .
2. Calcula-se o valor da estatística

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \sim N(0,1). \tag{5.56}$$

3. Sob a hipótese nula, tem-se que Z possui uma distribuição normal padrão. Portanto,

Rejeita-se $H_0$ se $|Z| > Z_\alpha/2$, isto é, se $Z > Z_\alpha/2$ ou $Z < Z_\alpha/2$.

Aceita-se $H_0$ se $|Z|, Z_\alpha/2$, isto é, se $Z_\alpha/2 \leq Z \leq Z\alpha/2$.

onde $\alpha$ é o nível de significância do teste.

**2.$\sigma$ desconhecido.**

$$H_0 : \mu = \mu_0 \times H_1 : \mu \neq \mu_0 \tag{5.57}$$

Calcula-se a estatística

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \tag{5.58}$$

Sob a hipótese nula, tem-se que t possui uma distribuição t-Student com $n - 1$ graus de liberdade. Portanto,

Rejeita-se $H_0$ se $|t| > t_\alpha/2, n - 1$

Aceita-se $H_0$ se $|t| \leq t_\alpha/2, n - 1$

onde $\alpha$ é o nível de significância do teste.

## 5.7 Exemplos

**Exemplo1.**Supor uma população em que o peso dos indivíduos seja distribuido normalmente com média 68 kg e desvio padrão 4 kg. Determinar a proporção de indivíduos:

**OBS 5.1.** As probabilidades para uma distribuição normal com qualquer média e variância podem ser determinadas através de Tabelas de uma distribuição normal padrão.

a) abaixo de 66 kg

b) acima de 72 kg

c) entre 66 e 72 kg

**SOLUÇÃO:**

a)$P(X < 66)$=$P(\frac{X-\mu}{\sigma} < \frac{66-68}{4}) = P(Z < 0,5)$

$= 1 - P(Z \geq 0,5) = 1 - 0,6915 = 0,3085$

b) a)$P(X > 72)$=$P(\frac{X-\mu}{\sigma} > \frac{66-68}{4}) = P(Z < 0,5)$

$= P(Z > 1,0) = 0,1587$

c)$P(66 \geq X \geq 72) = P(\frac{66-68}{4}) \leq \frac{X-\mu}{\sigma} \leq \frac{66-68}{4})$

$P(0,5 \leq Z \leq 1) = P(Z \leq 1) - P(Z \leq 0,5) = 0,8413 - 0,3085 =$ $0,5328$

**Exemplo2.**Uma máquina automática para encher pacotes de café enche-os segundo uma distribuição normal, com média $\mu$ e variância sempre igual a 400 $g^2$. A máquina foi regulada para $\mu = 500g$. Colhe-se, periodicamente uma amostra de 16 pacotes para verificar se a produção está sob controle, isto é, se $\mu = 500g$ ou não. Se uma dessas amostras apresentasse uma média amostral de 492 g, você pararia ou não a produção para regular máquina, considerando o nível de significância de 1%? Para quais valores de média amostral a máquina será regulada?

**SOLUÇÃO:** As Hipóteses são:

$$H_0 : \mu = 500 \times H_1 : \mu \neq 500 \tag{5.59}$$

Pelos dados do problema a variância é sempre a mesma e igual a

$\sigma^2 = 400$. A estatística a ser calculada é:

$$Z = \frac{492 - 500}{\frac{20}{\sqrt{16}}} = -1,6. \tag{5.60}$$

Ao nível de significância de 0,01, a regra de decisão é:

Rejeita-se $H_0$ se $|Z| > Z_\alpha/2 = 2,58$

Aceita-se $H_0$ se $|Z|, Z_\alpha/2 = 2,58$.

Portanto, aceita-se $H_0$, e a máquina não necessita ser parada.

**Exemplo3.**A tensão de ruptura dos cabos produzidos por um fabricante apresenta média de 1800 kg e desvio padrão de 100 kg. Mediante nova técnica no processo de fabricação, proclama-se que a tensão de ruptura pode ter aumentado. Para testar esta declaração, ensaiou-se uma amostra de 50 cabos, tendo-se determinado a tensão média de ruptura de 1850 kg. Pode-se confirmar a declaração ao nível de significância de 0,01?

**SOLUÇÃO:** As Hipóteses são:

$$H_0 : \mu = 1800 \times H_1 : \mu > 1800 \tag{5.61}$$

Pelos dados do problema o desvio padrão é sempre o mesmo e igual a $\sigma = 100$. A estatística a ser calculada é:

$$Z = \frac{1850 - 1800}{\frac{100}{\sqrt{50}}} = 3,55. \tag{5.62}$$

Ao nível de significância de 0,01, a regra de decisão é:

Rejeita-se $H_0$ se $|Z| > Z_\alpha/2 = 2,33$

Aceita-se $H_0$ se $|Z|, Z_\alpha/2 = 2,33$.

Portanto, rejeita-se H0, e confirma-se a declaração.

**Exemplo4.** Um fabricante afirma que seus cigarros contém não mais que 30 mg de nicotina. Uma amostra de 25 cigarros fornece média de 31,5 mg e desvio padrão de 3 mg. Ao nível de 5%, os dados refutam ou não a afirmação do fabricante?

**SOLUÇÃO:** As Hipóteses são:

$$H_0 : \mu = 30 \times H_1 : \mu > 30 \tag{5.63}$$

Como não se conhece a variância populacional, e esta foi estimada pela amostra, devemos utilizar a estatística t:

$$t = \frac{31,5 - 30}{\frac{3}{\sqrt{25}}} \tag{5.64}$$

Ao nível de significância de 0,05, a regra de decisão é:

Rejeita-se $H_0$ se $|t| > t_\alpha/2, n-1 = t_0, 05, 24 = 1,71$

Aceita-se $H_0$ se $|t| \leq t_\alpha/2, n-1 = t_0, 05, 24 = 1,71$

Rejeita-se $H_0$, ou seja, há evidências de que os cigarros contenham mais de 30mg de nicotina.

## 5.8 Conclusão

O aluno será capaz de entender que qualquer Distribuição Normal pode ser trabalhada a partir de uma distribuição normal padronizada, que é um artifício utilizado pela transformação da variável X pesquisada em uma outra padronizada z, evitando deste modo cálculos longos e cansativos. Vai saber utilizar a tabela de probabilidades de áreas de uma distribuição normal padronizada e calcular qualquer ocorrência que esteja associada a variável investigada.
Ainda nesta aula apresentamos que quando se investiga uma população por intermédio de uma amostra, o principal objetivo é tirar conclusões sobre os parâmetros desta população, com uma probabilidade significativa de acerto. Um procedimento valioso de avaliação deste tipo de estudo, é o teste de hipótese, que procura investigar se os dados da amostra estão coerentes com os da população, ou se duas ou mais amostras possuem parâmetros equivalentes. Estes testes podem ser unilaterais ou bilaterais. Os Testes Unilaterais são indicados quando se deseja investigar determinada característica da população em relação a um único sentido, enquanto os Testes Bilaterais são indicados sempre que a divergência crítica é em ambas as direções.

## RESUMO

O teste de hipótese procura investigar se os dados da amostra estão coerentes com os da população, ou se duas ou mais amostras possuem parâmetros equivalentes. Estes testes podem ser unilaterais ou bilaterais. Os Testes Unilaterais são indicados quando se deseja investigar determinada característica da população em relação a um único sentido, enquanto os Testes Bilaterais são indicados sempre que a divergência crítica é em ambas as direções. Definido o tipo de teste vamos à procura do modelo de distribuição de probabilidade a ser utilizada na aplicação dos testes de hipóteses. Neste contexto quando se conhece o desvio padrão da população, a distribuição adequada é a distribuição normal. Se a população é normal à distribuição amostral será normal para todos os tamanhos da amostra. Se a população não é normal este teste será indicado apenas para tamanhos de amostras superiores a 30 observações.

Quando não se conhece o desvio padrão da população, situação que ocorre na maioria das vezes, deve-se estimá-lo a partir da amostra. Neste caso a distribuição T-student é a indicada. Na prática, entretanto, só se exige o uso da distribuição T quando o tamanho da amostra é igual ou inferior a 30(SAMUEL,2009).

A melhor forma de estudar qualquer Distribuição Normal é através da distribuição normal padronizada, artifício utilizado pela transformação da variável X pesquisada em uma outra padronizada z, gerando uma distribuição com média 0 e variância 1. Esta distribuição normal padronizada com parâmetros conhecidos possui uma tabela de probabilidades áreas destinada a calcular qualquer ocorrência que esteja associada a variável investigada.

## ATIVIDADES

Deixamos como atividades alguns problemas Teste de Hipótese e Distribuição normal.

**OBS 5.2.** Todas as atividades serão respondidas na aula presencial.

**ATIV. 5.1.** A concentração de um poluente em água liberada por uma fábrica tem distribuição N(8,1.5). Qual a chance, de que num dado dia, a concentração do poluente exceda o limite regulatório de 10 ppm?

**Comentário:** Volte ao texto e reveja com calma e atenção os exemplos acima, eles lhe servirão de guia.

**ATIV. 5.2.** Uma enchedora automática de refrigerantes está regulada para que o volume médio de líquido em cada garrafa seja de $1000cm^3$ e desvio padrão de $10m^3$. Admita que o volume siga uma distribuição normal:

a)Qual é a porcentagem de garrafas em que o volume de líquido é menor que 990 cm3?

b)Se 10 garrafas são selecionadas ao acaso, qual é a probabilidade de que, no máximo, 4 tenham volume de líquido superior a 1002

**Comentário:** Volte ao texto e reveja com calma e atenção os exemplos acima, eles lhe servirão de guia.

**ATIV. 5.3.** O peso médio de litros de leite de embalagens enchidas em uma linha de produção está sendo estudado. O padrão prevê um conteúdo médio de 1000 ml por embalagem. Sabe-se que o desvio padrão é de 10 ml e que a variável tem distribuição normal. Qual a probabilidade da média ser diferente de 1000 ml ao nível de 5% de significância com 4 unidades amostrais.

**Comentário:** Volte ao texto e reveja com calma e atenção os exemplos acima, eles lhe servirão de guia.

**ATIV. 5.4.** Uma região do país é conhecida por ter uma população obesa. A distribuição de probabilidade do peso dos homens dessa região entre 20 e 30 anos é normal com média de 90 kg e desvio padrão de 10 kg. Um endocrinologista propõe um tratamento para combater a obesidade que consiste de exercícios físicos, dietas e ingestão de um medicamento. Ele afirma que com seu tratamento o peso médio da população da faixa em estudo diminuirá num período de três meses.

**Comentário:** Volte ao texto e reveja com calma e atenção os exemplos acima, eles lhe servirão de guia.

**AUTO-AVALIAÇÂO**

Sou capaz de entender a Distribuição Normal?

Sou capaz de entender um Teste de Hipótese?

## LEITURA COMPLEMENTAR

Sprinthall, Richard C. Básico de Análise Estatística: Sétima Edição, copyright 2003, a Pearson Education Group.

TANAKA. Elementos de Estatística. Editora McGraw.Hill.

CARVALHO, Sérgio, Estatística Básica: Série Impetus Provas e Concursos, Rio de Janeiro, 2ª edição, 2006.

TOLEDO, Geraldo Luciano, OVALLE, Ivo Izidoro, estatística básica. 2ª edição , editora Atlas, 1995.

FRANCISCO ESTEVAM MARTINS DE OLIVEIRA. Estatística e Probabilidade. Editora Atlas.

SAMUEL DE OLIVEIRA RIBEIRO, Métodos Quantitativos em Biologia. PEDRO A. BARBETTA. Estatística Aplicada as Ciências Sociais. Editora da UFSC. LUIZ A. C. GÓES. Estatística I e II. Editora Saraiva. FRANCISCA DÍAZ E FRANCISCO JAVIER LOPES. Bioestatística. Editora Thomson.