

A UTILIZAÇÃO DE TESTES DE HIPÓTESE PARAMÉTRICOS EM PESQUISAS CIENTÍFICAS

Vilmar Antonio Gonçalves Tondolo*
Luís Carlos Schneider**

Resumo: A utilização de técnicas estatísticas de análise e interpretação de dados, em especial as mais sofisticadas, vem sendo intensificada nos últimos anos em função da disponibilidade de softwares dedicados a área estatística. Mesmo com essa crescente disponibilidade de ferramental computacional, objetivos e pressupostos de cada técnica estatística continuam sendo fundamentais para a validade e posterior generalização dos resultados. Tendo em vista este cenário, o objetivo deste trabalho é propor um referencial básico que possa auxiliar os pesquisadores na utilização dos testes de hipóteses paramétricos. A metodologia utilizada para atender ao objetivo proposto foi uma pesquisa bibliográfica sobre os testes de hipótese e uma pesquisa documental em 170 artigos publicados na revista RAE, a fim de identificar as pesquisas que utilizaram testes de hipótese em sua metodologia de estudo. O objetivo proposto foi alcançado, na medida em que foi possível montar um breve referencial teórico, bem como a identificação dos pressupostos essenciais que o pesquisador deve atender na utilização da técnica dos testes de hipóteses paramétricos.

Palavras-chave: Estatística. Inferência. Hipóteses. Análise de dados. Testes paramétricos.

Abstract: Using statistics analysis technique and data interpretation, specially the most sophisticated ones, has intensified in the last few years because of software available concerning statistic area. Even with increasing computational tools availability, targets and thoughts of each statistic technique is still fundamental to validity and, after that, results generalization. Concerning this scenery, the goal of this paper is to provide a basic referential to help researchers on how to use parametric hypothesis tests. The methodology to reach this goal was bibliographic research on hypothesis tests and a documental research in 170 papers published in RAE Journal, in order to identify researches that have used these hypothesis tests in their study methodology. The purposed target was successfully achieved for it was possible to have a brief theoretical material as well as to identify essential presuppositions that the researcher must think of when using the technique of parametric hypothesis tests.

Keywords: Statistics. Inference. Hypothesis. Data analysis. Parametric tests.

* Vilmar Antonio Gonçalves Tondolo, Mestre em Administração pela Unisinos, Professor do Curso de Administração da FSG, Consultor de Empresas.

** Luis Carlos Schneider, Mestre em Administração pela Unisinos, Professor do Curso de Administração da FAPA, Consultor de Empresas.

1 INTRODUÇÃO

Dentro do método de pesquisa, existem dois processos que em geral são sensivelmente relacionados: a análise e a interpretação. No processo de análise, o pesquisador deve organizar e resumir os dados a fim de que seja possível responder ao problema de investigação. Já no processo de interpretação, o pesquisador procura dar sentido às respostas, ligando a análise ao referencial teórico (GIL, 1991).

Além de organizar e resumir os dados, Cooper e Schindler (2003) relatam que, na análise dos dados, o pesquisador deve procurar buscar padrões e aplicação de técnicas estatísticas. Já na interpretação, os mesmos autores colocam que o pesquisador pode interpretar os resultados obtidos com análise sob a ótica da questão de pesquisa, procurando verificar consistência dos resultados através de hipóteses e da teoria.

A análise dos dados não é uma atividade fim na pesquisa, mas um meio para que o pesquisador aborde o problema de estudo (MALHOTRA, 2001). O mesmo autor apresenta cinco etapas no processo de escolha de uma estratégia para análise de dados, como segue: (i) etapas iniciais da pesquisa (método de abordagem, definição do problema, planejamento da pesquisa); (ii) características conhecidas dos dados; (iii) propriedades de técnicas estatísticas; (iv) formação e pesquisa do pesquisador; (v) estratégia de análise de dados.

Em atenção às pretensões deste trabalho, julga-se conveniente focar de forma breve a terceira etapa do modelo acima exposto. O autor aborda que o pesquisador deve prestar atenção nas propriedades, objetivos e premissas das técnicas estatísticas. Cada técnica possui determinado objetivo, por exemplo, umas se adaptam ao exame das diferenças entre variáveis, já por outro lado, outras de adaptam ao exame da magnitude das relações entre as variáveis. Complementando, cada técnica possui premissas básicas. Algumas técnicas suportam certo nível de violação; outras, porém, não possuem esta espécie de flexibilidade.

Dentro deste contexto metodológico, e tendo em vista que os testes de hipóteses se configuram em uma técnica estatística robusta de análise e interpretação de dados, o objetivo deste trabalho é montar um referencial básico que possa auxiliar os pesquisadores na utilização dos testes de hipóteses paramétricos.

Além desta seção introdutória, o presente artigo está estruturado nas seguintes seções: (2^a) Base teórica dos testes de hipóteses paramétricos; (3^a) Metodologia; (4^a) Aplicação dos testes de hipóteses paramétricos e, completando, apresentamos as considerações finais.

2 BASE TEÓRICA DOS TESTES DE HIPÓTESES PARAMÉTRICOS

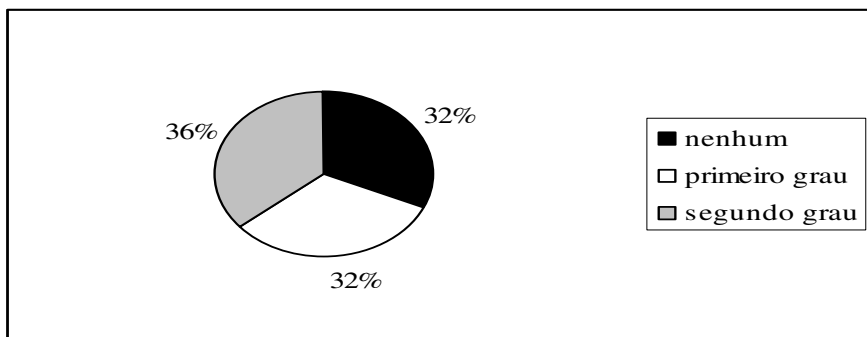
A fim de atender ao objetivo pretendido neste estudo, esta seção se dedica ao referencial teórico, na qual trataremos dos seguintes pontos: (i) estatística inferencial; (ii) hipótese estatística; (iii) lógica e método do teste de hipótese; (iv) testes de hipóteses paramétricos.

2.1 Estatística inferencial

A estatística inferencial compreende as técnicas por meio das quais são tomadas decisões sobre uma população estatística, decisões estas baseadas unicamente na observação de uma amostra probabilística ou na elaboração de um juízo. Devido ao fato de que tais decisões são tomadas em condições de incerteza, requer-se, na estatística inferencial, o uso de conceitos de probabilidade. Enquanto as características de uma amostra se denominam estatísticas da amostra, as medidas características de uma população, estatística, ou universo, denominam-se parâmetros da população (KAZMIER, 1982).

Parâmetro é alguma característica dos elementos da população (BARBETA, 1999), por exemplo, na população descrita no Gráfico 1, a porcentagem de famílias em que o chefe da casa possui o segundo grau de instrução é um parâmetro.

Gráfico 1 – Grau de instrução do chefe da casa.



Fonte: Adaptado de Barbeta (1999).

O ato de generalizar resultados da parte (amostra) para o todo (população) é conhecido como inferência estatística. A estimação de parâmetros é uma forma de inferência estatística. No entanto, outra forma de inferência

estatística surge quando há alguma hipótese sobre a população em estudo. E, se pretendemos verificar a sua validade a partir de uma amostra, são chamados de testes de hipóteses. Da mesma maneira, para inferir adequadamente se as diferenças, observadas na amostra, também existem em toda a população, é necessário verificar se elas não podem ocorrer meramente pelo acaso. O estudo de métodos de hipóteses facilita a solução deste tipo de problema (BARBETA, 1999).

2.2 Hipótese estatística

Entende-se por hipótese uma afirmação ou conjectura sobre um parâmetro, ou parâmetros, de uma população; pode também se referir ao tipo, ou natureza, da população. (FREUND e SIMON, 2000, p. 211). Uma hipótese pode ser vista como uma proposição testável, a fim de tornar-se uma solução para determinado problema de pesquisa (GIL, 1996). Corroborando, a hipótese é uma proposição afirmativa, de natureza tentativa e conjectural. Em geral, formulada para testes empíricos, mas também como declarações para variáveis de casos (COOPER e SCHINDLER, 2003). Segundo esses autores, o sentido da hipótese é atribuir ao caso uma variável ou característica de análise. As formas de se propor hipóteses estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Formas de proposição das hipóteses

Forma	Atributos	Exemplos
Hipótese descritiva	Em geral declaram existência, tamanho, forma ou distribuição de alguma variável. Os pesquisadores freqüentemente usam uma pergunta, em vez de usar uma hipótese descritiva. As vantagens do formato descritivo são: – possibilitar relações entre variáveis; – possibilitar a reflexão sobre os achados; – e, possibilitar testes de significância.	Em Detroit (caso), a taxa de desemprego sazonalmente ajustada em outubro (variável) fica em torno de 3% da força de trabalho. Ou, qual é a taxa de desemprego em Detroit?
Hipótese Relacional	O formato de pergunta é pouco utilizado. São declarações que descrevem uma relação entre duas variáveis a respeito a um caso.	Os consumidores norte-americanos acham (caso) que os veículos estrangeiros (variável) têm melhor qualidade (variável) do que os carros nacionais.
Hipóteses Correlacionais	Declaram que as variáveis ocorrem juntas, especificadamente, sem implicar relação causal.	As pessoas em Atlanta avaliam o presidente de uma forma mais favorável do que as pessoas em St. Louis.
Hipótese Exploratória	Há uma implicação de que a existência de uma variável ou a mudança nessa variável causam ou geram mudança em outra variável.	Um aumento na renda familiar (VI) leva a um aumento no percentual de renda poupado (VD).

Fonte: Adaptado de Cooper e Schindler (2003, p. 58-59).

Em geral, não existem regras estruturadas para que se alcance a posição de uma hipótese. Mas, existem fontes de inspiração que podem facilitar o esforço do pesquisador em sua investida de formulação de uma hipótese. Neste ponto, Gil (1996) aponta quatro principais fontes, como segue: (i) observação, fatos observados fornecem fortes indícios de problemas da ciência; (ii) resultados de outras pesquisas, esta fonte conduz a conhecimentos mais amplos que a simples observação; (iii) teorias, permite um sensível elo de ligação com um conjunto diverso de conhecimento; (iv) intuição, palpites e intuições muitas vezes conduzem a importantes descobertas.

Segundo Cooper e Schindler (2003), o papel das hipóteses pode ser: focar o estudo; identificar os elementos relevantes; permitir a escolha da estratégia de pesquisa mais adequada; possibilitar a organização dos resultados. Para os mesmos autores, a hipótese indica o quem deve ser estudado, em que contexto e o que deve ser estudado.

De acordo com Cooper e Schindler (2003, p. 59), uma hipótese deve atender a três requisitos: (a) ser adequada ao seu propósito; (b) poder ser testada; (c) ser melhor do que as concorrentes. Em relação ao propósito, a utilização da hipótese deve permitir a dedução da condição de problema original. Quanto a se testar a hipótese, deve-se cumprir os seguintes atributos: não exigir técnicas indisponíveis; não exigir técnicas que desafiem leis físicas ou psicológicas conhecidas; ter conseqüências ou derivativos que possam ser deduzidos para fins de teste. Por fim, quanto ao terceiro atributo, tem-se que a hipótese é melhor que as concorrentes se: tiver maior variedade; explicar mais fatos; explicar uma maior variedade de fatos; for mais simples.

Como se trata, neste caso, de uma hipótese estatística, julga-se fundamental que o pesquisador consiga testar a hipótese proposta. Neste ponto, Gil (1996), fortemente inspirado em Hatt (1969) e McGuihan (1976), apresenta seis características lógicas para uma hipótese, as quais estão listadas no quadro abaixo.

Quadro 2 – Características da hipótese aplicável

Características	Descrição básica
1. Deve ser conceitualmente clara	Os conceitos contidos na hipótese, particularmente os referentes a variáveis, precisam estar claramente definidos.
2. Deve ser específica	Muitas hipóteses são conceitualmente claras, mas são expressas em termos tão gerais, e com objetivo tão pretensioso, que não podem ser verificadas.
3. Deve ter referências empíricas	As hipóteses que envolvem julgamentos de valor não podem ser adequadamente testadas. Palavras como “bom”, “mau”, “deve” e “deveria” não conduzem à verificação empírica e devem ser evitadas na construção das hipóteses.

4. Deve ser parcimoniosa	Uma hipótese simples é sempre preferível à mais complexa, desde que tenha o mesmo poder explicativo.
5. Deve estar relacionada com as técnicas disponíveis	Nem sempre uma hipótese teoricamente bem elaborada pode ser testada empiricamente. É necessário que haja técnicas adequadas para a coleta de dados exigidos para seu teste. Por essa razão, recomenda-se aos pesquisadores o exame dos relatórios de pesquisa sobre o assunto a ser investigado, com vistas aos conhecimentos das técnicas utilizadas. Quando não forem encontradas técnicas adequadas para o teste das hipóteses, o mais conveniente passa a ser a realização de estudos voltados para a descoberta de novas técnicas. Ou, então, a reformulação da hipótese com vistas ao seu ajustamento às técnicas disponíveis.
6. Deve estar relacionada com a teoria	As hipóteses elaboradas sem qualquer vinculação às teorias existentes não possibilitam a generalização de seus resultados.

Fonte: Adaptado de Gil (1996, p. 41-42).

2.3 Lógica e método do teste de hipóteses

O método do teste de hipóteses é iniciado com um valor suposto (hipotético) de um parâmetro da população. Após a coleta de uma amostra aleatória, compara-se a estatística da amostra, tal como a média amostral, com o parâmetro suposto, tal como a média populacional hipotética. Assim, é aceito ou rejeitado o valor suposto como sendo correto. A rejeição do valor hipotético ocorre somente se o resultado da amostra for claramente improvável de ocorrer quando a hipótese for verdadeira (KAZMIER, 1982).

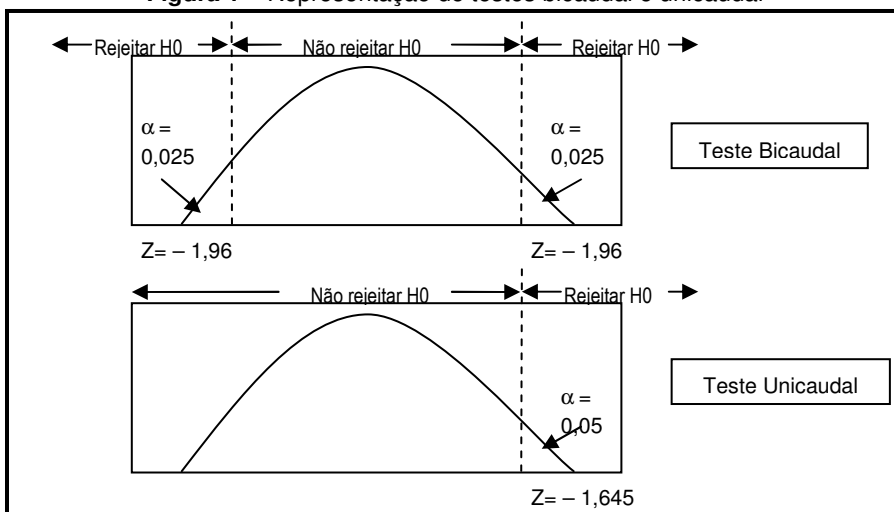
Há situações em que o pesquisador possui uma idéia sobre o comportamento de uma variável, ou de uma possível associação entre variáveis. Nestes casos, o planejamento da pesquisa deve permitir, com os dados amostrais, testar a veracidade de suas idéias sobre a população em estudo. Adotando-se, assim, que a população seja o mundo real e as idéias sejam as hipóteses de pesquisa, que poderão ser testadas por técnicas estatísticas denominadas testes de hipóteses (BARBETA, 1999, p. 183).

A partir do método da teoria de amostragem, aceita-se ou rejeita-se uma hipótese com base apenas nas informações da amostragem. Em geral, todas as amostras se diferem de alguma maneira da população; assim, se deve verificar a significância estatística de determinada diferença. Uma diferença é significativa quando há uma boa razão para que se acredite que tal diferença não seja apenas fruto de flutuações aleatórias da amostragem. A determinação da significância da diferença está diretamente associada à lógica do teste de hipótese (COOPER e SCHINDLER, 2003).

O propósito dos testes de hipóteses não é de questionar valores das estatísticas da amostra, mas fazer um julgamento sobre a *diferença* entre dois resultados estatísticos ou entre a estatística da amostra e um parâmetro hipotético da população (AAKER, KUMAR e DAY, 2001, p. 462). Com base nos testes clássicos de significância, usam-se dois tipos de hipóteses: a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_A). A hipótese nula é uma declaração de que não há diferença entre o parâmetro e a estatística que se está comparando. Já a hipótese alternativa é uma declaração logicamente oposta à hipótese nula (COOPER e SCHINDLER, 2003).

Os testes de hipóteses estão relacionados aos testes bicaudal e unicaudal. O teste bicaudal considera que uma média pode ser inferior ou superior a um determinado valor. Neste teste, as zonas de rejeição são divididas em duas áreas. Como coloca Malhotra (2001), no teste bicaudal, a hipótese alternativa não é expressa direcionalmente. Já o teste unicaudal atribui toda a probabilidade de determinado resultado há uma extremidade. Assim, a hipótese alternativa é expressa direcionalmente (MALHOTRA, 2001). A figura abaixo representa graficamente os testes de hipótese bicaudal e unicaudal.

Figura 1 – Representação de testes bicaudal e unicaudal



Fonte: Adaptado de Cooper e Schindler (2003, p. 393).

Quando a hipótese nula é rejeitada, encontrando uma diferença estatisticamente significativa, aceita-se, portanto, a hipótese alternativa. O pesquisador, neste processo, pode incorrer em erro, rejeitando a hipótese nula quando o certo seria aceitá-la, ou ao contrário. Essas inconsistências são denominadas erro Tipo I e erro Tipo II (COOPER e SCHINDLER, 2003).

Seguindo os mesmos autores, o erro Tipo I (α) é cometido quando se rejeita uma hipótese nula verdadeira. Em contrapartida, o erro Tipo II (β) ocorre quando se aceita uma hipótese nula falsa. O método do teste de hipótese é composto por seis etapas; seqüências listadas e descritas no quadro abaixo.

Quadro 3 – Procedimentos do teste de hipótese

Procedimentos do teste	Descrição
Formular a hipótese nula	A hipótese nula é necessária para testar estatisticamente a significância.
Escolher o teste estatístico	Para se testar uma hipótese, deve-se escolher um teste estatístico determinado. Existem pelo menos quatro critérios para determinar o teste apropriado: poder de eficiência do teste; como foi escolhida a amostra; natureza da população; tipo de escala de mensuração.
Selecionar o nível de significância	A escolha do nível de significância deve ser feita antes da coleta de dados. O nível de significância escolhido está relacionado ao risco α que se deseja aceitar.
Computar o valor da diferença calculada	Depois de coletar os dados, utilizar a fórmula do teste escolhido e obter o valor calculado.
Obter o valor crítico do teste	Após obter o valor calculado, deve-se procurar o valor crítico de tabela.
Interpretar o teste	Se o valor calculado for maior que o valor crítico, rejeita-se a hipótese nula. Complementarmente, se o valor calculado for menor que o valor de tabela, aceita-se a hipótese nula.

Fonte: Adaptado de Cooper e Schindler (2003, p. 396).

O pesquisador pode utilizar o teste de hipótese tanto para verificar associações quanto para verificar diferenças. Na primeira situação, a hipótese nula defende que não existe associação entre os dados testados no fenômeno em estudo. Na segunda situação, a hipótese nula defende que não existe diferença entre os dados testados. Ainda nesta segunda situação, podem-se verificar as diferenças entre distribuições, médias, proporções medianas ou postos (MALHOTRA, 2001). A fim de atender ao objetivo proposto neste estudo, o foco é o teste de hipótese de diferenças entre médias.

2.4 Testes de hipóteses paramétricos

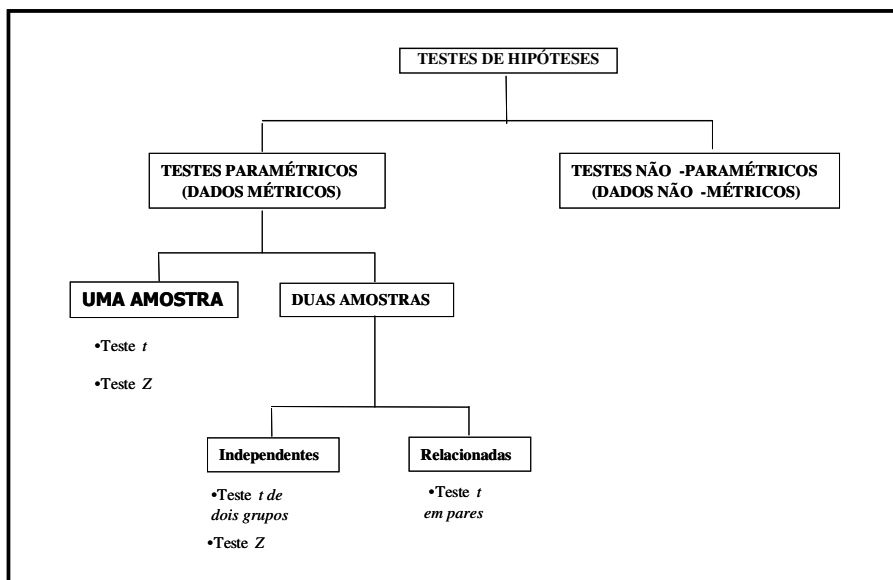
Os testes de hipóteses para a diferença entre médias podem ser classificados quanto à escala de mensuração de suas variáveis em paramétricos e não-paramétricos. Neste ponto, os testes paramétricos supõem que ao menos

uma variável em teste esteja medida em escala intervalar (métrica). Por outro lado, os testes não-paramétricos supõem que as variáveis estejam medidas em uma escala nominal ou ordinal (não-métrica) (MALHOTRA, 2001). Neste estudo, o foco de trabalho são os testes de hipóteses paramétricos.

Os testes de hipóteses paramétricos são mais poderosos porque seus dados são derivados de mensuração métrica (COOPER e SCHINDLER, 2003). Além disso, segundo os mesmos autores, requerem uma série de pressupostos que devem ser atendidos pelo pesquisador, como segue:

- (i) As observações devem ser independentes;
- (ii) As observações devem ser retiradas de populações normalmente distribuídas;
- (iii) Essas populações devem ter variâncias iguais;
- (iv) As escalas de mensuração devem estar no menor intervalo para que se possam efetuar operações aritméticas com as mesmas.
- (v) Complementando, como os testes de hipóteses paramétricos são uma técnica de inferência estatística, a amostra em estudo deve ser probabilística, o que permite a extrapolação dos resultados à população.

Figura 2 – Formas de testes de hipóteses paramétricos



Fonte: Adaptado de Malhotra (2001, p. 414).

Enfocando em técnicas univariadas (cada variável tratada isoladamente) limitando-se em no máximo duas amostras, os testes de hipóteses podem ser divididos em: testes de uma amostra; testes de duas amostras indepen-

dentess; teste de duas amostras relacionadas. A fim de tornar mais claro, um esquema representativo está exposto na Figura 2.

2.4.1 *Testes de hipóteses paramétricos com uma amostra*

Esta forma de teste de hipótese paramétrico deve ser utilizada quando o pesquisador possui apenas uma amostra e pretende verificar a diferença entre a média observada e a média esperada. De acordo com Cooper e Schindler (2003, p. 400), um exemplo pode ser descobrir a proporção de pessoas que fariam compras em um novo bairro, comparada à proporção assumida da população. Como pode ser observado na Figura 2, nesta forma de teste de hipótese paramétrico, o pesquisador possui duas possibilidades de testes, um baseado na estatística t e o outro baseado na estatística Z .

A distribuição t difere da distribuição normal, pois a sua curva de sino é visualmente um pouco mais achatada, ou seja, possui uma menor área central e, em contra partida, uma maior área nas extremidades da curva (MALHOTRA, 2001). Segundo o mesmo autor, o teste de hipótese paramétrico deve ser utilizado com base da estatística t quando: o desvio padrão não é conhecido e a amostra é pequena; distribuição simétrica em forma de sino, média supostamente conhecida e a variância populacional estimada com base na amostra e amostras menores que 30 observações.

Quando a amostra se aproxima de 120 observações, o desvio-padrão amostral passa a estimar sensivelmente o desvio-padrão da população. Em outras palavras, as distribuições t e a normal Z tornam-se praticamente idênticas (COOPER e SCHINDLER, 2003). Assim, o pesquisador pode adotar tanto a estatística t ou a Z sem problemas.

Neste trabalho, não se entrará na minúcia do cálculo matemático. Não que se esteja preterindo o cálculo matemático, mas julga-se conveniente a utilização de alguma espécie de *software* estatístico para a efetivação dos cálculos, o que permite ao pesquisador dedicar mais tempo a questões metodológicas e teóricas de sua pesquisa. Tendo sido escolhido qual estatística irá sustentar o teste, o pesquisador deve adotar os procedimentos listados no Quadro 3. Um exemplo de formulação de hipóteses neste ponto pode ser: $H_0 : \mu \leq$ determinado valor; $H_A : \mu >$ determinado valor.

2.4.2 *Testes de hipóteses paramétricos com duas amostras independentes*

Segundo Malhotra (2001, p. 415), as amostras são independentes quando são extraídas aleatoriamente de populações diferentes. Complemen-

tando, as amostras são independentes quando elas não apresentam nenhum fator de influência entre si (MARTINS, 2001).

O uso desta forma de testes de hipóteses paramétricos é frequentemente utilizado pelos pesquisadores em administração (COOPER e SCHINDLER, 2003). Os mesmos autores colocam que a comparação das predisposições de compra de uma, de assinantes de duas revistas, como um dos exemplos de utilização desta técnica.

Como pode ser observado na Figura 2, os testes de hipóteses paramétricos com duas amostras independentes também são contemplados com as estatísticas t e Z , sendo a escolha de determinada estatística semelhante à técnica dos testes de hipóteses paramétricos com uma amostra. Mas a técnica dos testes de hipóteses com duas amostras independentes possui uma peculiaridade, na forma de um teste adicional baseado na estatística F .

Segundo Malhotra (2001, p. 416), a estatística F é computada como razão entre as duas variâncias amostradas. Complementando, o mesmo autor coloca que o teste F é utilizado para se verificar a igualdade das variâncias das populações. O teste F possui uma formulação matemática própria, mas a sua lógica de análise é similar a dos testes de hipóteses. A aceitação ou rejeição da hipótese nula está condicionada à significância da probabilidade calculada pelo teste F . Ou seja, se a probabilidade for superior a 0,05, a hipótese nula é aceita e, por outro lado, se a probabilidade calculada for inferior a 0,05, a hipótese nula é rejeitada. Neste ponto, a hipótese nula defende a igualdade das variâncias amostrais. Finalizando, a hipótese alternativa defende que as variâncias amostrais não são iguais.

Após a verificação da igualdade das variâncias, o procedimento do teste de hipótese paramétrico com duas amostras independentes segue os passos apresentados no Quadro 3. Um exemplo de formulação de hipóteses neste ponto pode ser: $H_0 : \mu_1 = \mu_2$; $H_A : \mu_1 \neq \mu_2$.

2.4.3 *Teste de hipóteses paramétricos com duas amostras relacionadas*

As amostras são relacionadas quando os dados das duas amostras se referem ao mesmo grupo de entrevistados (MALHOTRA, 2001, p. 415). Duas amostras apresentam dados relacionados, dois a dois, quando existe algo que influa igualmente sobre os valores de cada par (MARTINS, 2001, p. 106).

Os testes de hipóteses paramétricos com duas amostras relacionadas dizem respeito às situações nas quais pessoas, objetos, ou fatos são extremamente emparelhados, ou mensurados duas vezes (COOPER e SCHIN-

DLER, 2003, p. 404). Os mesmos autores exemplificam a utilização desta técnica quando um pesquisador procura verificar o resultado de específicos trabalhadores antes e depois de um período de férias.

Como se pode observar na Figura 2, a técnica do teste de hipóteses, com duas amostras relacionadas, utiliza a estatística t . Complementando, a simples utilização de um teste t seria inadequado nesta técnica. Esta inconsistência ocorre porque uma das pressuposições do teste t é que as observações sejam independentes. Para que seja revertida essa inconsistência, uma reformulação no cálculo do teste t permite que a diferença entre cada par de observações seja encontrada, o que unifica as amostras (COOPER e SCHINDLER, 2003).

Finalmente, a técnica do teste de hipótese paramétrico para duas amostras relacionadas segue os passos apresentados no Quadro 3. Um exemplo de formulação de hipóteses neste ponto pode ser: $H_0 : \mu = 0$, não há diferença de resultados da primeira em relação à segunda situação; $H : \mu_1 \neq 0$, há diferença de resultados entre a primeira situação e a segunda.

3 METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado foi uma revisão teórica através de pesquisa bibliográfica. Esta revisão bibliográfica permitiu confrontar as posições e afirmações dos diversos autores sobre o tema *Testes de hipóteses paramétricos* e interpretar as formas de utilização nos casos específicos. Complementarmente, foi realizada uma pesquisa documental, na qual foram pesquisados os artigos publicados na *RAE – Revista de Administração de Empresas* da FGV, no período de janeiro de 1994 a junho de 2003.

A RAE foi escolhida porque é uma referência nacional em termos de publicação de artigos científicos sobre administração geral e de empresas; foi criada em maio de 1961, com perfil acadêmico e é dedicada a professores, pesquisadores e estudantes. Foram pesquisados 170 artigos, que versavam sobre os diversos temas dos estudos organizacionais, a busca realizada focou artigos que continham em sua metodologia a utilização de testes de hipóteses estatísticos. Foram encontrados, neste período pesquisado, sete artigos que utilizaram teste de hipótese explícito na metodologia da pesquisa.

Durante a pesquisa documental, pode-se notar que a utilização dos testes de hipóteses pesquisas científicas, foi mais intensa nas publicações após o ano 2000. Finalizando, além da apresentação de um artigo que utilizou os testes de hipóteses na metodologia de pesquisa, é proposto um exemplo prático de utilização de cada forma dos testes de hipóteses paramétricos.

3.1 Aplicação dos testes de hipóteses paramétricos

Um exemplo de aplicação de testes de hipóteses em pesquisas organizacionais foi um artigo elaborado por Caldas (1999) publicado na *RAE, Revista de Administração de Empresas*. Este artigo versou sobre a evolução da função e da carreira de Organização e Métodos (O&M) nas empresas do Brasil, desde 1985. O autor procurou verificar empiricamente até que ponto a carreira e o profissional de O&M sofreram, ou não, algum declínio em relação a outras áreas afins.

O contexto deste estudo previa que desde os anos de 1970 e 1980, o O&M teria passado por um processo radical de questionamento e de transformação, até seu virtual desaparecimento nas empresas atuais. Para analisar esta premissa, foram formuladas hipóteses relativas à carreira de O&M, as quais sugerem que o suposto declínio da função de O&M teria sido provocado por uma diminuição significativa da atratividade dessa carreira, medida por: (a) uma queda da demanda de empresas por profissionais especializados nesse tipo de função; (b) pela queda no prestígio da área e de seus profissionais nas empresas em que atuam; (c) pela migração de muitos destes profissionais para outras carreiras, tanto em outras áreas da empresa quanto fora da organização.

A metodologia aplicada por Caldas (1999) foi um levantamento da oferta comparada de empregos em O&M e em outras áreas das empresas entre 1985 e 1996, tendo como amostra um jornal paulista de grande circulação. O objetivo do levantamento foi comparar a atratividade e o prestígio entre a função de O&M e outras funções “concorrentes” no período pesquisado, por meio de análise de anúncios de empregos veiculados em um determinado jornal no referido período. A coleta foi feita pela contagem dos anúncios de emprego desse jornal nas edições, de 1986 a 1996.

Conforme citado anteriormente, na análise das hipóteses relativas à carreira de O&M, se propôs previsões sobre a atratividade da carreira de O&M. O enunciado da hipótese principal foi: “Em função da transformação da função de O&M, a demanda e o prestígio de seus profissionais devem ter caído significativamente, assim como a sua fidelidade à carreira”. A sub-hipótese formulada, que foi testada, teve o seguinte enunciado: “A demanda e o prestígio dos profissionais de O&M devem ter caído mais desde 1985 do que de outras áreas, como recursos humanos, informática ou qualidade”.

No que tange ao teste de hipóteses, na hipótese formulada acima, o método utilizado na pesquisa envolveu: a) a comparação do número de anúncios veiculados no período para cada área testada, o que serviu como indicador quantitativo da evolução da demanda de emprego nessas funções;

b) a comparação da importância relativa (indicador qualitativo) desses anúncios para cada área.

No que se refere à sub-hipótese testada, que previa que a demanda e o prestígio dos profissionais de O&M teriam caído mais desde 1985 do que outras áreas, os resultados corroboraram esta sub-hipótese, ou seja, de fato, o O&M – como carreira e escolha de especialização profissional – mostrou claro declínio, tanto na oferta de empregos quanto em prestígio, em relação às demais áreas funcionais pesquisadas.

Caldas (1999) não apresentou o questionário nem as fórmulas e os cálculos utilizados no teste de hipótese, somente as tabelas contendo os resultados das pesquisas e os comentários finais sobre a aceitação da hipótese formulada. Foram formuladas três sub-hipóteses, porém somente a sub-hipótese citada acima pôde ser testada, devido a um baixo nível de respostas para uma determinada questão do roteiro de entrevistas com profissionais e empresas da amostra.

Como já foi anunciado na seção anterior, um exemplo é proposto a fim de esclarecer a utilização dos testes de hipóteses paramétricos; enfim, passa-se à exposição deste exemplo. Complementando, utilizou-se o pacote estatístico do SPSS para os cálculos dos testes de hipóteses paramétricos. Na exportação de soja, um item importante de qualidade do produto é medido no decorrer do processo de embarque: a impureza. Por impureza entende-se qualquer corpo estranho ao grão de soja coletado em uma amostra. O nível máximo tolerado é um por cento. As empresas controladoras efetuam este processo, tanto por parte do embarcador como por parte do comprador.

Neste contexto, um gestor de determinado terminal de exportação se questiona quanto à qualidade do produto armazenado em dois silos. De posse de dados de recebimento do produto, ver tabela abaixo, o gestor que possui experiência em pesquisa, resolve efetuar um teste de hipóteses para diferença entre médias. Assim, baseado nos pressupostos estatísticos, ele decide efetuar os testes de hipóteses paramétricos para: uma amostra; duas amostras independentes e duas amostras relacionadas.

Tabela 1 – Dados do recebimento de soja

depo- si- carga	depo- si- carga	arma- zém	impu- reza %	peso		depo- si- carga	depo- si- carga	arma- zém	impu- reza %	peso	
				dep. kg	peso imp. kg					dep. kg	peso imp. kg
1	a	1	1	30.000	300	51	c	2	1,1	50.000	550
2	a	1	0,9	30.000	270	52	c	2	1,2	50.000	600
3	a	1	0,8	30.000	240	53	c	2	1,4	50.000	700
4	a	1	1	50.000	500	54	c	2	2	50.000	1000

5	a	1	1,2	30.000	360	55	c	2	1	50.000	500
6	a	1	0,8	30.000	240	56	c	2	1	30.000	300
7	a	1	0,8	30.000	240	57	c	2	1	30.000	300
8	a	1	0,9	50.000	450	58	c	2	0,9	30.000	270
9	a	1	0,8	30.000	240	59	c	2	0,8	50.000	400
10	a	1	1	50.000	500	60	c	2	1,2	50.000	600
11	a	1	1,1	50.000	550	61	c	2	1,3	50.000	650
12	a	1	0,8	30.000	240	62	c	2	1,4	30.000	420
13	a	1	0,9	50.000	450	63	c	2	1,8	30.000	540
14	a	1	0,9	50.000	450	64	c	2	0,8	30.000	240
15	a	1	0,9	50.000	450	65	c	2	0,9	30.000	270
16	a	1	0,8	50.000	400	66	c	2	0,9	50.000	450
17	a	1	0,8	50.000	400	67	c	2	1	50.000	500
18	a	1	0,9	50.000	450	68	c	2	1	50.000	500
19	a	1	1	50.000	500	69	c	2	1	50.000	500
20	a	1	0,8	30.000	240	70	c	2	1	50.000	500
21	a	1	0,7	30.000	210	71	c	2	1	50.000	500
22	a	1	0,9	30.000	270	72	c	2	1	30.000	300
23	a	1	1	30.000	300	73	c	2	1,2	50.000	600
24	a	1	1	50.000	500	74	c	2	0,8	30.000	240
25	a	1	0,9	50.000	450	75	c	2	0,8	30.000	240
26	b	1	0,9	50.000	450	76	d	2	0,9	30.000	270
27	b	1	0,8	30.000	240	77	d	2	0,9	30.000	270
28	b	1	0,7	30.000	210	78	d	2	0,9	50.000	450
29	b	1	0,8	50.000	400	79	d	2	0,9	50.000	450
30	b	1	0,8	50.000	400	80	d	2	0,8	30.000	240
31	b	1	0,9	50.000	450	81	d	2	1	50.000	500
32	b	1	0,9	50.000	450	82	d	2	1	50.000	500
33	b	1	0,8	30.000	240	83	d	2	1,1	30.000	330
34	b	1	1,2	50.000	600	84	d	2	1,2	30.000	360
35	b	1	1	50.000	500	85	d	2	1,2	30.000	360
36	b	1	1	50.000	500	86	d	2	1,2	30.000	360
37	b	1	1	50.000	500	87	d	2	1,2	30.000	360
38	b	1	0,9	50.000	450	88	d	2	1,1	50.000	550
39	b	1	0,9	50.000	450	89	d	2	1,5	50.000	750
40	b	1	0,8	30.000	240	90	d	2	0,9	50.000	450
41	b	1	0,7	30.000	210	91	d	2	0,9	30.000	270
42	b	1	0,7	30.000	210	92	d	2	1	30.000	300
43	b	1	0,8	30.000	240	93	d	2	1	30.000	300
44	b	1	0,9	50.000	450	94	d	2	1,4	30.000	420

45	b	1	0,8	30.000	240	95	d	2	1,3	50.000	650
46	b	1	0,8	30.000	240	96	d	2	1	50.000	500
47	b	1	0,8	30.000	240	97	d	2	1,2	50.000	600
48	b	1	0,8	30.000	240	98	d	2	1,1	30.000	330
49	b	1	0,8	30.000	240	99	d	2	1,1	50.000	550
50	b	1	0,9	50.000	450	100	d	2	1	50.000	500

Fonte: Elaborado por Schneider e Tondolo (2003).

De posse dos dados do recebimento (Tabela 1), o gestor decidiu testar se a média de impureza estocadas no total não excedia a um por cento no geral. O total armazenado era de 4.060 toneladas, portanto o gestor resolveu verificar se a média de impurezas excedia a 406 quilos por depósito. Para tal, o gestor efetuou um teste de hipótese paramétrico para uma amostra cujos resultados estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do teste de hipótese paramétrico para uma amostra

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean		
PESO_IMP	100	403,30	144,117	14,412		
	Test Value = 406					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference		
				95% Confidence Interval of the Difference		
				Lower	Upper	
PESO_IMP	-0,187	99	0,852	-2,70	-31,30	25,90

Fonte: Elaborado por Schneider e Tondolo (2003).

Como pode ser observado na tabela acima, a média de impurezas por depósito é de 403,3 quilos, não excedendo o valor limite de 406 quilos por depósito. Mas devido à proximidade entre os dois valores, que é de apenas 2,70 quilos, o teste *t* para uma amostra não acusa uma diferença significativa. Neste caso, a hipótese nula de que a média de impureza por carga não excede a 406 quilos não foi rejeitada. O gestor, portanto, concluiu que a impureza total armazenada, apesar de próxima, não excede a um por cento da carga. A porcentagem de impurezas estocada é: (número de depósitos x a média de impureza por depósito) / (total de soja armazenada); $(100 * 403,0 \text{ kg}) / (4.060.000 \text{ kg}) = 0,99\%$.

Preocupado com a proximidade da porcentagem de impureza na carga de soja estocada com o limite máximo aceitável, 0,99% e 1,00% respectivamente, o gestor decide verificar se a situação da carga armazenada em cada um dos dois silos difere-se significativamente. Deste modo, o gestor com base nos dados de recebimento de soja (Tabela 1) efetuou um teste de hipótese com duas amostras independentes, uma de cada silo cujos resultados do teste estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do teste de hipóteses paramétricos com as amostras de cada silo

ARMAZÉM		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean			
PESO_IM	Silo 1	50	360,80	117,105	16,561			
P	Silo 2	50	445,80	156,728	22,165			
Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
PESO_IM	Equal variances assumed	1,127,291	-3,07298		,003	-85,00	27,668	-139,907 -30,093
P	Equal variances not assumed		-3,07290	711,003		-85,00	27,668	-139,962 -30,038

Fonte: Elaborado por Schneider e Tondolo (2003).

Como pode ser observado na tabela acima, cada silo recebeu cinquenta depósitos de soja. Outra evidência que pode ser constatada, em um primeiro momento, é que as médias de impurezas por recebimento em cada silo possuem uma diferença de 85,0 quilos. Com base no resultado do teste *F*, em que apresenta uma significância superior a 0,05, a hipótese nula que defende a igualdade das variâncias é aceita. Quanto à qualidade da carga estocada nos dois silos e com base no resultado de teste *t* se evidencia que existe uma diferença significativa entre as duas amostras. Ou seja, a média de impurezas recebidas no silo 2 é significativamente maior que no silo 1, rejeitando-se a hipótese nula.

O percentual de impureza na soja estocada no Silo 1 é: $(50 * 360,8 \text{ kg}) / (2020.000 \text{ kg, total de carga armazenada com base na Tabela 1}) = 0,89\%$. O percentual de impureza na soja estocada no Silo 2 é: $(50 * 445,8 \text{ kg}) / (2040.000 \text{ kg, total de carga armazenada com base na Tabela 1}) = 1,09\%$. Esses percentuais de impurezas confirmam a diferença significativa apurados com os resultados dos testes de hipóteses paramétricos com duas amostras independentes apresentados na Tabela 3.

De posse da informação de que a qualidade da carga armazenada nos Silos 1 e 2 diferem significativamente, o gestor decide rastrear a origem das respectivas cargas. Deste modo, com base nos dados da Tabela 1, o gestor identificou que o estoque armazenado no Silo 1 foi formado pelos recebimentos dos depositantes “a” e “b”. Complementando, o estoque armazenado no Silo 2 foi formado pelos recebimentos dos depositantes “c” e “d”.

A partir dessas evidências, o gestor resolve, em um primeiro momento, verificar se há diferenças significativas entre as médias de impurezas nos

recebimentos dos depositantes “a” e “b”. Para tal, é efetuado um teste de hipótese paramétrico com duas amostras independentes com base nos dados da Tabela 1, cujos resultados do teste estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do teste de hipóteses paramétricos com as amostras dos depositantes “a” e “b”

depositante	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean					
PESO_IM a	25	368,00	111,243	22,249					
P									
b	25	353,60	124,562	24,912					
Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
PESO_IM Equal variances assumed	1,793,187	,43148			,668	14,40	33,401	-52,757	81,557
Equal variances not assumed			,43147,399		,668	14,40	33,401	-52,779	81,579

Fonte: Elaborado por Schneider e Tondolo (2003).

Como se pode observar na Tabela 4, as médias de impurezas nos recebimentos dos depositantes são similares; a diferença entre elas é de apenas 14,40 quilos por recebimento. O teste *F* indica que não há diferença significativa entre as variâncias das duas amostras. Por fim, o teste *t* também não informa que exista uma diferença significativa na média de impureza dos recebimentos dos depositantes “a” e “b”. Desta forma, o gestor concluiu que a qualidade dos produtos recebida destes dois depositantes é compatível, o que resultou no padrão de aceitável da carga estocada no Silo 1. O índice de impureza da carga recebida do depositante “a” é: $(25 * 368 \text{ kg}) / (1.010.000 \text{ kg, carga recebida do depositante "a"}) = 0,91\%$. O índice de impureza da carga recebida do depositante “b” é: $(25 * 353,6 \text{ kg}) / (1.010.000 \text{ kg, carga recebida do depositante "b"}) = 0,88\%$.

Seguindo a mesma lógica, o gestor utilizou o teste de hipótese paramétrico com duas amostras independentes para verificar se há diferenças significativas entre as médias de impurezas nos recebimentos dos depositantes “c” e “d”. O teste *t* não indicou diferença significativa entre as médias de impurezas destes dois depositantes. Mas o teste possibilitou que os índices de impurezas dos depositantes “c” e “d” fossem calculados em, 1,11% e 1,07% respectivamente.

A constatação dessas evidências possibilitou ao gestor a classificação dos depositantes em relação à qualidade do produto (% impureza). Desta

forma, o gestor tomou ações a fim de que os depositantes “c” e “d” modificassem perfil de qualidade de produto. Após uma série de recebimentos oriundos do depositante “c”, o gestor decidiu testar se o padrão de qualidade se alterou após as suas medidas tomadas. Com base em novos dados de recebimento de soja, ver Tabela 5, o gestor efetuou um novo teste a fim de verificar a efetividade das suas ações.

Tabela 5 – Recebimentos do depositante “c”

	imp%	1	0,9	1,2	1	1	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
Período	peso dep. Tn	50	50	50	50	50	30	30	30	50	50	50	30	30
(II)	peso imp. kg	500	450	600	500	500	270	270	240	450	400	400	240	270
	imp%	1	0,9	1	1	0,9	1	1	1	0,8	0,9	0,9	0,9	
Período	peso dep. Tn	30	30	50	50	50	50	50	50	30	50	30	30	
(II)	peso imp. kg	300	270	500	500	450	500	500	500	240	450	270	270	

Fonte: Elaborado por Schneider e Tondolo (2003).

Finalizando, com o objetivo de verificar se a média de impurezas se alterou, o gestor efetuou um teste de hipóteses paramétrico com duas amostras relacionadas. Como pode ser observado na tabela abaixo, houve uma diferença de 73,20 quilos a menos na média de impurezas por recebimento do depositante “c” no segundo período. O teste *t* para amostras relacionadas confirma a diferença significativa entre os dois períodos de carga recebida. Ou seja, houve uma melhoria significativa nas cargas recebidas oriundas do depositante “c”. O índice de impurezas na soja estocada deste depositante caiu de 1,11% para 0,94%. O que comprova a efetividade das ações tomadas pelo gestor.

Tabela 6 – Resultados dos testes de hipótese paramétrico com duas amostras relacionadas

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	peso imp. kg (I)	466,80	25	178,716	35,743
	peso imp. kg (II)	393,60	25	114,959	22,992
	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference	t df Sig. (2-tailed)
	Mean			Lower	Upper
	peso imp. Std. Deviation kg (I) – Std. Error Mean				
Pair 1	peso imp. kg (II)	73,20	129,187	25,837	19,87
				126,53	2,833
				24	,009

Fonte: Elaborado por Schneider e Tondolo (2003).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi propor um referencial básico que possa auxiliar os pesquisadores na utilização dos testes de hipóteses paramétricos. Para tal, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica acerca dos testes de hipóteses, em especial os paramétricos. A fim de complementar a metodologia de estudo, foi também realizada uma pesquisa documental na busca de artigos que efetivamente utilizassem os testes de hipóteses como método de estudo.

A pesquisa bibliográfica permitiu a montagem de uma proposta teórica de referência sobre o tema em questão. Em primeiro lugar, os testes de hipóteses são opções de inferência estatística, onde o pesquisador procura generalizar os resultados de uma amostra a uma determinada população. Neste ponto, uma questão é fundamental: a generalização, ou extrapolação dos dados da amostra à população só é válida se a amostra testada for probabilística. Um segundo ponto fundamental é que a proposição de uma hipótese requer o atendimento de determinados princípios que permitem o teste estatístico da hipótese proposta.

O terceiro ponto que deve ficar claro ao pesquisador é que a lógica dos testes de hipóteses está baseada na significância estatística, o que define a aceitação ou rejeição da hipótese nula. O quarto ponto é que o procedimento dos testes de hipóteses é composto por seis etapas que vão desde a formulação das hipóteses até a interpretação dos resultados. O quinto e final ponto se refere à robustez dos testes de hipóteses paramétricos devido à série de pressupostos-chave que condicionam a validade dos resultados obtidos por estes testes. Complementando, de acordo com a amostra a ser analisada, os testes de hipóteses paramétricos podem ser para uma amostra, para duas amostras independentes e para duas amostras relacionadas.

Como pode ser observado pelo trabalho de Caldas (1999), o teste de hipóteses foi utilizado para verificar uma suposição do pesquisador em relação a uma determinada população: os profissionais da área de O&M, ou seja, o teste de hipóteses comprovou que a área de O&M está em declínio em relação às demais áreas de profissionais da administração.

Por fim, os testes de hipóteses paramétricos foram utilizados como meio de investigação, o que é muito característico na tarefa de um pesquisador. No geral, considera-se a aplicação dos testes de hipóteses um campo amplo, sendo a qualidade e validade dos resultados obtidos, diretamente dependentes da acuidade do pesquisador em relação aos pressupostos estatísticos e aos procedimentos técnicos relacionados aos testes de hipóteses paramétricos. Também, foi observada a aplicabilidade prática dos testes estatísticos na práxis administrativa, e não apenas no âmbito teórico.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. *Marketing research*. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- BARBETA, P. A. *Estatística aplicada às ciências sociais*. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.
- CALDAS, M. P. O triste destino da área de O&M-II. *RAE – Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 6-16, jul./set. 1999.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. *Métodos de pesquisa em administração*. 7. ed. Trad.: L. O. Rocha. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- FREUND, J.; SIMON, G. *Estatística aplicada*. 9. ed. Trad.: A. A. Farias. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- . *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- KAZMIER, L. J. *Estatística aplicada à administração e à economia*. Trad.: C. A. Cruzius e J. W. Fachel. São Paulo: MacGraw-Hill, 1982.
- MARTINS, M. F. Métodos estatísticos para a agroindústria. In: BATALHA, Mário O. (coord.). *Gestão agroindustrial*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. v. 2.