

# FÓRUM NACIONAL DE AUDITORIA

TEXTO DE DISCUSSÃO Nº 01/2018 –

ESTATÍSTICA APLICADA A TESTES DE AUDITORIA

ELEMENTOS FUNDAMENTAIS



**Instituto Rui Barbosa**

[www.irbcontas.org.br](http://www.irbcontas.org.br)

A Casa do Conhecimento dos Tribunais de Contas

# ESTATÍSTICA APLICADA A TESTES DE AUDITORIA – ELEMENTOS FUNDAMENTAIS

Nelson Nei Granato Neto (TCE-PR)  
Analista de Controle – Área Econômica

## 1. INTRODUÇÃO

A amostragem é uma técnica que pode ser utilizada para definir os limites e a extensão de uma auditoria. Não podendo fiscalizar todo o universo de atos administrativos auditáveis, deve-se procurar construir uma amostra com tamanho suficiente para: (i) ter um resultado estatisticamente significativo; e (ii) adaptado à capacidade de trabalho da equipe de fiscalização.

Entretanto, a seleção das amostras em trabalhos de auditoria geralmente não possui base estatística, confiando-se muitas vezes exclusivamente em critérios subjetivos do próprio auditor. Por mais que se confie no “olho do caçador” que o auditor desenvolve ao longo do tempo, tal tipo de amostragem não possui nenhum grau de significância (ou confiabilidade) estatisticamente mensurável, além de fazer com que os trabalhos dos diferentes analistas não possuam nenhum grau de homogeneidade e comparabilidade.

Por outro lado, testar a conformidade de todos os itens de análise, ou verificar o saldo financeiro com o relançamento contábil de todos eles, pode se revelar extremamente oneroso, tanto em custos diretos, como o tempo que se gasta para se realizar um trabalho desse tipo, quanto em custos indiretos, como a quantidade de outros processos que poderiam ser analisados com o rigor estatístico adequado, que levaria a um resultado semelhante ao trabalho exaustivo e demoraria bem menos tempo, liberando o analista tanto para avaliar outros aspectos do objeto fiscalizado com mais atenção.

Em testes de conformidade, temos como exemplo a análise de uma prestação de contas com 5 mil despesas para verificar seus registros nos extratos bancários e sua adequação ao processo de compras. Supondo que a conferência de cada despesa levaria 1 minuto, uma análise completa delas levaria 83 horas ou 14 dias (6 horas/dia) de trabalho apenas com esse teste. Com uma amostra aleatória de 75 elementos, não encontrando nenhuma inconformidade pode-se afirmar com 90% de confiança, abalizado na distribuição hipergeométrica de probabilidades por transação, que a prestação de contas tem menos de 3% de despesas com inconformidades. Levando em conta que montar essa amostra levaria 10 minutos e mais outros 80 para realizar os testes de conformidade, conseguimos realizar a análise desses aspectos da prestação de contas em 1 hora e meia, liberando tempo considerável para o auditor analisar outros aspectos da prestação de contas.

Outro exemplo, com testes substantivos, se se pretende atestar o correto registro de 3 mil transações em balanços contábeis, que ao todo registram um saldo de R\$ 2 milhões, caso

se faça uma verificação completa, com os mesmos pressupostos do parágrafo anterior, novamente lá se vão mais 8 dias de trabalho. Entretanto, com uma amostra aleatória de 60 transações, com base na distribuição hipergeométrica de probabilidades por unidade monetária, não se encontrando diferenças significativas entre os montantes declarado e real, pode-se afirmar com 95% de confiança que o saldo declarado não possui mais que 5% de variação em relação ao real. Levando em conta os mesmos pressupostos do parágrafo anterior, tal verificação poderia ser executada em 1 hora e 10 minutos.

Portanto, o uso da estatística para a realização de testes de auditoria, sejam eles de conformidade ou substantivos, é de fundamental importância em vários aspectos, tais como a economia de tempo e de custos por ela proporcionada e a confiabilidade (ou risco tomado) mensurável que ela oferece.

Desse modo, o objetivo geral do presente texto de discussão é apresentar conceitos básicos de estatística que são a base para realizar testes de auditoria neles fundamentados. Isso permite a emissão de pareceres sobre determinados aspectos contábeis com determinado nível de confiança estatisticamente mensurável, uma vez que são inferidos a partir de amostras cientificamente construídas. Para atingi-lo, este texto divide-se em outras três seções além dessa introdução: na seção seguinte apresentam-se conceitos básicos de estatística que são a base para a construção de testes de auditoria, cujos alguns exemplos são detalhados na seção 3, por fim, na seção 4, fazem-se algumas considerações sobre o conteúdo apresentado.

## 2. ESTATÍSTICA – CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Nessa seção busca-se apresentar alguns conceitos fundamentais de estatística que serão utilizados na construção de testes de auditoria.

**ESTATÍSTICA:** Ciência que oferece os métodos para sistematizar dados e fazer inferências sobre características de uma população a partir de amostras.

**POPULAÇÃO:** Conjunto total de eventos de um determinado fenômeno que se pretende estudar.

**AMOSTRA:** Subconjunto de eventos de uma população. Para se fazer inferências sobre a população, a seleção de eventos da população deve ser realizada aleatoriamente.

**VARIÁVEL:** Característica do evento que se pretende mensurar. Ela pode ser qualitativa (posse ou não de um determinado atributo) ou quantitativa (mensurável em números). Quando na seleção aleatória de eventos para compor uma amostra, as características **qualitativas** assumem a forma de **variáveis aleatórias discretas**, ao passo que as **quantitativas, variáveis aleatórias contínuas**.

**PARÂMETRO:** Expressão numérica de uma informação estatística, como as medidas de tendência central (média, moda, mediana), de variabilidade (variância, desvio-padrão), de

relação entre variáveis (coeficiente de correlação), entre outros. Os parâmetros podem ser mensurados a partir de toda uma **população**, obtendo-se, assim, os verdadeiros **parâmetros populacionais**. Entretanto, conseguir dados sobre toda uma população pode ser extremamente oneroso e demorado ou até mesmo impossível. Esse problema pode ser resolvido com o *prévio conhecimento* ou com a *formulação de hipóteses* de algumas características de uma população para que a partir de **amostras** dela calculem-se **parâmetros estimados** com grande probabilidade de representarem os verdadeiros parâmetros populacionais.

**ESTIMADOR:** Fórmula matemática que permite estimar determinado parâmetro populacional.

**AMOSTRAGEM ALEATÓRIA:** Técnica de seleção aleatória de eventos para compor uma amostra. A seguir são apresentadas três técnicas que têm como pressuposto o prévio conhecimento do número total de elementos da população da qual se extrai a amostra, assim é possível construir um **sistema de referência**, que é a relação numerada de todos os elementos da população, ou seja, cada elemento corresponde a um número.

(i) **amostragem casual simples:** Técnica na qual todos os elementos da população têm a mesma probabilidade de pertencer à amostra, podendo esta ser feita com ou sem reposição. Para selecionar elementos para a amostra deve-se delimitar o tamanho dela e em seguida sortear numericamente os elementos do sistema de referência. Este sorteio numérico pode ser realizado, por exemplo, com o uso da tábua de números equidistantes ou com a ferramenta do Excel [=ALEATÓRIOENTRE(min;max)] que irá sortear uma série de números dentro do intervalo desejado.

(ii) **amostragem sistemática:** Técnica na qual, primeiro, determina-se o tamanho da amostra proporcionalmente à população (por exemplo, 10%, ou seja, um em cada dez elementos), em seguida, sorteia-se um número deste intervalo (no mesmo exemplo, sortear um número entre 1 e 10, como o 3), para então selecionar o elemento correspondente ao número ordinal sorteado a cada intervalo (ainda mesmo exemplo, selecionar o 3º elemento a cada sequência de 10, ou seja, o 3º, o 13º, o 23º elementos e assim por diante).

(iii) **amostragem estratificada:** Técnica na qual se divide a população em grupos, e de cada um se retira uma amostra casual simples. Ela é utilizada quando se sabe previamente que a variabilidade dentro de cada grupo é menor que a da população como um todo.

**PROBABILIDADE:** Chance de um evento aleatório ocorrer. Pode ser calculada a partir da observação do fenômeno em questão ou a partir de modelos teóricos (**modelos probabilísticos**) que reproduzam uma dada distribuição de frequência.

**MODELOS PROBABILÍSTICOS PARA VARIÁVEIS ALEATÓRIAS DISCRETAS:** Modelos teóricos de probabilidade adequados para estudar variáveis qualitativas. Eles supõem **conhecimento prévio de quantos elementos da população contém determinada característica**. Esse conhecimento prévio pode ser *efetivo* ou oriundo de uma *suposição teórica* que se quer testar ou ainda de um *padrão de qualidade que se quer conferir*. A seguir, apresentam-se alguns desses modelos:

(i) **Distribuição de Bernoulli:** A base de todos os modelos probabilísticos para variáveis discretas é a distribuição de Bernoulli. A partir de uma população, sabendo (ou supondo) a proporção de elementos que contém ou não uma determinada característica, ao *sortear-se um elemento* da população, sabemos a probabilidade de sucesso ( $p$ ) de ele conter essa característica e, complementarmente, a probabilidade de fracasso ( $1-p$ ), ou seja, de não a conter.

(ii) **Distribuição Binomial:** A distribuição de Bernoulli aplica-se ao sorteio de um elemento, mas e se o sorteio for repetido mais vezes? Aí já se trabalha com a *amostra* de uma população, que irá conter todos aqueles elementos que foram sorteados. Conhecendo (ou supondo) a proporção de elementos que contém ou não uma dada característica, pode-se então calcular a probabilidade da quantidade de elementos que conterão essa característica em uma dada amostra.

O cálculo de probabilidade com distribuição binomial não necessita do conhecimento prévio tamanho da população e os elementos sorteados para compor uma amostra são repostos à população.

Assim, temos uma amostra com  $n$  elementos e as probabilidades (conhecidas ou supostas) de sucesso  $p$  e fracasso ( $1-p$ ) de encontrar elementos com uma dada característica. Para se calcular a probabilidade de  $k$  elementos dessa amostra conterem a característica usa-se a fórmula a seguir:

$$\text{Fórmula: } f(x = k) = \binom{n}{k} \cdot p^k \cdot (1 - p)^{n-k}$$

Rotina Excel: =DISTR.BINOM(k;n;p;verdadeiro)

(iii) **Distribuição Hipergeométrica:** A distribuição binomial não leva em consideração o tamanho da população para o cálculo de probabilidades. Entretanto, quando se tem informação da magnitude dela e os elementos sorteados para compor uma amostra não são a ela repostos, a distribuição hipergeométrica é a mais apropriada para o cálculo de probabilidades.

Novamente temos uma amostra com  $n$  elementos e uma população com  $N$  elementos, dos quais  $r$  possuem uma dada característica. Para se calcular a probabilidade de  $k$  elementos dessa amostra conterem a característica usa-se a fórmula a seguir:

$$\text{Fórmula: } f(x = k) = \frac{\binom{r}{k} \binom{N-r}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

Rotina Excel: =DIST.HIPERGEOM(k;n;r;N)

(iv) **Distribuição de Poisson:** Quando n (tamanho da amostra) é bastante grande e p (probabilidade de sucesso) é bastante pequena tal que  $n.p \leq 7$ , e se quer calcular a probabilidade da quantidade de eventos ocorrer em um dado período de tempo ou em um dado espaço, a distribuição de Poisson é adequada para tal situação. Dado  $\lambda$  ( $\lambda = n.p$ ), a probabilidade de k eventos ocorrerem é dada pela fórmula a seguir:

$$\text{Fórmula: } f(x = k) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!}$$

"e": número de Euler

Rotina Excel: =DIST.POISSON(k;L;verdadeiro)

**MODELOS PROBABILÍSTICOS PARA VARIÁVEIS ALEATÓRIAS CONTÍNUAS:** Modelos teóricos de probabilidade adequados para estudar variáveis quantitativas. Também possuem pressupostos, como o prévio conhecimento de determinados parâmetros populacionais, como a média e/ou desvio-padrão, seja esse conhecimento efetivo ou estimado a partir de amostras. A seguir apresenta-se a distribuição normal, depois de se apresentar o conceito de inferência estatística será apresentada a distribuição t-Student para testes sobre parâmetros estimados:

(i) **Distribuição Normal:** Uma variável aleatória X, com média populacional  $\mu$  e desvio-padrão  $\sigma$ , terá distribuição normal se sua função de distribuição de probabilidade é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{x-\mu}{2 \cdot \sigma^2}}$$

Quando  $\mu=0$  e  $\sigma=1$ , temos uma **distribuição normal padrão**, e todas as variáveis aleatórias normalmente distribuídas podem ser reduzidas a Z:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Assim, pode-se calcular a probabilidade de um dado intervalo contínuo de eventos ocorrer, dado a média e o desvio-padrão populacionais:

$$P(a < X < b) = P\left(\frac{a - \mu}{\sigma} < Z < \frac{b - \mu}{\sigma}\right)$$

As probabilidades de Z geralmente estão disponíveis em tabelas estatísticas, além de poderem ser calculadas pela rotina de Excel: =DIST.NORMP(Z).

**INFERÊNCIA ESTATÍSTICA:** Conjunto de técnicas que permitem tirar conclusões sobre parâmetros populacionais com parâmetros estimados a partir de amostras dentro de um certo intervalo de confiança. Apresentam-se a seguir duas técnicas muito utilizadas para se fazer inferências sobre média ( $\mu$ ) e proporção ( $p$ ) populacionais a partir de média ( $X'$ ) e proporção ( $p'$ ) estimados a partir de amostras. Em ambos os casos, leva-se em consideração o "Teorema do Limite Central", que afirma que, quanto maior a amostra, mais a distribuição dos parâmetros estimados tenderá a uma distribuição normal.

(i) **Inferência sobre a média:** Conhecendo (ou supondo, no caso do teste de hipóteses, a seguir apresentado) a média ( $\mu$ ) e o desvio-padrão ( $\sigma$ ) populacionais, a probabilidade de se encontrar uma média estimada ( $X'$ ) a partir de uma amostra com  $n$  elementos pode ser reduzida à distribuição de probabilidades normal pela seguinte fórmula:

$$Z = \frac{X' - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Quando não se conhece o desvio-padrão populacional ( $\sigma$ ), pode-se utilizar o desvio-padrão estimado ( $S_x$ ) a partir da amostra de tamanho  $n$ , assim, a média estimada ( $X'$ ) pode ser reduzida à distribuição de probabilidade t-Student, com  $n-1$  graus de liberdade (gl):

$$t = \frac{X' - \mu}{S_x/\sqrt{n}}$$

Os valores das probabilidades de  $t$  são tabelados, como os valores de  $Z$ , e também podem ser calculadas pela rotina de Excel: =DIST.T( $t$ ,gl, verdadeiro).

A partir da média amostral e das funções de distribuição de probabilidade normal e t-Student é possível construir **intervalos de confiança** dentro dos quais o verdadeiro parâmetro populacional (média populacional) estará contido com uma dada probabilidade.

Para construir intervalo de confiança para a média populacional a partir da média amostral com desvio padrão populacional conhecido, usa-se a seguinte fórmula:

$$IC(\mu) = X' \pm Z_c \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Onde o  $Z_c$  corresponde à probabilidade do verdadeiro parâmetro populacional estar contida dentro de tal intervalo (90%, 95% ou 99%).

Seguindo a mesma lógica, pode-se utilizar a distribuição t-Student quando o desvio-padrão populacional é desconhecido:

$$IC(\mu) = X' \pm t_c \cdot \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

Onde o  $t_c$  corresponde à probabilidade do verdadeiro parâmetro populacional estar contido dentro de tal intervalo (90%, 95% ou 99%).

(ii) **Inferência sobre proporção:** Conhecendo (ou supondo, no caso do teste de hipóteses) a proporção populacional ( $p$ ), a probabilidade de se encontrar uma proporção estimada ( $p'$ ) pode ser reduzida à distribuição de probabilidades normal pela seguinte fórmula:

$$Z = \frac{p' - p}{\sqrt{p \cdot (1 - p) / n}}$$

A partir proporção estimada e da função de distribuição de probabilidade normal é possível construir **intervalos de confiança** dentro dos quais o verdadeiro parâmetro populacional (proporção populacional) estará contido com uma dada probabilidade utilizando a seguinte fórmula:

$$IC(p) = p' \pm Z_c \cdot \sqrt{\frac{p \cdot (1 - p)}{n}}$$

Onde o  $Z_c$  corresponde à probabilidade do verdadeiro parâmetro populacional estar contida dentro de tal intervalo (90%, 95% ou 99%).

**TESTE DE HIPÓTESES:** Com os modelos probabilísticos e suas respectivas funções de distribuição de probabilidade, pode-se partir utilizar uma ferramenta da teoria estatística para, a partir de uma amostra, validar ou refutar uma determinada suposição: o teste de hipóteses. Quando se testa uma suposição, há dois resultados possíveis: ou ela se confirma ou não. Em um teste de hipóteses nomeiam-se esses possíveis resultados da seguinte forma:

(i)  $H_0$ : hipótese nula – aquele valor suposto que se quer testar;

(ii)  $H_1$ : hipótese alternativa – os valores que são diferentes ou maiores ou menores que o valor suposto.

Quando se aplica um teste de hipóteses e se aceita o resultado, pode-se incorrer em dois tipos de erros:

(i) rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira (falso negativo) – erro tipo I ( $\alpha$ ) ou grau de significância;

(ii) não rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa (falso positivo) – erro tipo II ( $\beta$ ).

Especificamente sobre o erro tipo I, nos testes de hipótese geralmente se fixa a probabilidade de cometê-lo antes de realizá-lo, tal probabilidade é denominada grau de confiança. Quando se fixa o grau de significância em valores como 10%, 5% ou 1%, isso permite



dizer, após a realização do teste de hipóteses, que a hipótese nula foi aceita ou não a 10%, 5% ou 1% de significância, ou, o seu complementar, com 90%, 95% ou 99% de confiança. A **probabilidade de se cometer o erro tipo I sempre** será calculada a partir de algum **modelo probabilístico**.

### 3. TESTES DE AUDITORIA - TIPOS

Nos trabalhos de auditoria, os testes que se aplicam sobre um conjunto de dados (o todo ou a amostra) podem ser divididos em dois grupos:

(i) **testes de conformidade**: quando se pretende aferir a aderência ou não a um determinado procedimento.

Exemplos: (a) verificar se as transações declaradas em prestações de contas estão corretamente registradas nos documentos comprobatórios; (b) estimar a proporção de transações que estão registradas com inconformidades.

(ii) **testes substantivos**: quando se pretende aferir se os saldos financeiros de demonstrações contábeis são ou não confiáveis.

Exemplos: (a) verificar se o saldo contabilizado corresponde ao real; (b) estimar o saldo de uma conta.

A técnica estatística mais adequada para cada tipo de teste vai depender do resultado que se pretende encontrar:

(i) Caso se pretenda estabelecer uma adequação ou não a um determinado padrão de qualidade pré-estabelecido, os testes derivados de modelos probabilísticos de variáveis aleatórias discretas são os mais adequados;

(ii) Por outro lado, se se pretende inferir médias e proporções a partir de uma amostra, os modelos probabilísticos mais adequados são os das variáveis aleatórias contínuas.

Desse modo, temos quatro situações às quais é possível classificar os testes de auditoria e a cada um é possível estabelecer as técnicas estatísticas mais adequadas para determinar tamanhos ideais de amostra e o que se pode concluir a partir delas:

Resultado pretendido		Aderência a padrão de qualidade	Estimação de médias e proporções
<b>Modelo Probabilístico</b>		V.A. Discretas	V.A. Contínuas
<b>Teste de auditoria</b>	Conformidade	(1) Modelo hipergeométrico por transação	(2) Estimação de proporção
	Substantivo	(3) Modelo hipergeométrico por unidade monetária	(4) Estimação de média (4.1) Total; (4.2) Diferenças

Vamos à descrição dos testes estatísticos adequados para cada situação:

### **(1) Teste de conformidade para verificar aderência a padrão de qualidade – modelo hipergeométrico por transação**

***Intenção do teste:** afirmar, a partir de uma amostra, que um cadastro de transações possui uma quantidade de inconformidades abaixo (ou acima) de um padrão de qualidade com dado grau de confiança, ambos previamente determinados.*

Como vimos anteriormente, a distribuição hipergeométrica é o modelo probabilístico para amostras que leva em conta o tamanho da população ( $N$ ) e a quantidade de elementos desta que possui uma determinada característica ( $K$ ), com essas informações é possível calcular a probabilidade de se encontrar  $k$  elementos com tal característica em uma amostra com  $n$  elementos retirados da população sem reposição.

Assim, tal modelo probabilístico é o ideal quando se dispõe de um cadastro com  $N$  registros de transações, dos quais quer se verificar, a partir de uma amostra ( $n$ ), se o total de transações tem ou não uma quantidade de inconformidades tida como tolerável.

Para se determinar o tamanho ideal da amostra, devem-se seguir os seguintes passos:

- (i) medir o tamanho da população, ou seja, contabilizar a quantidade de registros;
- (ii) fixar um máximo de inconformidades que será tolerado;
- (iii) supor amostras de variados tamanhos;
- (iv) calcular a probabilidade de não se encontrar nenhuma inconformidade para cada tamanho amostral;
- (v) escolher o tamanho amostral que minimize a probabilidade de não se encontrar nenhuma inconformidade.

O quinto passo tem a ver com o teste de hipóteses que será aplicado sobre a amostra, ele dará a probabilidade de se cometer o erro tipo I, ou seja, o grau de significância ( $e$ , o seu complementar, o grau de confiança) do teste que se está aplicando.

Por exemplo, dado uma proporção máxima de inconformidades tolerada, numa dada amostra, a probabilidade de não se encontrar nenhuma inconformidade corresponderá à probabilidade da população como um todo possuir tal proporção de inconformidades. O que vem a ser a própria definição de erro tipo I: a probabilidade de rejeitar  $H_0$  (população possui a proporção máxima de inconformidades tolerável), ou seja, não rejeitar  $H_1$  (população tem uma proporção de inconformidade menor que a tolerável), quando  $H_0$  é verdadeira.

Na tabela a seguir encontram-se os tamanhos ideais de amostra dados os seguintes parâmetros: (a) o tamanho da população, ou seja, a quantidade total de registros, (b) a

proporção máxima de inconformidades tolerada e (c) a probabilidade de não se encontrar nenhuma inconformidade nessas circunstâncias, ou seja, o grau de significância (e de confiança) do teste. O parâmetro (a) é dado pelo próprio conjunto de dados que se irá analisar, já os parâmetros (b) e (c) devem ser previamente estipulados pelo analista.

(c) Confiança / Significância		90% / 10%				95% / 5%			
(b) Proporção de erros tolerada		10%	5%	3%	2%	10%	5%	3%	2%
(a) População (quantidade de itens)	50	18	27	34	---	22	31	38	---
	80	19	34	53	---	24	41	62	---
	100	20	36	53	---	25	44	62	---
	500	21	43	66	100	27	54	88	125
	1.000	22	43	72	108	28	55	92	135
	5.000	22	45	75	115	28	58	97	145
	10.000	22	45	75	115	28	58	97	145

De posse dessas informações sabe-se que num cadastro de 5.000 transações, uma amostra aleatória sem reposição de 75 transações sem inconformidades permite dizer que no cadastro como um todo há menos que 3% de transações com inconformidades com 90% de confiança. Isso porque, se tal cadastro contiver tal proporção de inconformidades, a probabilidade de não se encontrar nenhuma é de 10%.

*Vantagens:* A partir de uma amostra pequena consegue-se um resultado bastante consistente.

*Desvantagens:* Não leva em conta a materialidade das transações.

## (2) Teste de conformidade para estimar quantidade total de inconformidades – estimação de proporção

*Intenção do teste:* *estimar, a partir de uma amostra, a quantidade total de inconformidades de um cadastro de transações dados o grau de confiança e o erro amostral tolerado, ambos previamente determinados.*

Ao se estimar o tamanho de uma variável contínua, como a proporção, os modelos probabilísticos mais adequados são a distribuição normal (população infinita ou finita suficientemente grande) e a distribuição t-Student (população finita).

O tamanho ideal da amostra para se estimar proporções dependerá dos seguintes parâmetros:

(i) do grau de confiança pretendido, ao qual corresponderá um valor Z (distribuição normal) respectivo;

(ii) do erro amostral tolerado (e);

(iii) da proporção (p) estimada de inconformidades.

Todos esses parâmetros são previamente estipulados pelo analista.

Assim, o tamanho ideal da amostra será dado pela seguinte fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2}$$

Sabendo que “e” e “p” variam entre 0 e 1 (ou seja, 0% e 100%).

Tal tamanho amostral (n) pode ser ajustado quando a amostra ultrapassar 20% da população (N), como mostra a fórmula do tamanho amostral ajustado (n’):

$$n' = \frac{n \cdot N}{n + (N - 1)}$$

*Vantagens:* Oferece uma estimativa precisa da proporção que se pertence conhecer.

*Desvantagens:* Não leva em conta a materialidade das transações. Além disso, o tamanho da amostra aumenta significativamente se comparado ao teste anterior, o que pode se revelar excessivamente oneroso para um teste de conformidade. Por outro lado, é uma técnica muito apropriada para outros tipos de análise, como as pesquisas populacionais, por exemplo.

### (3) Teste substantivo para verificar aderência a padrão de qualidade – modelo hipergeométrico por unidade monetária

**Intenção do teste:** afirmar, a partir de uma amostra, que o montante monetário estimado de um dado cadastro de informações obedece ou não um padrão de erro tolerável e com dado grau de confiança, ambos previamente determinados.

Quando se pretende avaliar se os registros contábeis informados foram ou não devidamente registrados, um artifício que pode ser utilizado é, a partir da distribuição hipergeométrica de probabilidades, considerar cada unidade monetária informada como um elemento da população. Assim, é possível verificar se a contabilização de um determinado montante de recursos obedece a um padrão de qualidade previamente estabelecido.

Tal teste estatístico é apresentado no manual de “*Técnicas de Amostragem para Auditorias*” do Tribunal de Contas da União (2002) sob a denominação de “Amostragem por unidade monetária”, com base em manuais de auditoria norte-americanos, onde é apresentado com “*Dolar Unit Sample*”. A seguir apresenta-se uma descrição passo-a-passo desse teste:

(i) o primeiro passo é **determinar o tamanho da amostra** ( $n$ ), que dependerá do nível de confiança pretendido ( $C_{\alpha}$ ) e do proporção máxima de erros que será admitida ( $p$ ):

$$n = \frac{C}{p}$$

O valor de  $C_{\alpha}$  é tabelado, e é calculado a partir de uma aproximação da probabilidade de não se encontrar nenhuma inconformidade dado a proporção tolerável de erros para grandes amostras. Por sua vez o valor de  $p$  dependerá da “diferença máxima entre os montantes registrados e estimado que não implique a impugnação do conjunto de lançamentos contábeis” (materialidade ampla –  $M_A$ ) e a estimativa da diferença que será observada entre os montantes registrado e estimado (erro amostral –  $E_A$ ), como mostra a fórmula a seguir:

$$p = \frac{Mr}{M} = \frac{Ma - Ea}{M}$$

Onde  $M$  é o montante total de recursos que se está auditando e  $M_A$  é a materialidade restrita, que é a diferença entre a materialidade ampla e o erro amostral estimado.

O  $E_A$  é previamente estimado pelo analista (equipe de auditoria), quanto maior for a previsão de erros, maior será a amostra. Assim, os erros encontrados na amostra, se já tiverem sido previstos (por estarem dentro de um intervalo considerado tolerável), não invalidam o conjunto, o que se torna uma das grandes vantagens de se utilizar essa técnica em testes substantivos de auditoria.

(ii) o segundo passo é **selecionar a amostra**, para isso deve-se:

(a) calcular o intervalo amostral ( $I_A$ ), dividindo-se o montante total de recursos pelo tamanho da amostra:

$$I_a = \frac{M}{n}$$

(b) em seguida, sortear uma unidade monetária compreendida dentro de cada intervalo amostral, e selecionar a transação dentro de cada intervalo amostral cuja ordem sequencial corresponda à unidade monetária sorteada;

*Exemplo: (1)  $I_A = R\$ 55.000$ ; (2) sortear um número entre 1 e 55.000 (como 25.650); (3) somar as transações compreendidas dentro do intervalo amostral e selecionar aquela que fez a soma chegar ao valor sorteado.*

(c) as transações com valores maiores o intervalo amostral devem ser analisadas a parte, podendo, na exclusão delas, ajustar-se o intervalo amostral para as transações remanescentes.

(iii) o terceiro passo é **verificar a contabilização das transações selecionadas** e anotar os erros e diferenças que surgirem.

(iv) em seguida, procedem-se os **cálculos inferências das diferenças encontradas** na amostra para toda a população, o manual de “Técnicas de Amostragem para Auditorias” do Tribunal de Contas da União (2002, pp. 78-79) sugere a seguinte sequência:

(a) agrupar as diferenças conforme sejam superiores a zero (registros superestimados) ou inferiores a zero (registros subestimados);

(b) separar as diferenças associadas a itens com valores superiores ao intervalo amostral;

(c) extrapolar as diferenças associadas a itens com valores inferiores ao intervalo amostral para todo intervalo;

(d) colocar em ordem decrescente as diferenças associadas a itens com valores inferiores ao intervalo amostral e obter a “Ampliação do Intervalo de Precisão” ( $A_p$ ):

$$A_p = F_{ap}^j \cdot \left[ \frac{(\text{valor registrado}) - (\text{valor observado})}{\text{valor registrado}} \right] \cdot I_a$$

Onde  $F_{ap}^j$  é o fator de ampliação de do intervalo de precisão, cujo valor é tabelado. Tal procedimento faz com que as diferenças observadas sejam ajustadas sem que o tamanho da amostra tenha que ser recalculado;

(e) calcular o saldo líquido dos erros ajustados;

(f) somar as diferenças associadas a itens com valores superiores ao saldo líquido dos erros ajustados;

(g) comparar o valor obtido em (f) com o erro amostral ( $E_A$ ) e materialidade restrita ( $M_R$ ) previamente estabelecidos para verificar se os demonstrativos examinados podem ou não ser considerados fidedignos;

(h) estudar que recomendações deverão ser feitas caso a materialidade ampla ( $M_A$ ) preestabelecida não seja respeitada.

O supracitado manual do Tribunal de Contas da União disponibiliza uma série de modelos de papéis de trabalho para se realizar a amostragem por unidade monetária.

*Vantagens:* A seleção de elementos da amostra leva em conta a materialidade das transações. O resultado é estatisticamente consistente, mesmo encontrando-se pequenas inconformidades, sem a necessidade de se fazer hipóteses sobre a distribuição dos valores populacionais.

*Desvantagens:* Com a ponderação da materialidade das transações, itens subestimados tem menor probabilidade de serem selecionados e itens superestimados, maior probabilidade, ocasionando um viés de seleção.

#### (4) Teste substantivo para estimar valores – estimação de valor total e de desvios

**Intenção do teste:** *estimar, com um determinado intervalo de confiança previamente determinado, o valor total de um determinado montante e de desvios a partir de um valor médio encontrado em uma amostra.*

Para se calcular o valor médio de uma população a partir de uma amostra, o tamanho ideal de uma amostra dependerá do erro amostral tolerado ( $e$ ), de uma estimativa do desvio-padrão amostral ( $S_x$ ) e do valor Z respectivo ao grau de confiança pretendido:

$$n = \frac{Z^2 \cdot S^2}{e^2}$$

O tamanho da amostra pode ser ajustado pela fórmula apresentada no teste substantivo anterior.

Quando se deseja obter uma primeira visão de valores totais e de desvios da população total ( $N$ ) a partir de pequenas amostras, podem-se construir intervalos de confiança para os valores encontrados. O passo-a-passo sugerido a seguir segue o apresentado no manual de "Técnicas de Amostragem para Auditorias" do Tribunal de Contas da União (2002, pp.60-63).

Sabendo que a média amostral ( $X'$ ) é dada por:

$$X' = \frac{\Sigma X}{n}$$

Onde  $\Sigma X$  é a soma dos valores dos  $n$  elementos da amostra, e o desvio-padrão amostral ( $S_x$ ) é dado por:

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma (X - X')^2}{n - 1}}$$

Então o valor total de um determinado montante ( $M$ ) será dado por:

$$M = X' \cdot N$$

E o intervalo de confiança para tal valor será dado por:

$$IC = M \pm N \cdot t \cdot \left( \frac{S_x}{\sqrt{n}} \right) \cdot \left( \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} \right)$$

Onde  $t$  é o valor  $t$  respectivo ao grau de confiança pretendido.

Caso se pretenda extrapolar o valor dos desvios entre os valores informados e registrado encontrados na amostra para a população, deve-se calcular o valor médio dos desvios ( $d'$ ) na amostra:

$$d' = \frac{\sum d}{n}$$

Em seguida, calcula-se o desvio-padrão amostral dos desvios ( $S_d$ ):

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - n \cdot d'^2}{n - 1}}$$

E, de posse dessas informações, calcula-se o valor total estimado dos desvios ( $D$ ):

$$D = d' \cdot N$$

E o respectivo intervalo de confiança:

$$IC = D \pm N \cdot t \cdot \left(\frac{S_d}{\sqrt{n}}\right) \cdot \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}\right)$$

*Vantagens:* A partir de pequenas amostras consegue-se ter uma primeira estimação de valores populacionais com considerável consistência estatística.

*Desvantagens:* Pressupõe a distribuição normal dos valores na população, caso ela não se verifique na realidade, amostras pequenas demais podem gerar resultados distorcidos.

## 4. CONSIDERAÇÕES

A estatística é uma ciência demasiado ampla e em contínuo desenvolvimento. Assim, o exposto neste texto de discussão é apenas um brevíssimo resumo de seus conceitos básicos, com a apresentação de algumas aplicações que podem ser utilizadas em auditorias. O uso da estatística em auditoria é um campo bastante vasto em potencial, entretanto, até agora, muito pouco explorado.

As quatro aplicações apresentadas neste texto de discussão demonstram o quanto a estatística pode ser uma ferramenta poderosa quando aplicada a testes de auditoria e, ao mesmo tempo, são um alerta sobre a necessidade do estudo da estatística ser aprofundado para se criar mais e melhores testes adequados para cada espécie de situação que se pretende estudar e auditar.

Vale ressaltar que, apesar da complexidade em maior ou menor grau que há na teoria estatística que serve de base para a construção de testes estatísticos para auditorias, eles, uma



vez prontos e sistematizados, são facilmente aplicados e interpretados por qualquer pessoa sem maiores conhecimentos na matéria. A partir da identificação de que a estatística é uma ferramenta importante no trabalho de auditoria, a tarefa passa a ser a de estudar meios de utilizá-la em cada contexto específico.

Portanto, o presente texto de discussão cumpriu seu objetivo, que foi apresentar os conceitos básicos de estatística e alguns exemplos de como eles podem ser utilizados em auditoria. Mas ele não acaba em si mesmo, muito pelo contrário, é apenas uma sugestão de ponto de partida para um novo caminho que pode ser trilhado: tirar a seleção de amostras de auditoria exclusivamente dos critérios subjetivos de cada analista para começar a colocar técnicas estatísticas, com critérios objetivos para construí-las e interpretá-las.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Bussab, Wilton; Morettin, Pedro. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 1988.

Ferreira, Ricardo. **Auditoria**. São Paulo: Ferreira, 2001.

Tribunal de Contas de Portugal (TCP). **Manual de Auditorias e Procedimentos**. Vol. 1. Lisboa: TCP, 1999.

Tribunal de Contas da União (TCU). **Técnicas de Amostragem para Auditorias**. Brasília: TCU, 2002.

## APÊNDICE: EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE TESTE ESTATÍSTICO PARA ANÁLISE DE CONFORMIDADE DE TRANSAÇÕES FINANCEIRAS

Na análise de prestação de contas nos deparamos frequentemente com a aferição de conformidade do registro documental de transações informadas. Exemplos disso são a verificação do correto registro no extrato bancário de movimentações financeiras informadas e a conferência se uma despesa teve ou não o processo de compras adequado.

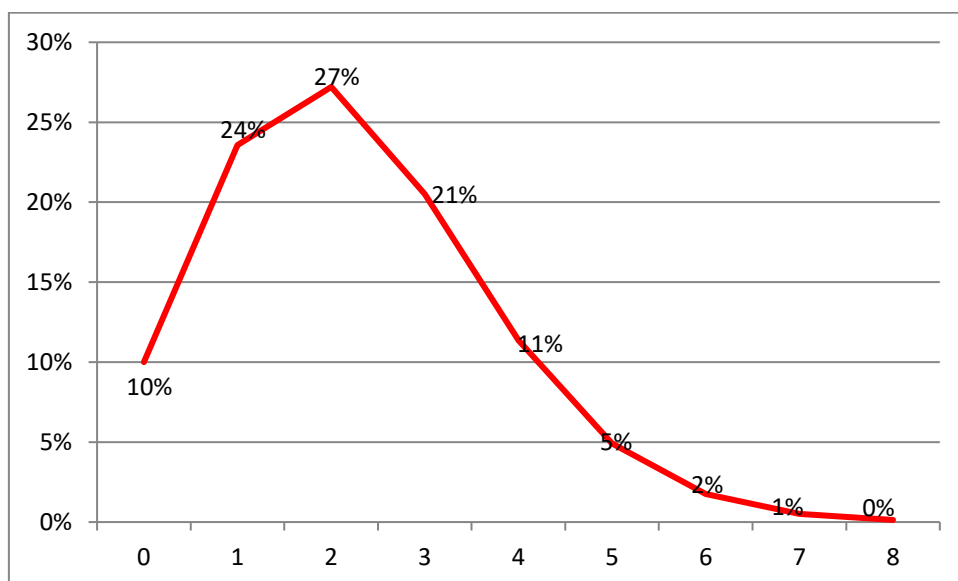
Quando se pretende inferir, a partir de uma amostra, que um cadastro de transações possui uma quantidade de inconformidades abaixo (ou acima) de um padrão de qualidade com dado grau de confiança, pode-se utilizar o modelo probabilístico dado pela distribuição hipergeométrica.

Um exemplo: Em uma prestação de contas com 5.000 elementos de despesa, seleciona-se aleatoriamente e sem reposição uma amostra com 75 despesas, testa-se a hipótese de que 3% das despesas possuem inconformidades.

No nosso padrão de qualidade ideal, das 5.000 despesas, 150 despesas possuem inconformidades. Com uma amostra de 75 despesas, qual seria a probabilidade de se encontrar 0, 1, 2, 3... k despesas com inconformidades?

Excel: =dist.hipergeom(k;75;150;5000)

Gráfico:



Primeiramente, fixemos o grau de significância (ou a probabilidade de cometer o erro tipo I) em 10%.

Se o padrão de qualidade desejado para a prestação de contas é que menos de 3% das despesas tenham inconformidades (X), um teste de hipótese adequado seria o seguinte:

$H_0: X = 3\%$  (padrão de qualidade)

$H_1: X < 3\%$

Ou seja, só aceitaríamos a prestação de contas se a hipótese nula ( $H_0$ ) for rejeitada. E, dada a hipótese alternativa,  $H_0$  será rejeitada a 10% de significância se nenhuma inconformidade for encontrada, pois a probabilidade de uma amostra com 75 elementos não conter nenhuma inconformidade, dado o padrão de qualidade, é de 10%.

Agora se o padrão de qualidade desejado para a prestação de contas é que até 3% das despesas tenham inconformidades (x), acima do qual reprova-se as contas, o teste de hipótese adequado seria o seguinte:

$H_0: X = 3\%$  (padrão de qualidade)

$H_1: X < 3\%$

Nesse caso, só aceitaríamos a prestação de contas se a hipótese nula ( $H_0$ ) não for rejeitada. E, dada a hipótese alternativa,  $H_0$  será rejeitada a 10% de significância se 5 ou mais despesas com inconformidades forem encontradas, pois a probabilidade de uma amostra com 75 elementos conter 5 ou mais inconformidades, dado o padrão de qualidade, é de 10%.

No caso de se encontrar inconformidades, tem que se definir previamente o tratamento que será dado: glosar apenas as despesas da amostra, aumentar a amostra e verificar se há mais inconformidades, pesquisar outras despesas semelhantes com a que apresentou inconformidade são algumas das alternativas.

Como se comentou anteriormente, tal teste estatístico não leva em consideração a materialidade das transações. Há, contudo, alguns procedimentos que podem mitigar esse risco: pode-se, por exemplo, (i) analisar separadamente as transações cujos valores estão muito acima da média, como aquelas que estão três desvios-padrão acima dela; (ii) fixar um valor acima do qual todas as transações são analisadas; ou ainda, (iii) estipular que despesas cujo valor ultrapasse 5% ou 10% do total do montante analisado sejam obrigatoriamente analisadas, entre outras alternativas. O resultado da análise dessas despesas selecionadas de forma não aleatória não pode ser diretamente inferido à população, serve apenas para controlar o risco de transações materialmente relevantes e com inconformidades não serem analisadas pela amostra aleatória.

Assim, a amostra aleatória fornece um resultado que pode ser inferido ao conjunto de transações com um grau de confiança estatisticamente mensurável. No exemplo aqui utilizado, não se encontrando nenhuma inconformidade, pode-se afirmar que o conjunto de transações possui menos de 3% de transações com inconformidades com 90% de confiança.

O tamanho ideal da amostra dependerá dos seguintes parâmetros: (a) o tamanho da população, ou seja, a quantidade total de registros, (b) a proporção máxima de inconformidades tolerada e (c) a probabilidade de não se encontrar nenhuma inconformidade nessas circunstâncias, ou seja, o grau de significância (e de confiança) do teste. A tabela a seguir faz uma compilação de tamanhos ideais de amostra dados esses parâmetros:

(c) Confiança / Significância		90% / 10%				95% / 5%			
		10%	5%	3%	2%	10%	5%	3%	2%
(b) Proporção de erros tolerada									
(a) População (quantidade de itens)	50	18	27	34	---	22	31	38	---
	80	19	34	53	---	24	41	62	---
	100	20	36	53	---	25	44	62	---
	500	21	43	66	100	27	54	88	125
	1.000	22	43	72	108	28	55	92	135
	5.000	22	45	75	115	28	58	97	145
	10.000	22	45	75	115	28	58	97	145

O parâmetro (a) é dado pelo próprio conjunto de dados que será analisado, já os parâmetros (b) e (c) devem ser previamente estipulados pelo analista.