



SENAI CIMATEC

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM  
COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Dissertação de mestrado

Solução para auditoria de documentos do Tribunal de Contas dos  
Municípios da Bahia, utilizando amostragem de aceitação e curva  
característica de operação

Apresentada por: Karen Conceição Dias

Orientador: Valter de Senna

Coorientadora: Giovana Oliveira Silva

Agosto de 2013

Karen Conceição Dias

Solução para auditoria de documentos no Tribunal de Contas dos Municípios da Bahia, utilizando amostragem de aceitação e curva característica de operação

**Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial**, Curso de Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do SENAI CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial**.

Área de conhecimento: Interdisciplinar  
Orientador: Valter de Senna  
Coorientadora: Giovana Oliveria Silva

SENAI CIMATEC

Salvador  
SENAI CIMATEC  
2013

---

## Nota sobre o estilo do PPGMCTI

---

Esta dissertação de mestrado foi elaborada considerando as normas de estilo (i.e. estéticas e estruturais) propostas aprovadas pelo colegiado do Programa de Pós - graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial e estão disponíveis em formato eletrônico (*download* na Página Web [http://ead.fieb.org.br/portal\\_faculdades/dissertacoes-e-teses-mcti.html](http://ead.fieb.org.br/portal_faculdades/dissertacoes-e-teses-mcti.html) ou solicitação via e-mail à secretaria do programa) e em formato impresso somente para consulta.

Ressalta-se que o formato proposto considera diversos itens das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entretanto opta-se, em alguns aspectos, seguir um estilo próprio elaborado e amadurecido pelos professores do programa de pós-graduação supracitado.

## SENAI CIMATEC

Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial  
Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, leu e recomendou a aprovação [com distinção] da Dissertação de mestrado, intitulada "Solução para auditoria de documentos no Tribunal de Contas dos Municípios da Bahia, utilizando amostragem de aceitação e curva característica de operação", apresentada no dia 27 de agosto de 2013, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial**.

Orientador:

---

Profº. Drº. Valter de Senna  
SENAI CIMATEC

Coorientador:

---

Profª. Drª. Giovana Oliveira Silva  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Membro externo da Banca:

---

Profº. Drº. Marcone Lopes da Silva  
Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC)

Membro externo da Banca:

---

Profº. Drº. Annibal Parracho Sant'Anna  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Dedico este trabalho aos meus pais e meu irmão.

---

## Agradecimentos

---

Agradeço primeiramente a Deus pela sabedoria, saúde e força durante esse desafio e por me fazer acreditar na conquista deste título.

A toda minha família pelo apoio e motivação, em especial a meus pais, Sandra e Antonio Carlos, e ao meu irmão, Carlos Antonio, pelo companheirismo ofertado e por constantemente me impulsionarem a vencer. Vocês são essenciais em minha vida. Agradeço com um imenso carinho a minha vó (*in memoriam*) que durante o curso foi torcer e zelar por mim ao lado de Deus, tenho certeza que está vibrando e festejando com essa vitória, seu alto astral sempre me fez sorrir.

Aos meus amigos pelo cuidado, suporte e também pela compreensão nos momentos ausentes.

Ao meu orientador prof<sup>o</sup> Valter de Senna pelo enorme aprendizado, amadurecimento e crescimento profissional adquirido, além da indiscutível compreensão nos momentos difíceis.

A minha coorientadora, prof<sup>a</sup> Giovana Oliveira, que me acolheu, pelo seu comprometimento e incentivo, além do apoio moral e emocional nas ocasiões difíceis.

Aos professores Annibal Parracho e Marccone Lopes por integrarem a banca de qualificação e defesa desse trabalho, pela orientação e aprendizado recebido.

Aos professores do Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do SENAI CIMATEC pela acessibilidade e grande qualidade das aulas.

Enfim, agradeço a todos os colegas e colaboradores, que contribuíram para o meu sucesso.

Salvador, Brasil

27 de Agosto de 2013

---

## Resumo

---

Este trabalho tem como objetivo aperfeiçoar os procedimentos de auditoria documentária utilizados, de forma elementar, no Tribunal de Contas dos Municípios do Estado da Bahia (TCM - BA). A enorme quantidade de documentos enviados à análise nos Tribunais, tem tornado inviável o exame de cada um deles, ainda que de forma superficial. A amostragem é observada como uma medida de aperfeiçoamento do conjunto de procedimentos necessários que mais contribui à análise de um auditor. O trabalho aqui proposto visa expandir o procedimento de auditoria aplicado no TCM - BA, em que a auditoria por amostragem estatística é empregada. Com isso, serão acrescentados novos critérios para delimitação do tamanho amostral dos documentos a serem auditados. Acredita-se que uma forma mais adequada de análise deve basear-se no método já consagrado, na indústria, de amostragem de aceitação, amplamente utilizados em controle da qualidade. Propõe-se portanto, estudar a transposição desses métodos para auditoria contábil, em especial ao ambiente do Tribunal de Contas, modificando o que se fizer necessário para sua efetiva aplicação.

**Palavras-chave:** Auditoria de documentos. Amostragem em auditoria. Amostragem de aceitação. Curva característica de operação

---

## Abstract

---

This work has for aim the perfecting of document auditory procedures used, as an elementary form, in the Audition Office of the State of Bahia (TCM - BA). The great quantity of documents sent to court for analysis has made, though superficially, the examination of each one of them impracticable. Sampling is seen as a measure to perfect the necessary procedures that contribute the most to an auditor's analysis. The work herein proposed aims to expand the procedure methods applied in the TCM - BA, in which the audition made by statistical sampling is used. Thus, new criteria will be added to determine the document's to be audited sampling size. It is believed that a more adequate form of analysis should be based upon established methods, in the sampling acceptance industry, widely employed in quality control. Therefore, this work proposes the study of the transposition of those methods to the Auditioning and Accounting realm, and particularly into the Audition Office, thus modifying anything that would be necessary to it's effective application.

**Key Words:** Documents auditioning. Sampling in Audition. Sampling acceptance. Characteristic operation curve.



---

## Sumário

---

<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Definição do problema.....	2
1.2 Objetivo.....	3
1.3 Importância da pesquisa.....	3
1.4 Motivação.....	5
1.5 Limites e limitações.....	6
1.6 Questões e hipóteses.....	6
1.7 Aspectos metodológicos.....	7
1.8 Organização da dissertação de mestrado .....	8
<b>2 Revisão da literatura especializada - Fundamentação teórica.....</b>	<b>10</b>
2.1 Conceito de auditoria.....	10
2.2 Testes e amostragem em auditoria.....	12
2.2.1 Tipos de testes em auditoria.....	14
2.2.1.1 Testes de observância.....	14
2.2.1.2 Testes substantivos.....	15
2.3 Distribuições de probabilidade.....	16
2.3.1 Distribuição binomial.....	17
2.3.2 Distribuição hipergeométrica.....	18
2.3.3 Distribuição lognormal.....	18
2.3.4 Distribuição triangular.....	19
2.3.5 Distribuição Weibull.....	20
2.4 Teste de hipótese.....	21
2.4.1 Erro amostral e erro não amostral.....	23
2.5 Amostragem em auditoria.....	25
2.5.1 Amostragem probabilística e não probabilística.....	29
2.5.1.1 Amostragem probabilística (medição).....	31
2.5.1.1.1 Amostragem de descoberta.....	33
2.5.1.1.2 Amostragem de variáveis.....	34
2.5.1.1.3 Amostragem de atributos.....	34
2.5.1.1.4 Amostragem de aceitação.....	35
2.5.1.2 Amostragem probabilística (seleção).....	41

2.5.1.2.1 Amostragem de Unidade Monetária.....	42
<b>3 Trabalho experimental e desenvolvimento da pesquisa.....</b>	<b>45</b>
3.1 Modelo proposto.....	45
3.1.1 População.....	46
3.1.2 Auditoria conforme o Tribunal de Contas dos Municípios.....	47
3.1.3 Auditoria usando a curva característica de operação.....	49
3.2 Resultados das simulações.....	55
3.2.1 População.....	55
3.2.2 Auditoria conforme o Tribunal de Contas dos Municípios.....	59
3.2.2.1 Tamanho da amostra.....	59
3.2.2.2 Amostra selecionada.....	61
3.2.2.3 Análise dos dados.....	63
3.2.3 Auditoria usando a curva característica de operação.....	78
3.2.3.1 Tamanho da amostra.....	79
3.2.3.2 Amostra selecionada.....	81
3.2.3.3 Análise dos dados.....	83
3.3 Discussão.....	97
<b>4 Considerações Finais.....</b>	<b>98</b>
4.1 Conclusões.....	98
4.2 Contribuições.....	100
4.3 Atividades futuras de pesquisa.....	100
Referências bibliográficas.....	101
Apêndice A – Descrição das variáveis utilizadas no modelo computacional.....	105

---

## Lista de Tabelas

---

Tabela 3.1- Estatísticas dos documentos gerados referentes à <i>Simulação</i> 10%.	58
Tabela 3.2 - Estatísticas dos documentos gerados referentes à <i>Simulação</i> 0,05%.....	58

---

## Lista de Figuras

---

Figura 2.1 - Função densidade de probabilidade da distribuição lognormal.....	19
Figura 2.2 - Função densidade de probabilidade da distribuição triangular.....	20
Figura 2.3 - Função densidade de probabilidade da distribuição Weibull.....	21
Figura 2.4 - Curva característica de operação ideal.....	39

---

## Lista de Quadros

---

Quadro 1 - Síntese das situações dos erros do tipo I e tipo II.....	22
Quadro 3.1 - Valores das variáveis para produzir os documentos monetários.....	56
Quadro 3.2 - Valores dos parâmetros das distribuições de probabilidade utilizados para geração dos documentos.....	57
Quadro 3.4 - Valores dos elementos do plano de amostragem para auditoria conforme TCM.....	59
Quadro 3.5 - Comparação do percentual do erro médio e o percentual do erro admitido, segundo as distribuições de probabilidade para as simulações com 10% e 0,05% de erros sobre o lote.....	60
Quadro 3.6 - Itens amostrais selecionados, no lote com 10% de erro, segundo as distribuições de probabilidade.....	62
Quadro 3.7 - Itens amostrais selecionados, no lote com 0,05% de erro, segundo as distribuições de probabilidade.....	63
Quadro 3.8 - Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade lognormal, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos.....	74
Quadro 3.9 - Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade triangular, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos.....	76
Quadro 3.10 - Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade Weibull, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos.....	77
Quadro 3.11 - Valores dos elementos do plano de amostragem.....	79
Quadro 3.12 - Comparação dos tamanhos amostrais calculados.....	80
Quadro 3.13 - O tamanho da amostra, segundo as distribuições de probabilidade e simulações.....	81
Quadro 3.14 - Itens amostrais selecionados, no lote com 10% de erro, segundo as distribuições de probabilidade.....	82

Quadro 3.15 - Itens amostrais selecionados, no lote com 0,05% de erro, segundo as distribuições de probabilidade.....	83
Quadro 3.16 - Valores para análise da Simulação 10%.....	84
Quadro 3.17 - Valores para análise da Simulação 0,05%.....	84
Quadro 3.18 - Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade lognormal, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos.....	94
Quadro 3.19 - Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade triangular, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos.....	95
Quadro 3.20 - Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade Weibull, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos.....	96

---

## Lista de Gráficos

---

Gráfico 3.1 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 10%.....	64
Gráfico 3.2 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 7%.....	65
Gráfico 3.3 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 5%.....	66
Gráfico 3.4 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 2%.....	66
Gráfico 3.5 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%.....	67
Gráfico 3.6 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 10%.....	68
Gráfico 3.7 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 7%.....	68
Gráfico 3.8 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 5%.....	69
Gráfico 3.9 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 2%.....	69
Gráfico 3.10 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%.....	70
Gráfico 3.11 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 10%.....	71
Gráfico 3.12 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 7%.....	71
Gráfico 3.13 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 5%.....	72
Gráfico 3.14 - Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 2%.....	72
Gráfico 3.15 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%.....	73

Gráfico 3.16 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 10%.....	86
Gráfico 3.17 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 7%.....	86
Gráfico 3.18 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 5%.....	87
Gráfico 3.19 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 2%.....	87
Gráfico 3.20 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%.....	88
Gráfico 3.21 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 10%.....	88
Gráfico 3.22 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 7%.....	89
Gráfico 3.23 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 5%.....	89
Gráfico 3.24 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 2%.....	90
Gráfico 3.25 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%.....	90
Gráfico 3.26 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 10%.....	91
Gráfico 3.27 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 7%.....	91
Gráfico 3.28 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 5%.....	92
Gráfico 3.29 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 2%.....	92
Gráfico 3.30 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%.....	92



---

## Lista de Siglas

---

AQL - *Assurance Quality Level* (mesmo que NQA)

AUM - Amostragem por Unidade Monetária (mesmo que DUS e MUS)

CCO - Curva Característica de Operação (mesmo que OCC)

DUS - *Dollar Unit Sampling* (mesmo que AUM e MUS)

LTPD - *Lot Tolerance Percent Defective*

MUS - *Monetary Unit Sampling* (mesmo que AUM e DUS)

NLQ - Nível de Limite de Qualidade

NQA - Nível de Qualidade Aceitável (mesmo que AQL)

NQR - Nível de Qualidade Rejeitável

OCC - *Operation Characteristic Curve* (mesmo que CCO)

PADL - Percentual Aceitável de Defeituosos (erros) do Lote

## Introdução

---

É cada vez mais comum o uso de técnicas de amostragem pelos órgãos brasileiros de controle das finanças públicas. A adoção dessas técnicas pelos órgãos em questão é uma consequência do processo de reforma do Estado que sem prejuízo dos modelos de controle jurídico, nota-se uma demanda crescente por controles gerenciais, atentados com a tempestiva apuração de resultados e com a identificação de falhas sistemáticas que independentemente de envolverem ou não práticas ilícitas, possam requerer a adoção, em tempo hábil, de medidas corretivas de natureza político-administrativa.

Há uma tendência, nos Tribunais de Contas, em favor do uso de métodos de amostragem em julgamentos de programas públicos, em fiscalizações de obras e na obtenção de subsídios para os pareceres anuais sobre as contas prestadas pelo Presidente da República.

Esta pesquisa sugere o método de amostragem de aceitação, juntamente com a curva característica de operação, de modo que tais ferramentas possam contribuir com o procedimento de auditoria, buscando assim, excelência nos processos, princípio que preside o modo de atuação do Tribunal. A avaliação do desempenho de um plano de amostragem de aceitação é feito com base em um gráfico que mostra a probabilidade de aceitação do lote versus a fração de defeituosos presentes no lote. Este gráfico é chamado de Curva Característica de Operação (CCO). Com a CCO é possível avaliar a probabilidade que um determinado lote tem de ser aceito ou rejeitado, sabendo o percentual de defeituosos ou nível de qualidade do processo que o produziu. No plano de amostragem simples dois parâmetros devem ser definidos: o tamanho da amostra e o número de aceitação.

Com o crescimento do volume de demonstrações contábeis tornou-se impraticável e antieconômico o exame de 100% dos registros contábeis no Tribunal. Mesmo assim, os auditores têm a responsabilidade de emitir uma opinião sobre essas demonstrações contábeis. O recurso adotado para provê-los de uma razoável

confiança quanto a validade dos registros, seria a revisão parcial das transações, dos saldos. Esta revisão implicaria obter conclusões de um conjunto de transações baseado num processo de inferência e mediante a elaboração de testes.

O processo de retirar de um conjunto de elementos, população, uma amostra dele para se inferir sobre a população tem-se mostrado útil, vantajoso e aplicável na auditoria moderna.

## **1.1 Definição do problema**

Como melhorar a eficiência da atuação do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado da Bahia (TCM-BA), no processo de auditoria, aumentando o nível de detecção de eventuais falhas da Administração Pública?

A avaliação das demonstrações contábeis pelo auditor é a emissão de parecer sobre a propriedade com que as demonstrações revelam a posição financeira e o produto das operações. O parecer do auditor é o instrumento pelo qual ele emite sua opinião.

No Brasil as normas de auditoria em vigor são estabelecidas pela Resolução nº 321/72 do Conselho Federal de Contabilidade, segundo a qual “a complexidade e o volume das operações fazem com que os procedimentos de auditoria sejam aplicados por meio de provas seletivas, testes e amostragens. Cabe ao auditor com base no controle interno e nos elementos de juízo de que dispõe, determinar o número de operações a serem examinadas, de forma a obter uma conclusão de que seja válida para o todo”. Com isso, é notória a relevância desse trabalho, uma vez que a proposta é o aprimoramento do processo, onde o produto final será a emissão de uma opinião através do parecer do auditor sobre a fidedignidade com que as demonstrações contábeis exprimem.

Segundo o *American Institute of Certified Public Accountants* (AICPA), em especial a terceira norma do trabalho de campo, há relevância em obter suficientes e

apropriados elementos comprobatórios através de exame, observação, indagação e comprovações, para proporcionar base razoável para emissão de parecer sobre as demonstrações contábeis. A quantidade satisfatória requerida para suportar um parecer poderá ser embasada pelo auditor, a partir do procedimento aqui sugerido.

Vale salientar que mesmo examinando todos os documentos, o auditor não seria indefectível, pois os erros de procedimentos poderiam não ser perceptíveis nos documentos individuais. Além disso, o custo referente ao exame de todos os documentos seria muito grande.

## **1.2 Objetivo**

O objetivo geral deste trabalho é aperfeiçoar os procedimentos de auditoria documentária empregados no TCM- BA, através de ferramentas estatísticas, em especial amostragem de aceitação e curva característica de operação. O objetivo específico consiste em comparar a metodologia proposta e o processo de auditoria aplicada no TCM-BA, em que, hoje, a amostra é delimitada com base na distribuição hipergeométrica.

## **1.3 Importância da pesquisa**

É nítida a importância do presente estudo, pois se observa uma busca por técnicas de amostragem ideais nas avaliações dos relatórios contábeis, que viabilizam a obtenção de subsídios para os pareceres anuais sobre as contas prestadas pelo governo.

Diferentes técnicas de amostragem são aplicadas em diversos campos do conhecimento. No âmbito de auditoria contábil - financeira as técnicas de amostragem constituem-se num método viável para conduzir à execução dos procedimentos de auditoria, pois permitem evidenciar o universo desta investigação científica. Tal técnica tem o propósito de alcançar os objetivos que foram delineados num menor espaço de tempo, com a qualidade e a independência requerida.

Acredita-se portanto, que a presente pesquisa contribuirá para tornar mais efetiva a atuação do TCM- BA, aperfeiçoando a sua capacidade para apurar oportunamente os resultados e as eventuais falhas sistemáticas presentes na administração pública.

Como produtos esperados dessa pesquisa, pode-se citar como impacto científico a implantação de um sistema capaz de dar suporte ao processo de auditoria de documentos monetários para servir como substâncias essenciais, suporte e fundamento para futuras ações de cunho informativo, declarativo, preventivo ou repressivo, a depender dos resultados alcançados a partir da solução. Quer dizer, fonte para estudiosos e interessados por mitigar os prejuízos, ou não, causados pela má gestão e aplicações dos recursos públicos. Assim como mostrar a viabilidade, eficiência e eficácia da aplicação das seguintes ferramentas estatística da qualidade, Amostragem de aceitação e curva característica de operação nos processos de auditoria, onde estas são hoje mais exploradas no âmbito industrial.

Em relação ao impacto tecnológico, este retratará a otimização do processo de auditoria, culminando com celeridade a obtenção e avaliação de evidências apresentadas nas demonstrações financeiras.

No impacto econômico, lista-se o maior e melhor aproveitamento e uma possível redução do recurso humano envolvido nas atividades intrínsecas ao processo. Em vista do aumento de gastos na análise de todos os elementos não implica maiores benefícios em seus resultados.

Já no impacto social, ressalta-se em tempo hábil, a transparência das informações sobre aplicação nos gastos e gestão de recursos públicos a toda sociedade, subsidiando assim, ações pertinentes aos órgãos do governo em um espaço de tempo razoável.

Além dos impactos pontuados, cabe ressaltar que a carência sobre estudos associados às técnicas de amostragem em auditoria ainda é grande no Brasil, e é ainda maior na aplicação de técnicas bem elaboradas nos Tribunais de Contas.

## 1.4 Motivação

Como o objetivo de uma auditoria é aumentar o grau de confiança nas demonstrações contábeis por parte dos usuários, em que isso é obtido mediante a expressão de uma opinião do auditor sobre as demonstrações contábeis. Aqui, nesta pesquisa, traz-se a iniciativa de viabilidade e aperfeiçoamento do processo de auditoria nos Tribunais de Contas em todas as suas esferas, com a adoção do método de amostragem consagrado na indústria, amostragem de aceitação.

Com este trabalho, espera-se contribuir diretamente para o aprimoramento da gestão das finanças públicas por parte da administração e para o seu melhor controle. De forma que a opinião emitida pelo auditor, seja segura, digna de todo o crédito e também, que se retrate a realidade populacional, sem haver necessidade de avaliá-la.

Acredita-se que o presente estudo contribuirá para tornar mais efetiva a atuação dos Tribunais de Contas, aprimorando a sua capacidade para apurar tempestivamente os resultados e detectar as eventuais falhas da Administração Pública, de que hoje a sociedade tanto se ressente.

Como dito anteriormente, a enorme massa de documentos a ser auditada atualmente nos Tribunais de Contas, torna o auditor, se tanto, um mero verificador dos aspectos formais das prestações de contas. O testemunho de um auditor na Bahia, é comovente: *“Minha grande frustração é quando vejo um fato denunciado pela mídia sobre algum desmando numa Prefeitura, e que passou por nós e nós não vimos. Isso demonstra que o nosso sistema de controle externo é extremamente falho”*

Torna-se portanto, imprescindível a utilização de técnicas de amostragem nas avaliações de contas públicas, no acompanhamento contábil de obras e na obtenção de subsídios para os pareceres anuais sobre as contas prestadas pelos gestores públicos.

## **1.5 Limites e limitações**

Embora a auditoria seja um instrumento indispensável para o controle organizacional, não é imune a falhas. A auditoria não impede por completo fraudes e erros nos registros e transações, uma vez que o auditor contábil, em muitos casos não executa a verificação em todos os registros em face da enormidade de averiguações, que seriam necessárias para tal, o que inviabilizaria a auditoria pelo seu custo.

Destaca-se a natureza das informações financeiras, como limitação da pesquisa, ou seja, a ausência de conhecimento sobre a distribuição de probabilidade dos dados. Cita-se, também, que o resultado aqui observado é limitante apenas para a projeção do universo de contas associado à amostra avaliada.

## **1.6 Questões e hipóteses**

Com base no problema da pesquisa relativo ao aperfeiçoamento do processo de auditoria no TCM-BA, a fim de aumentar a identificação das falhas no sistema, destaca-se que para fundamentar a opinião do auditor sobre as demonstrações contábeis, a hipótese que se deseja testar é a fidedignidade dos lotes de documentos. Para tanto, esta pesquisa avalia amostras determinadas pela amostragem de aceitação e o plano amostral é discriminado pela curva

característica de operação. Com isso, argumenta-se que o diagnóstico dado às amostras examinadas é de fato confirmado, se toda a população fosse avaliada.

Deve-se levar em consideração que o auditor não é obrigado e não pode reduzir o risco de auditoria a zero e, portanto, não pode obter segurança absoluta de que as demonstrações contábeis estão livres de distorção relevante devido a fraude ou erro.

## **1.7 Aspectos metodológicos**

A utilização de amostras para se inferir sobre todo o universo de itens a serem examinados tem sido bastante vantajosa. A amostragem de aceitação, que tem como objetivo garantir que o lote analisado esteja de acordo com as especificações desejadas, funciona da seguinte forma: toma-se uma ou mais amostras de um lote de itens e inspeciona-se alguma característica de qualidade das unidades na amostra. Com base na informação obtida na amostra, toma-se uma decisão em relação ao lote estudado. Normalmente a decisão é relativa à aceitação ou rejeição do lote, denominada sentenciamento do lote.

A amostragem de aceitação simples foi empregada no desenvolvimento da proposta deste estudo pela conveniência de utilização no contexto do Tribunal de Contas, pois além do custo/ benefício, aparentemente apresenta menor dificuldade para implementação no processo.

Vale ressaltar que os documentos apresentados à auditoria têm uma ampla gama de valores, isto sugere que a amostra seja escolhida através de mecanismos que contemplem essa diversidade, isto é, um documento tenha uma maior ou menor probabilidade de ser selecionado em função do seu valor. Daí decorrem, de imediato, duas questões: qual o procedimento amostral neste caso mais adequado para uso no Tribunal de Contas e como conciliar os resultados deste procedimento com a avaliação das probabilidades de aceitação ou rejeição dos documentos apresentados para análise. A literatura sobre amostragem de aceitação



tradicionalmente considera que os itens que compõem o lote a ser inspecionado são idênticos. Uma solução é adotar a amostragem por unidade monetária, usualmente recomendada, provavelmente irá alterar substancialmente as estatísticas associadas à curva característica de operação do plano examinado. Por outro lado, a curva característica de operação é um instrumento extremamente importante para que o auditor possa escolher a sua forma de proceder.

Nesta pesquisa científica, será desenvolvida e implementada uma solução no processo de auditoria documentária, utilizando amostragem de aceitação e curva característica de operação, capaz de se integrar com os sistemas de registro de documentos hoje existentes no Tribunal de Contas, para que possa ser utilizada pelos auditores.

O processo de validação dessa solução será através da comparação, via simulação, com a solução hoje aplicada no Tribunal. Os resultados são comparados para ambos os métodos. As demonstrações contábeis foram geradas por simulação no MATLAB (Matrix Laboratory), Este é um ambiente de computação numérica, desenvolvido pela MathWorks. O MATLAB permite manipulações de matrizes, plotagem de funções e dados e implementação de algoritmos.

## **1.8 Organização da dissertação de mestrado**

Esta pesquisa apresenta quatro capítulos e está estruturada da seguinte forma:

- Capítulo 1 Introdução – Contextualiza o âmbito, no qual a pesquisa proposta está inserida. Apresenta portanto, a definição do problema, objetivos e justificativas da pesquisa, assim como essa dissertação de mestrado está estruturada;
- Capítulo 2 Auditoria por Amostragem – Este capítulo discorre sobre conceitos básicos sobre auditoria e amostragem, detalhando algumas técnicas utilizadas de auditoria por amostragem, com base na revisão de literatura

realizada. Trata-se também das ferramentas utilizadas no desenvolvimento do trabalho e descrição do modelo de simulação e conceitos das ferramentas nele desenvolvido;

- Capítulo 3 Resultados – Produtos obtidos de acordo com as simulações realizadas que possibilitaram uma análise abrangente das técnicas de amostragem utilizadas para os serviços de auditoria;
- Capítulo 4 Considerações finais – Apanhado geral sobre o trabalho de pesquisa feito, pontuado uma reflexão sobre a metodologia usada, sobre os achados e resultados obtidos.

---

## Revisão da literatura especializada – Fundamentação teórica

---

Este capítulo contém uma revisão de literatura sobre auditoria de documentos, demonstrações contábeis, tipos de testes e amostragem em auditoria, técnicas estas que algumas empresas têm à disposição para suas auditorias internas.

### 2.1 Conceito de auditoria

No Brasil, as normas de auditoria são regulamentadas pela Resolução do Conselho Federal de Contabilidade (CFC) nº 321/72 e incluem grande parte das normas do *American Institute of Certified Public Accountants* (AICPA). Tais normas são divididas em: normas relativas à pessoa do auditor, à execução do trabalho e ao parecer.

Antes de apresentar o conceito de auditoria, é necessário entender a função das demonstrações contábeis. Estas se fundamentam em informações preparadas por escrito, destinadas a expor a situação e o desenvolvimento patrimonial da empresa.

Os requisitos para o cumprimento das funções das demonstrações contábeis são: informar aos usuários os critérios adotados na sua composição; apresentar parecer de terceiros sobre a fidedignidade com que tais demonstrações refletem a situação do patrimônio e sua evolução em um determinado período.

A fim de atender o primeiro requisito citado, adota-se um conjunto de princípios e normas de contabilidade, em geral já conhecidos e aceitos, para a elaboração das demonstrações contábeis, que reportam substancialmente à avaliação do patrimônio

e à forma de apresentação das informações nelas contidas. Já o segundo requisito é preenchido recorrendo-se a um auditor (OLIVEIRA, 1989).

Cook e Winkle (1983) definem auditoria como um estudo e avaliação sistemáticos de transações e procedimentos das demonstrações contábeis, que tem como finalidade determinar o grau de observância aos critérios estabelecidos e emitir um parecer sobre o assunto.

Segundo Boynton, Johnson e Kell (2002), auditoria consiste em:

um processo sistemático de aquisição e avaliação objetivas de evidências sobre afirmações a respeito de ações e eventos econômicos, para aquilatação do grau de correspondência entre as afirmações e critérios estabelecidos, e de comunicação dos resultados a usuários interessados.

É, também, de acordo com Manual de Auditoria Pública (2004), um procedimento cujo objeto é avaliar a legalidade e a legitimidade da gestão contábil, financeira, orçamentária e patrimonial da administração direta e indireta dos bens e recursos públicos utilizados por pessoa física ou entidade de direito privado, bem como avaliar os resultados dessa gestão quanto à economicidade, eficiência e eficácia.

Conforme já destacado, os auditores têm como objetivo examinar as demonstrações contábeis e expressar uma opinião sobre a fidedignidade dos dados nela contidos. Para tanto, eles precisam unir evidências suficientes que lhes permitam julgar se as demonstrações estão de acordo com os princípios de contabilidade de modo geral aceitos. A obtenção de elementos comprobatórios é feita através dos testes de auditoria (ANDRADE, 1988).

Esse estudo dará suporte à auditoria por amostragem, a partir do cálculo do tamanho amostral por técnicas estatísticas em geral aplicadas no âmbito de controle de qualidade, sugerindo assim, um aperfeiçoamento no procedimento hoje praticado.

## 2.2 Testes e amostragem em auditoria

Os testes em auditoria constituem o processo fundamental pelo qual o auditor reúne elementos comprovativos. Esses testes podem ser aplicados em todas as transações ou em uma amostra representativa adequada. Esta última aplicação, ultimamente, é a mais usual, inclusive nos Tribunais de Contas. Segundo Oliveira (1989) a amostragem é um procedimento por meio do qual o auditor examina uma quantidade menor do que o total de um conjunto de dados, com o propósito de emitir uma conclusão sobre o total.

Com isso, é importante destacar a preocupação do auditor em determinar a extensão da verificação necessária, o tamanho ideal da amostra, até onde se deve chegar, quanto é preciso investigar e, quais são as variáveis a considerar para se ter a certeza de que os resultados das condições testadas se aplicam a toda população em estudo.

Para amostragem ser válida, deve - se atender as exigências estatísticas referentes à representatividade e abrangência dos itens eleitos para avaliação (OLIVEIRA, 1989). A amostragem pode ser designada para obtenção de evidências corroborativas da execução de certos procedimentos ou da validade do processamento contábil das transações e saldos ou, diferentemente, dos erros ou irregularidades neles talvez existentes.

O tipo de teste em auditoria a ser escolhido dependerá da intenção do auditor. Ele poderá decidir complementar outros procedimentos de auditoria adotados, para avaliar o saldo contábil dos estoques, conferindo o valor dos itens. Caso o propósito dessa avaliação seja extrapolar seus resultados à totalidade do saldo dos estoques, a opção é recorrer à amostragem.

Segundo Oliveira (1989) e Andrade (1988), preliminarmente à análise, o auditor deve estabelecer um plano de amostragem que com base nele o auditor seguirá o processo de amostragem. Scott (1982) estratifica o plano em treze etapas:

1. Definir os objetivos da avaliação;
2. Determinar os níveis de risco aceitáveis;

3. Especificar a população;
4. Calcular o tamanho da amostra;
5. Especificar a unidade de medida dos itens amostrais;
6. Determinar o método de amostragem que será utilizado;
7. Selecionar a amostra;
8. Aplicar os procedimentos de auditoria à amostra;
9. Aplicar procedimentos alternativos, em que os procedimentos de auditoria não podem ser aplicados;
10. Formar conclusão sobre cada item da amostra;
11. Avaliar os resultados da amostra;
12. Revisar o trabalho do exame e
13. Aplicar opinião sobre a população.

Já Andrade (1988) estabelece a divisão do plano em oito etapas, em que estas estão contidas nas que foram estabelecidas pelo autor Scott (1982). Segundo Stevenson (2001) o plano amostral segue apenas cinco diretrizes:

1. Definir cuidadosamente o problema. Certificar a clareza da finalidade do estudo;
2. Formular um plano adequado para a coleta dos dados;
3. Reunir os dados;
4. Analisar e interpretar os dados;
5. Relatar as conclusões de maneira que sejam facilmente entendidas por quem as for usar, na tomada de decisão.

A natureza, extensão e duração dos exames de auditoria devem variar com o estudo e a avaliação pelo auditor das condições do controle interno, pois, quanto mais deficiente este se apresenta, maior a possibilidade de surgirem erros nas contas e demonstrações contábeis, e também mais alto torna-se o grau de risco associado (ANDRADE, 1988).

O controle interno é estratificado em controles contábeis e administrativos. O auditor está mais preocupado com os controles contábeis, que abrangem o plano de organização e todos os métodos e procedimentos que se referem à salvaguarda dos ativos e à fidedignidade dos registros contábeis. A auditoria contábil deve

proporcionar segurança de que erros e irregularidades possam ser descobertos com razoável presteza, assegurando a confiabilidade e integridade dos registros financeiros (AICPA, Professional Standards). Ressalva-se que não há impedimento de examinar os controles administrativos, caso eles possam ter alguma influência sobre os registros contábeis. Além disso, o controle contábil é o foco desta pesquisa.

Os testes seletivos e amostragem têm fundamentado a auditoria ultimamente, de modo que os exames pormenorizados de todas as transações diminuíram em uma escala crescente e progressiva. Conforme estabelece a NBC T 11 (Normas de Auditoria Independente das Demonstrações Contábeis) os procedimentos de auditoria referem-se aos testes de observância e testes substantivos, descritos a seguir.

## 2.2.1 Tipos de testes em auditoria

Segundo Crepaldi (2002), existem dois tipos de testes em auditoria, a saber: testes de observância e testes substantivos. Tal assertiva é, também, ratificada por instruções do Conselho Federal de Contabilidade.

### 2.2.1.1 Testes de observância

Os testes de observância são procedimentos aplicados pelo auditor, com o objetivo de avaliar o cumprimento dos processos de controle interno, estabelecidos pela empresa.

Tais testes são intitulados, também, como testes de procedimentos ou de aderência. Eles têm a intenção de validar a credibilidade dos sistemas de controle de uma

empresa. Ou seja, o auditor verifica, por exemplo, a aprovação das faturas para codificação de contas, feitas pelo encarregado de contas a pagar. Esses testes não levarão em conta se a codificação das faturas é uma realidade concreta, o teste adequado para este fim seria o teste substantivo (OLIVEIRA, 1989).

Segundo Andrade (1988), os testes consistem em amostras retiradas de um universo, com o propósito de determinar até que ponto os procedimentos alcançam as especificações do sistema. As amostras destinadas a esse fim devem ser avaliadas em termos de desvio em relação aos procedimentos pertinentes posto a prova.

Através dos testes de observância, o auditor pode vir a depositar maior ou menor confiança no sistema de controles internos aplicados. Portanto, a aplicação desses testes requer muita atenção e acuidade do auditor, e normalmente são aplicados sem que os envolvidos no processo auditado percebam.

### 2.2.1.2 Testes substantivos

Os testes substantivos são conhecidos também por testes comprobatórios de detalhes. Estes testes são empregados pelo auditor, com o objetivo de obter evidências sobre transações, saldos e divulgações nas demonstrações contábeis. Tais provas são instrumentos que proporcionam ao auditor fundamentação para emissão de relatórios.

Testes substantivos são procedimentos de auditoria concebidos para obter evidência sobre a validade e propriedade do tratamento contábil de transações e saldos ou para detectar distorções. Os testes substantivos podem também revelar deficiências nos controles. Testes substantivos incluem testes de detalhes de transações e saldos, e procedimentos analíticos (AICPA, 2008).

Para realização dos testes substantivos, o auditor retira amostras com intuito de obter evidências quanto à validade e propriedade das transações registradas



contabilmente. Para tanto, primeiramente é feito um julgamento inicial sobre os valores monetários dos erros que deverão ser considerados materiais para as demonstrações contábeis tomadas como um todo. Nota-se que a natureza e extensão dos testes substantivos são influenciadas pelo grau de risco associado às contas ou transações (ANDRADE, 1988).

Quanto à avaliação de uma amostra para testes substantivos e efetivas conclusões, o auditor pode determinar que: as contas estão registradas satisfatoriamente; há necessidade de ajustes nas contas; ou há necessidade de uma auditoria suplementar.

Ainda sobre esse teste, menciona-se que é de fundamental importância na complementação dos testes de observância, considerando que é através dos testes substantivos que o auditor tem condições de se certificar sobre a fidedignidade das transações e registros contábeis.

A seguir são descritas as distribuições de probabilidade úteis nas técnicas de amostragem e nas simulações desenvolvidas nesse estudo.

## **2.3 Distribuições de probabilidade**

É relevante saber a distribuição de probabilidade das demonstrações contábeis do conjunto de documentos a serem auditados. Como identificar a distribuição específica não é tão simples, foram utilizados, nas simulações, os modelos probabilísticos lognormal, Weibull e triangular, para gerar os valores monetários dos documentos. Então, destaca-se que nessa pesquisa foram realizadas simulações a fim de gerar as demonstrações contábeis a serem auditadas, que retratem a realidade dos processos monetários; e simulações no intuito de reproduzir a sistematização do processo de auditoria de conta, no mundo real. Para tanto foram desenvolvidos três modelos de simulação que consistem em gerar documentos monetários e os demais seriam determinar o tamanho amostral nas diferentes

técnicas, uma fundamentada na distribuição hipergeométrica e outra na amostragem de aceitação.

São descritas a distribuição binomial, para determinação do erro; hipergeométrica, para cálculo do tamanho amostral e as distribuições triangular, lognormal e Weibull, para geração dos valores dos documentos de prestação de contas.

A distribuição associa uma probabilidade a cada resultado numérico de um experimento, ou seja, dá a probabilidade de cada valor de uma variável aleatória. Na seção seguinte são descritas distribuições de probabilidade utilizadas neste trabalho.

### 2.3.1 Distribuição binomial

A distribuição binomial é um dos principais modelos de distribuição de probabilidade para variáveis aleatórias discretas. As principais propriedades da distribuição binomial são:

- Cada item selecionado para amostra é classificado em uma de duas categorias, mutuamente excludentes, “sucesso” e “fracasso”;
- A chance de um item ser classificado como “sucesso” é  $p$  e de ser classificado como “fracasso” é  $1-p$ , tais probabilidades são constantes.

Seja uma variável aleatória definida pelo número de sucessos contidos numa amostra. Neste caso, a variável aleatória segue uma distribuição de probabilidade binomial com parâmetros que correspondem ao número de itens da amostra e a probabilidade de sucesso. Nesta pesquisa, as qualificações de sucesso e fracasso equivalem, respectivamente, a documento que contém erros monetários e documento isento de erros.

### 2.3.2 Distribuição hipergeométrica

A distribuição de probabilidade hipergeométrica é a distribuição por excelência em amostragem. Esta é a mais apropriada para situações em que as probabilidades de seleção variam, ou seja, ocorre quando as amostras são selecionadas sem reposição. Ela é rigorosamente válida para amostragem por atributos de uma população finita, pois reflete perfeitamente as características dos procedimentos de auditoria por amostragem. Para o tamanho de populações grandes, a distribuição hipergeométrica aproxima-se da binomial.

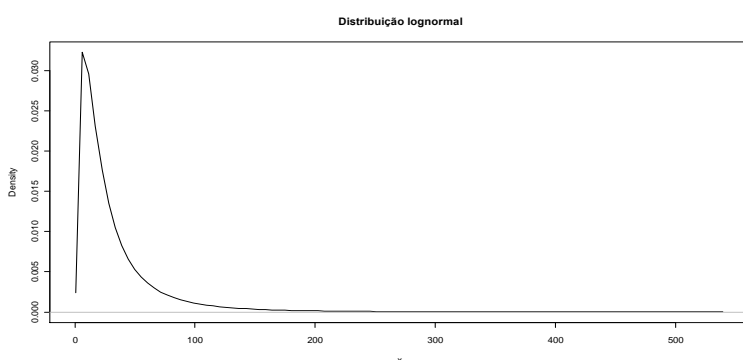
A distribuição hipergeométrica pressupõe um conjunto de elementos populacional. Extraído-se um determinado número de elementos ao acaso, sem reposição, o número de elementos que possuem a referida característica tem uma distribuição hipergeométrica.

Esse modelo de distribuição é aplicado, em geral, em controle de qualidade ou aderência a critérios estabelecidos previamente, nos quais os desvios em relação ao critério definido são tratados igualmente, ainda que os valores envolvidos difiram entre si. É, também, um modelo correto de distribuição discreta para auditoria.

### 2.3.3 Distribuição lognormal

A distribuição lognormal foi uma das distribuições eleitas, para simular os dados referentes aos valores dos documentos monetários em função da possível assimetria, que o conjunto desses valores pode apresentar. Com isso, na simulação, deve haver valores baixos com uma grande chance de sair e documentos com valores altos com uma pequena chance. A Figura 2.1 mostra a assimetria da distribuição lognormal.

Outra razão pela utilização da distribuição lognormal na geração dos documentos é que, além da assimetria, a variável é sempre positiva, ou seja, nenhuma conta é esperado valor abaixo de zero. (KRUKOSKI, 2010). Para gerar a população de documentos monetários, faz-se necessário especificar o valor da média e do desvio padrão (parâmetros da distribuição).



Fonte: internet, sem endereço especificado.

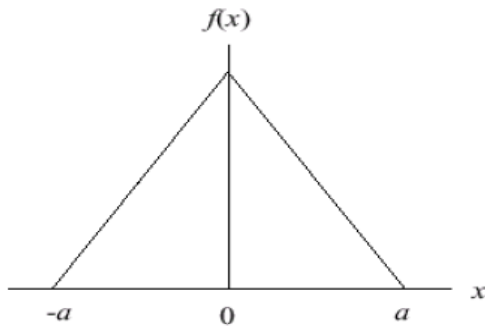
Figura 2.1 – Função densidade de probabilidade da distribuição lognormal

### 2.3.4 Distribuição triangular

A distribuição triangular tem um uso bastante difundido em simulação, principalmente quando os dados disponíveis são poucos ou inexistentes (SANTOS, 1999). A distribuição triangular é apropriada quando é possível determinar o valor mais provável da variável aleatória, o seu valor mínimo, o valor máximo, e quando uma função linear parece apropriada para a descrição da distribuição dos valores dos erros das variáveis (ASSIS, 2006 e PONCIANO, 2004).

Segundo Bressan (2002), esse modelo de probabilidade é ainda usado, mais comumente, quando o objetivo é obter uma aproximação do mundo real na ausência de dados, a qual permite uma distribuição mais ajustada, ou quando se conhece

apenas os valores mais prováveis, mínimo e o máximo, da variável, mas se desconhece sobre a distribuição empírica dos dados. A Figura 2.2 apresenta o gráfico da distribuição triangular.



Fonte: internet, sem endereço especificado.

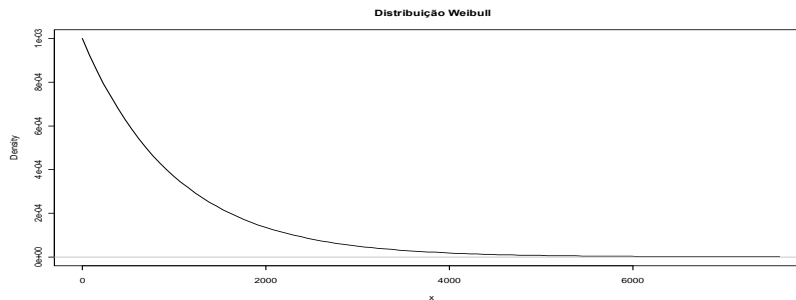
Figura 2.2 – Função densidade de probabilidade da distribuição triangular

### 2.3.5 Distribuição Weibull

A distribuição Weibull é largamente utilizada em estudos de confiabilidade, análise de sobrevivência e em outras áreas devido a sua versatilidade (SIMONETTI, 2009). Isto é, essa distribuição geralmente se ajusta bem aos dados que apresentam forte assimetria, fator relevante para geração das demonstrações contábeis nesta pesquisa. A assimetria desse modelo de probabilidade pode ser observada na Figura 2.3. Os parâmetros correspondentes à distribuição Weibull são: parâmetro de escala e parâmetro de forma.

Quando o parâmetro de escala (constante que reflete o tamanho da unidade na qual a variável aleatória é medida) for igual a um e quanto maior o parâmetro de forma (constante que dá a forma da distribuição) mais próxima ela se torna da distribuição

normal, porém quando o parâmetro de forma for maior do que três, a área sob a cauda na distribuição Weibull é menor do que a cauda da distribuição normal (GONÇAVEZ, WERNER, 2009).



Fonte: internet, sem endereço especificado.

Figura 2.3 – Função densidade de probabilidade da distribuição Weibull

## 2.4 Teste de hipótese

Uma das questões da inferência estatística é testar uma hipótese. Isto é, a partir de uma determinada afirmação sobre uma população, na maior parte dos casos sobre um parâmetro dessa, deseja-se saber se os resultados de uma amostra contradizem ou não uma a afirmação. O objetivo do teste estatístico de hipótese é fornecer ferramentas, que permitam validar ou refutar uma hipótese através dos resultados da amostra.

Segundo Fonseca e Martins (1986), hipótese estatística consiste em uma suposição quanto ao valor de um parâmetro populacional, que será verificado por uma afirmação quanto à natureza da população. Verifica-se, portanto, que é uma afirmação acerca de uma população, que pode ser avaliada mediante uma amostra aleatória. Ainda, segundo os autores, o teste de hipótese é uma regra de decisão para rejeitar ou não uma hipótese com base nos elementos amostrais.

O teste de hipótese é composto por duas conjecturas: hipótese nula, representada simbolicamente por  $H_0$ ; e a hipótese alternativa, representada por  $H_1$ . A hipótese alternativa geralmente revela a suposição que o pesquisador quer provar, portanto, em geral, a hipótese nula é formulada com o propósito de ser rejeitada (FONSECA e MARTINS, 1986). Assim, é perceptível a conveniência do procedimento, pois o equívoco de erroneamente rejeitar a hipótese nula é considerado mais sério do que o equívoco de erroneamente não rejeitar a hipótese nula.

A probabilidade do erro tipo I ( $\alpha$ ) consiste no risco de rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ), quando esta é verdadeira. O risco alfa é denominado nível de significância. E a probabilidade do erro tipo II ( $\beta$ ) consiste no risco de não rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ), quando ela é falsa. Tais conceitos podem ser expressos da seguinte forma:

$$\alpha = P(\text{erro do tipo I}) = P(\text{rejeitar } H_0 \mid H_0 \text{ é verdadeira}) \text{ e}$$

$$\beta = P(\text{erro tipo II}) = P(\text{não rejeitar } H_0 \mid H_0 \text{ é falsa})$$

O Quadro 1 mostra um resumo das situações dos erros tipo I e II. O risco alfa envolve a eficiência da auditoria e o risco beta trata da eficácia da auditoria (CUNHA, 2005). Vale dizer que para os testes substantivos, o auditor deve observar estes riscos.

Quadro 1 - Síntese das situações dos erros do tipo I e II

Realidade	Decisão	
	Não rejeitar $H_0$	Rejeitar $H_0$
$H_0$ é verdadeira	Decisão correta	Erro tipo I
$H_0$ é falsa	Erro tipo II	Decisão correta

Fonte: Bussab

Scott (1982) afirma que nas hipóteses a serem examinadas em auditoria há em geral, algumas possíveis respostas, a saber:

- O auditor pode não rejeitar o valor nominal, quando este está de fato correto (decisão apropriada);
- O auditor pode rejeitar o valor nominal como materialmente errado, quando está correto (erro tipo I);
- O auditor pode não rejeitar o valor nominal, quando há erro de volume material (erro tipo II);
- O auditor pode rejeitar o valor nominal como materialmente errado, quando o valor de fato está errado (decisão apropriada).

Já os erros oriundos da própria auditoria da amostra são os chamados erros não amostrais.

É importante reiterar que conforme o tamanho da amostra aumenta, maior representatividade há em relação à população e, conseqüentemente, o erro de amostragem diminui. É claro que o custo dos procedimentos de auditoria também aumenta, a medida que a dimensão amostral aumenta.

Na inferência estatística, as incertezas estão sempre presentes. As incertezas são medidas em termos de probabilidade. Ressalta-se que a base de aplicação das normas de auditoria é composta pela materialidade e risco relativo (OLIVEIRA, 1989).

### 2.5.1 Erro amostral e erro não amostral

Erros em auditoria incluem tanto incerteza devida à amostragem, quanto incerteza devida a outros fatores alheios à amostragem, ou seja, há erros de amostragem e erros de não amostragem, abordagem, inclusive, já mencionada no item anterior.



Os erros não amostrais consistem em erros causados por fatores independentes do plano amostral, a exemplo de erros de medida, digitação, etc. Incluem a possibilidade de seleção de procedimentos que não são adequados para um objetivo específico. Tais riscos podem ser reduzidos ou até mesmo evitados através de um planejamento ideal e sob uma supervisão adequada.

Segundo Cook e Winkle (1983), os auditores preocupam-se basicamente com dois tipos de riscos: ocorrência de erros ou irregularidades materiais no processo de contabilização das transações e de elaboração das demonstrações financeiras; e ocorrência de erros materiais que se refletem nas contas e nas demonstrações financeiras e que não tenham sido detectados. Para reduzir este último risco, os auditores aplicam testes substantivos e examinam outras provas de auditoria.

No geral, os riscos de amostragem ocorrem quando o auditor retira uma amostra que não contém as mesmas características da população. Isto propicia o auditor fazer inferências impróprias. Partindo desse ponto, os auditores devem estar atentos ao fato de que poderão existir discrepâncias, erros, nos dados amostrais. Essas divergências levam o auditor a estudar as conclusões tiradas com base no exame destas e verificar se outras análises as confirmam. O erro amostral é inerente ao processo de amostragem (ANDRADE, 1988). Nesta mesma linha, Cunha (2005) reitera que o risco de amostragem na auditoria é chegar a uma conclusão, baseada na amostra selecionada, diferente da população.

Para que a técnica de amostragem em auditoria seja útil ao processo de tomada de decisão, os dados devem ser apropriados, isto é, livres de vieses, ambiguidades ou outros tipos de erro (BRASIL, 2002).

A Norma Internacional de Auditoria (NIA) nº530 da *Internacional Federation of Accountants* (2004) elucida que o risco de amostragem emerge da possibilidade de que a conclusão produzida pelo auditor, estabelecida a base de uma amostra, possa diferir da conclusão que seria obtida, se toda a população tivesse o mesmo procedimento de auditoria.

Visto que o sistema de amostragem envolve algum risco, os testes de auditoria exigem uma avaliação objetiva desse risco. Se as técnicas de amostragem são

aplicadas, a probabilidade de que uma amostra traduza qualidades particulares da população, pode ser quantificada estatisticamente.

Um auditor pode especificar em termos numéricos o critério que quer que seu teste de hipótese preencha. Ele pode decidir: 1) com que grau de precisão quer estimar o volume do valor da conta ou a taxa de ocorrência de uma característica; 2) a probabilidade de que sua estimativa seja de fato próxima ao valor real ou taxa de ocorrência, a confiabilidade.

Para alguns auditores alguns termos são comuns como: precisão, nível de confiança, confiabilidade, risco alfa e risco beta, termos que são frequentemente utilizados em discussões de amostragem.

A precisão e confiabilidade permitem mensurar o grau de incerteza inerente ao exame parcial dos dados. Em controle dessas medidas, o auditor determina o tamanho da amostra ideal para diminuir a incerteza a limites razoáveis nas circunstâncias. A precisão expressa a escala ou os limites dentro dos quais se espera que o resultado da amostragem seja exato, enquanto confiabilidade expressa a probabilidade matemática de se atingir aquele grau de exatidão.

A materialidade tem um conceito relativo por ser o valor de um erro ou omissão da informação financeira, quer em termos individuais ou agregados, que pode influenciar as decisões dos possíveis utilizadores da informação financeira.

## **2.5 Amostragem em auditoria**

É importante dizer que no Brasil, as Normas Brasileiras de Contabilidade (NBC), do Conselho Federal de Contabilidade não apresentam conceituação para amostragem. Na NBC T -11- Norma de Auditoria Independente das Demonstrações Contábeis de 1997 consta apenas a aprovação de uso da amostragem pelo auditor.

Conforme o AICPA as normas são, em maior parte, inter-relacionadas e interdependentes. Os fundamentos da materialidade e risco relativo fornecem a base da aplicação de todas as normas, em especial a relativa às normas de campo e ao relatório.

O processo de amostragem em auditoria pode ser aplicado usando enfoque estatístico ou não estatístico. Nesta pesquisa, a abordagem estatística foi utilizada para o desenvolvimento metodológico no procedimento de auditoria.

Os elementos selecionados para análise a partir do saldo de contas ou classe de transações constituem uma amostra. Já todos os elementos que compõem o saldo de contas ou classe de transações de interesse constitui uma população.

Conforme mencionado, o processo de amostragem consiste em tomar uma amostra de um lote e inspecionar alguma característica da qualidade das unidades da amostra. Com base na informação dessa amostra, toma-se uma decisão em relação à disposição do lote. Habitualmente essa decisão consiste em aceitar ou rejeitar o lote. Essa determinação a ser tomada pelo auditor pode ser interpretada como sentenciamento do lote (MONTGOMERY, 2004).

Segundo *AU section 350, Audit Sampling* (AICPA, Professional Standards, vol 1), *American Institute of Certified Public Accounts (AICPA)*, no *Statement on Auditing Standards (SAS) nº 39 (1981, apud e CARMICHAEL, 1986)* e a Norma Internacional de Auditoria (NIA) nº 530, da *Internacional Federation of Accounts* (2004) a amostragem em auditoria é a aplicação de um procedimento de auditoria em menos de cem por cento dos itens dentro de um saldo de contas ou classe de transações, com o propósito de avaliar algumas características do saldo ou classe.

Em auditoria, as técnicas de amostragem propõem coletar e avaliar evidências numéricas das entidades administrativas, visando determinar e relatar o grau de adequação das informações obtidas a critérios que de modo prévio são definidos (BRASIL, 2002). Com tal procedimento é possível formar ou confirmar juízo sobre vasta quantidade de dados examinando apenas parte deles.

A amostragem não é somente usada em auditoria. Observa-se o uso dessa ferramenta em pesquisa de opinião, análise de mercado e pesquisa médica, em que

se deseja alcançar uma conclusão sobre um grande conjunto de dados, a partir de uma análise somente de uma porção desse conjunto. Existem grandes diferenças, entretanto, entre amostragem em auditoria e outras aplicações de amostragem.

Populações de contabilidade diferem da maioria das outras populações, porque antes do exame do auditor, os dados foram acumulados, compilados e sumarizados. De um modo geral, o objetivo do auditor é corroborar a exatidão dos dados de clientes, por exemplo, dados sobre saldo de contas ou para avaliar a eficácia dos controles no processamento dos dados. Geralmente, processo de auditoria é uma avaliação se um montante está substancialmente errado em relação a uma determinação de um montante original.

Vale salientar que em função do processo de amostragem em auditoria diferir das outras, destaca-se também a distinção da distribuição dos valores dos documentos em uma população contábil. Em uma população não contábil, os valores tendem a se concentrar ao redor da média da totalidade dos elementos. Já na população contábil tende a incluir alguns valores bastante elevados, número de valores moderadamente elevados e um grande número de pequenos valores. Por isso, o auditor terá que considerar a distribuição dos valores contábeis ao planejar amostragens para fins de testes substantivos.

Além disso, a evidência adquirida em cada teste é apenas um elemento da corroboração total obtida pelo auditor. Ele, de um modo geral, não depende de um único teste, como de modo provável, ocorre com um pesquisador de mercado ou outro amostrista que fundamenta seu juízo no resultado de um número de testes inter-relacionados. O auditor planeja e avalia a amostragem da forma pela qual ele tem ciência de que a conclusão global sobre as características da população em exame será baseada em mais de uma evidência comprovativa.

De modo geral, o processo de auditoria é uma avaliação para determinar se os dados monetários não estão substancialmente errados, e não para apurar o preciso montante de valores ainda desconhecidos.

O processo de amostragem traz alguns riscos, contudo é possível os auditores evitarem os esses perigos relativos à amostragem, com os seguintes cuidados:

- Formar opinião somente das populações pertinentes às amostras tomadas;
- Garantir que todo item da população tenha igual ou conhecida chance de seleção;
- Certificar que nenhum perfil da população afetará a escolha da amostra feita ao acaso e
- Impedir que vieses pessoais afetem a seleção dos itens da amostra.

Em AU, seção 350, *Audit Sampling* (AICPA, *Professional Standards*, vol. 1), encontram-se padrões estabelecidos para amostragem em auditoria. Esses padrões incluem o seguinte:

- Onde o item selecionado ou o documento secundário não está disponível para o auditor, este deveria tratar o item como uma divergência ou distorção. Esta suposição pode ser tomada por evidências apropriadas;
- O auditor deve projetar os resultados da amostra para a população da qual a amostra foi selecionada e não concluir unicamente em cima das divergências amostrais específicas ou distorções conhecidas;
- O auditor deve comparar a taxa de desvio (divergência) projetada, distorção da taxa tolerável, distorção tolerável para o saldo de contra ou transações de classe e deve apropriadamente considerar o risco da amostragem;
- O auditor deve considerar os aspectos qualitativos das divergências e distorções na avaliação, se as evidências podem indicar outras questões que poderiam alterar a gravidade implícita da avaliação ou que precisam ser abordadas na auditoria. Por exemplo, uma divergência poderia fornecer evidências de uma fraude ou um problema de controle grave.

O método de amostragem pode basear-se em técnicas probabilísticas ou não probabilísticas, qualquer uma dessas proporciona prova suficiente em conformidade com os objetivos do auditor, a decisão de usar uma abordagem estatística ou não é uma questão de julgamento do auditor (CARMELO, 2006). Na seção seguinte, passa-se a analisar os principais aspectos que diferenciam amostragem probabilística e não probabilística.

## 2.5.1 Amostragem probabilística e não probabilística

As técnicas de amostragem requerem conceitos quanto ao planejamento e execução dos seus procedimentos, assim como para avaliar seus resultados. Conforme comentado na seção anterior, iniciar a busca de uma técnica de amostragem, o auditor deve decidir entre a amostragem de origem estatística (ou probabilística) e não estatística (ou não probabilística). Para isso o auditor tem que ter competência técnica para execução e interpretação da amostragem estatística. A escolha do método de seleção está associada, também, com o binômio custo/benefício.

Os métodos de amostragem não probabilísticos e os probabilísticos são admitidos pelo *Statement on Auditing Standards (SAS)*, número 39. Este se tornou um guia de amostragem em auditoria desde 1983. Não obstante o método adotado, os auditores devem considerar os seguintes fatores, segundo Gafford (1984):

- Seleção de uma amostra representativa;
- Determinação do tamanho da amostra para testes substantivos fundamentado nas considerações de materialidade, risco e características da população e
- Projeção do erro baseado nos resultados da amostra, levando em consideração o risco amostral pré- fixado inicialmente.

Ambos os métodos: probabilísticos e não probabilísticos exigem que o auditor utilize o julgamento profissional para planejar e eleger os itens sujeitos à amostragem e determinar a dimensão da amostra. Para isso, segundo Meigs (1971), o auditor deve levar em conta a qualidade dos controles internos em vigor; o tipo de auditoria; a natureza e o volume das transações que serão examinadas e a qualidade do pessoal responsável pelo registro das transações.

A ideia básica da amostragem é mensurar uma parcela representativa de determinada população e utilizar, se possível, essa informação para fazer inferência sobre a população total. Em outras palavras, a meta da teoria de amostragem é a busca de procedimentos que permitem estabelecer através de um processo de

inferência, conclusões válidas sobre o comportamento de um conjunto de elementos com respeito à característica quantitativa ou qualitativa, mediante a análise de uma parte dos mesmos.

É importante dizer que a amostragem não probabilística não depende de princípios científicos. A técnica é tradicionalmente conhecida e desenvolvida há anos pelos auditores. A seleção, magnitude e avaliação da amostra são baseadas na experiência do auditor, portanto sua natureza é eminentemente subjetiva, ou seja, toda a fundamentação (determinação do tamanho da amostra e a avaliação dos resultados) desse plano é oriunda do julgamento do auditor. Como as ações são executadas subjetivamente, pode haver, portanto, distinção de tamanhos determinados por dois auditores, que apresentam a mesma qualificação profissional, em uma dada situação.

Muito embora, a amostragem não probabilística seja uma técnica de auditoria aceitável e reconhecida, o auditor deve ser cauteloso, em especial na emissão de opinião projetada para a população. Quem assim o faz, comete erros, pois a projeção só é possível em um plano amostral probabilístico. Muitos auditores utilizam a amostragem não probabilística na realização dos seus testes, fundamentada em leis de probabilidade, a fim de obter uma base estatística para expressar a opinião para um todo. Assim sendo, tais opiniões são extraídas equivocadamente.

A amostragem subjetiva deixa alguns pontos descobertos, segundo Cook e Winkle (1983), como:

- A impossibilidade de estimar quantitativamente o risco, que assumem;
- Não há fundamentação científica no método, para determinar o tamanho amostral. Trazendo, assim, impossibilidade de verificação de um tamanho ideal.
- Os auditores não contam com um método objetivo de avaliar as consequências dos erros eventualmente descobertos.
- Não há segurança na isenção de distorções e vieses nas amostras;

- Não há segurança na representatividade da amostra, pois é comum os auditores examinarem grupos de dados de um período específico, ou seja, avaliar faturas de um número determinado de meses.

Nesta pesquisa científica, como a abordagem em amostragem probabilística foi utilizada para o desenvolvimento metodológico para o procedimento de auditoria, faz-se relevância detalhar mais sobre essa técnica, em especial sobre alguns métodos de seleção e medição da amostra. Em vista disso, esse método foi delineado com mais detalhes nos próximos itens.

#### 2.5.1.1 Amostragem probabilística (medição)

Vale lembrar que o período posterior à Segunda Guerra Mundial foi marcado pelo desenvolvimento de muitas técnicas científicas, incluindo a utilização de modelos matemáticos e teoria de probabilidade na tomada de decisões das gerências empresariais. Certamente, estas técnicas foram se aprimorando e expandindo sua aplicabilidade até que os auditores, nas suas funções de decidir e opinar sobre as demonstrações contábeis, constatassem vantagens adicionais na sua utilização (ANDRADE, 1988).

A partir de então, o interesse pelas técnicas de amostragem probabilística foi estendido cada vez mais. Em 1955, nos Estados Unidos, o *New York State Society of Certified Public Accounts* fundou o Comitê Consultivo para Aplicação da Amostragem Probabilística na Contabilidade e Auditoria. Logo em seguida, em 1956, foi formado o Comitê de Amostragem Probabilística, pela *America Certified Public Accounts* (AICPA), que reconheceu as suas várias aplicações nos testes de auditoria.

Ainda há controvérsias a respeito da utilização desse tipo de amostragem, alegando-se que suplantava o julgamento do auditor. Vários artigos sobre o assunto foram publicados após 1956, época que foi estabelecido o comitê pela AICPA. Uma das



questões abordadas foi o tamanho amostral, Arkin (1984) sugeriu, em uma publicação no *The New York Certified Public Accountant*, a utilização de tabelas para escolha do tamanho da amostra em auditoria.

Ao utilizar amostragem estatística em auditoria, é comum observar que os auditores têm interesse em fazer inferência sobre uma população com base em uma amostra, e avaliar a confiabilidade da amostra. Tais preocupações podem ser contempladas através da utilização dos métodos de amostragem e testes apropriados. Os métodos de amostragem estatística são formais e precisos. Apesar de nenhum plano de amostragem garante que a amostra seja exatamente semelhante à população a qual foi extraída, um plano de amostragem estatístico permite quantificar a probabilidade do erro.

Em planos de amostragem probabilística é possível mensurar a variabilidade amostral em uma amostragem aleatória, determinar a confiabilidade das amostras e o risco relativo ao aceitar os resultados dessas amostras. Não se pode esquecer que a amostragem subjetiva não permite medir esse risco. A amostragem probabilística faculta a mensuração matemática do grau de incerteza produzido por um exame parcial do total de dados.

O *American Institute Certified Public Accountants* (AICPA) reconhece a utilidade do auditor independentemente em determinar o tipo de amostragem. Na realidade, as técnicas de amostragem probabilística, apesar de não substituírem o julgamento do auditor, os auxiliam a formar um julgamento baseado em métodos científicos, pois o seu julgamento torna-se necessariamente explícito, quando da determinação da precisão e confiança a serem empregadas nas amostras estatísticas.

É importante deixar claro que não se pode afirmar que a amostra retirada de uma população representa exatamente a população. Isto porque se trata de um processo de amostragem e não um censo, exame de todos os itens da população. De sorte, é importante que o auditor tenha em mente o fato de que pode haver erros amostrais, levando-o a tirar conclusões erradas.

Segundo Cook e Winkle (1983), os auditores em geral, preocupam-se com dois tipos de risco, onde o primeiro é a ocorrência de erros ou irregularidades materiais no processo de contabilização das transações e de elaborações das demonstrações

financeiras. A princípio, confiam nos controles contábeis internos para evitá-los. O segundo é a ocorrência de erros materiais os quais não sejam detectados, nas contas e nas demonstrações contábeis.

Os riscos em auditoria podem ser oriundos da amostragem ou não. Risco auditorial abrange possível medida imprecisa ou interpretação falsa das evidências reveladas pelos testes, assim como uma avaliação incorreta do sentido do teste em relação ao objetivo da auditoria.

A escolha da amostragem depende do objetivo da avaliação e da natureza dos dados sob exame. Observa-se, por exemplo, que em geral a amostragem nos testes substantivos tem por finalidade estimar um total monetário de uma população ou o valor monetário de erros em uma população. Algumas amostras podem ser aferidas sob mais de um enfoque. Com isso, o auditor deve selecionar cautelosamente a abordagem a ser empregada. Nos itens seguintes há algumas técnicas, que fornecem meios para se calcular o tamanho amostral em auditoria.

#### 2.5.1.1.1 Amostragem de descoberta

Na amostragem de descoberta o auditor examina os itens amostrais até a descoberta de um erro, por isso esse tipo de amostragem tem esta denominação. A partir da descoberta de um erro, o auditor julga o controle interno como inadequado. Essa amostragem é sugerida com um propósito especial e limitado. A amostragem de descoberta é utilizada para fornecer alta probabilidade de detecção de certos eventos numa população, ainda que ocorram com baixa frequência.

### 2.5.1.1.2 Amostragem de variáveis

É aplicada nos testes substantivos e objetiva determinar a razoabilidade dos valores contabilizados. Assim, é empregada para quantificar o valor monetário das transações processadas sem aderência aos procedimentos prescritos de controle interno.

Menciona - se alguns exames donde a amostragem de variáveis é comumente aplicada: teste dos valores a receber, teste das quantidades e valores dos estoques, dos valores contabilizados relativos à folha de pagamento e teste das transações para quantificar o valor daquelas que não foram objeto de apropriada aprovação (OLIVEIRA, 1989).

### 2.5.1.1.3 Amostragem de atributos

Define-se atributo como uma característica de qualidade, uma transação ou de um controle. A amostragem de atributos é proposta com o objetivo de permitir juízo sobre a população em termos de frequência da ocorrência de um evento. É comum, na auditoria, a aplicabilidade dessa amostragem no intuito de testar a taxa de desvio a um procedimento prescrito de controle interno, com a finalidade de determinar se a planejada dependência daquele controle é apropriada.

Em uma amostragem de atributos, o auditor imputa um mesmo peso a cada ocorrência, independente do valor monetário da transação. Visa testar a aderência aos procedimentos prescritos de controle interno A amostragem de atributos pode ser empregada em procedimentos substantivos, como no teste de possíveis omissões ou erros nos despachos de materiais ou mercadorias.

#### 2.5.1.1.4 Amostragem de aceitação

A amostragem de aceitação é um dos mais antigos aspectos sobre a garantia da qualidade, comumente utilizada no âmbito industrial. Tem uso, em geral, na recepção da matéria prima e na inspeção do produto final. Nas décadas de trinta e quarenta foi um dos principais componentes do campo do controle estatístico de qualidade.

O objetivo da amostragem de aceitação é decidir sobre o lote, o uso mais eficaz dessa amostragem é na verificação para garantir que a “saída do processo” esteja de acordo com as especificações (MONTGOMERY, 2004). A amostragem de aceitação é um plano estruturado pelos auditores, onde estes podem aceitar ou rejeitar um lote com base no número de erros revelados na amostra.

A amostragem de aceitação viabiliza ao auditor reduzir o volume de inspeção, quando os resultados da amostra revelam a existência de pouco ou nenhum erro.

Em amostragem desse tipo há tabelas especiais para uso. O auditor examina uma amostra de um número determinado de itens e encontra um número de erros; neste caso as tabelas podem ser utilizadas para determinação do grau de segurança de que os erros não excederão uma porcentagem deste universo.

A amostragem de aceitação é útil, quando a inspeção de todos os itens populacionais torna-se muito dispendioso ou demanda muito tempo, causando um sério impacto no cronograma de entrega dos relatórios; quando há sérios riscos potenciais para a fidedignidade das prestações de contas e, embora sendo satisfatória a credibilidade, for necessário um programa para monitoramento contínuo dos saldos de contas e transações. O plano de amostragem reduz erros de vistoria, pois esta a cem por cento pode conduzir ao cansaço e conseqüentemente conduz a falhas na detecção dos erros. Ao auditor rejeitar o lote inteiro de prestações de contas, fornece uma motivação mais forte em relação a melhorias na qualidade.

Os planos de amostragem de aceitação podem ser classificados por atributos ou variáveis. Segundo Montgomery (2004), define-se variáveis como características da

qualidade que são mensuradas em uma escala numérica; e os atributos são características da qualidade que são expressas corretas/ incorretas.

Dependendo do tipo de amostragem de aceitação adotada, é fornecido ao auditor meios de inferir se deve ou não continuar a retirar amostras da população. Quando os resultados não são conclusivos, o auditor pode, também, acrescentar itens na amostra já selecionada. Vale ressaltar que esse método não declara nada relativo aos valores monetários médios ou totais.

- *Amostragem de aceitação simples*

Segundo Montgomery (2004), um plano de amostragem simples corresponde a um procedimento de sentenciamento do lote, no qual se seleciona aleatoriamente uma amostra de  $n$  unidades do lote, e o auditor classifica o lote a partir da informação contida nessa amostra. Um plano de amostragem simples para atributos consiste em um tamanho amostral  $n$  e em um número de aceitação  $c$ .

O procedimento desse tipo de amostragem consiste em selecionar aleatoriamente  $n$  itens do lote, se há  $c$  ou menos erros na amostra, aceita - se o lote, caso contrário se há mais de  $c$  itens com erros na amostra, rejeita-se o lote. Vale ressaltar que a maneira como o lote é formado pode influenciar na eficiência do plano (MONTGOMERY, 2004).

A técnica de seleção aleatória para extração de uma amostra é a seguinte: primeiramente, dar um número a cada item do lote. Extraem-se  $n$  números aleatoriamente, onde a variação desses números é de um até o número máximo de unidades no lote. Essa sequência de números determina quais unidades no lote constituirão a amostra. Se os produtos têm números de série ou outro número de código, estes podem ser usados para evitar o processo de dar um número a cada unidade.

Assim, um plano de amostragem de aceitação é o estabelecimento de um tamanho de amostra a ser usado e dos critérios associados de aceitação ou rejeição de lotes

individuais. Um esquema de amostragem é definido como um conjunto de procedimentos consistindo em planos de amostragem de aceitação, nos quais os tamanhos dos lotes, os tamanhos das amostras e os critérios para aceitação ou rejeição, juntamente com a inspeção de todos os itens e por amostragem, estejam relatados. Finalmente, um sistema de amostragem é uma coleção unificada de um ou mais esquemas de amostragem de aceitação.

A escolha de um procedimento de amostragem de aceitação depende tanto do objetivo quanto da história da organização cujo produto está sendo o objeto da amostra.

Cada unidade na amostra é classificada como conforme ou não conforme. Uma unidade que é não conforme com as especificações em relação a um ou mais critérios é considerada uma unidade com erro.

O tipo de procedimento amostral eleito para metodologia desta pesquisa considerou os seguintes fatores: eficiência administrativa, o tipo de informação produzida pelo plano, quantidade média de inspeção exigida pelo procedimento e o impacto que determinado procedimento pode ter sobre o fluxo dos documentos na organização.

A título de conhecimento, os tipos de planos de amostragem dupla, múltipla e sequencial permitem tomar mais de uma amostra, para determinar a disposição de um lote. Os diferentes tipos de planos de amostragem podem ser feitos de modo que tragam resultados equivalentes, ou seja, os procedimentos podem ser planejados de modo que um lote com determinada qualidade tenha exatamente a mesma probabilidade de aceitação em qualquer um dos quatro tipos de planejamento. Estes tipos de amostragem não são focos desse estudo, por isso não serão expostos com mais detalhes nessa pesquisa.

### *Curva característica de operação*

Esta curva plota a probabilidade de aceitação do lote *versus* a fração de erros do lote. Com isso, a curva CO mostra o poder discriminatório do plano amostral, ou seja, mostra a probabilidade de que um lote, com certa fração de erros, seja

rejeitado ou não. Montgomery (2004) define a curva CO como uma medida importante do desempenho de um plano de amostragem de aceitação.

Com o tamanho do lote,  $N$ , grande, a distribuição do número de erros,  $d$ , em uma amostra aleatória de  $n$  itens é binomial, com parâmetros  $n$  e  $p$ , em que  $p$  é a fração de itens com erros no lote. A probabilidade de se observar exatamente  $d$  erros é:

$$P\{d \text{ erros}\} = f(d) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d}$$

A probabilidade de aceitação é dada por:

$$P_a = P\{d \leq c\} = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d}$$

Um plano de amostragem que discrimina perfeitamente os lotes bons e ruins teria a curva horizontal com uma probabilidade de aceitação,  $P_a=1$ , até atingir o nível de qualidade do lote considerado “ruim”, a partir desse ponto, a curva cai verticalmente para uma probabilidade de aceitação  $P_a= 0$ , e então corre de novo horizontalmente para todas as frações de erros dos lotes maiores do que o nível não desejado. Assim, todos os lotes de má qualidade seriam rejeitados e todos os lotes de boa qualidade seriam aceitos. A curva com tais características é intitulada por curva característica ideal, dificilmente obtida na prática. Esta curva é apresentada na Figura 2.4.

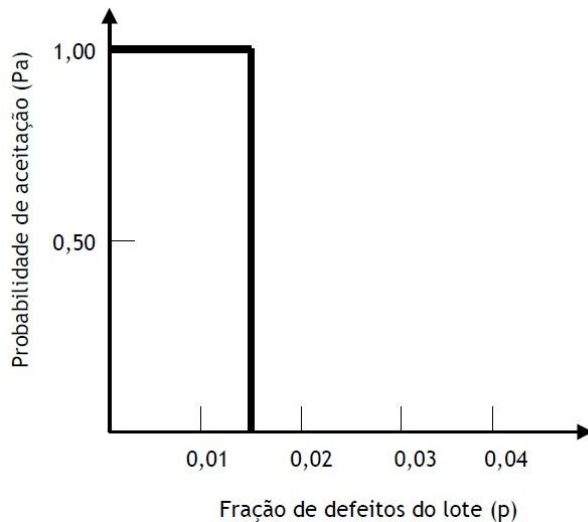


Figura 2.4 – Curva característica de operação ideal

A curva ideal poderia ser obtida pela averiguação de todos os itens, se esta fosse livre de erro. No entanto, a CO se aproxima dessa curva ao aumentar o tamanho da amostra. Quanto maior a inclinação da curva CO, maior é o poder discriminatório.

#### Pontos específicos sobre a curva CO

No âmbito industrial, para falar dos pontos específicos sobre a curva CO, Montgomery (2004) afirma que o fornecedor está interessado em saber qual nível de qualidade do lote ou processo resultaria em uma maior probabilidade de aceitação. O fornecedor, por exemplo, poderia estar interessado no ponto 0,95 de probabilidade de aceitação. Isso indicaria o nível de falhas do processo que poderia haver e ainda existir uma chance de 95% dos lotes serem aceitos. Já o consumidor poderia estar interessado no outro extremo da curva CO. Ou seja, qual nível da qualidade do lote ou processo resultaria em baixa probabilidade de aceitação.

Portanto, o consumidor estabelece, no plano amostral, o nível de qualidade aceitável (NQA), que representa o nível de qualidade que o consumidor consideraria aceitável como a média do processo. Ressalva-se que o NQA é uma propriedade do processo de manufatura do vendedor, não é uma propriedade do plano amostral. O



consumidor tem interesse em planejar o processo de modo que a curva CO tenha uma alta probabilidade de aceitação no valor do NQA. Este não tem o objetivo de ser uma especificação do produto, nem é o valor alvo para o processo de produção do fornecedor. Apenas se trata de um padrão de julgamento. Espera-se que o processo do fornecedor opere em um nível de falhas melhor do que o NQA.

O consumidor estará, também, interessado no outro extremo da CO, ou seja, proteção que se obtém para lotes de baixa qualidade. Nesse caso o consumidor estabelece um Percentual Aceitável de Defeituosos (erros) do Lote (PADL). Esse é o percentual mínimo de qualidade que o consumidor está disposto a aceitar em um lote. O percentual aceitável de erros do lote não é uma característica do planejamento amostral, mas é um nível da qualidade do lote especificado pelo consumidor. O PADL também é conhecido como Nível de Qualidade Rejeitável (NQR), Nível de Limite de Qualidade (NLQ) ou ainda como percentual tolerável de defeituosos no lote, *Lot Tolerance Percent Defective* (LTPD).

Nesta pesquisa, os pontos específicos, NQA e LTPD, para a CO serão especificados pelo auditor.

Segundo Montgomery (2004), a curva CO pode ser do tipo A ou B. Na curva tipo B, a forma se dá a partir de amostras oriundas de um grande lote ou conforme a amostragem a partir de uma sequência de lotes selecionados aleatoriamente de um processo. Nessa situação, a distribuição binomial é a distribuição exata para calcular a probabilidade de aceitação do lote.

Já a curva tipo A, é utilizada para calcular a probabilidade de aceitação para um lote isolado de tamanho finito. Ao supor que o tamanho do lote seja  $N$ , o tamanho da amostra seja  $n$  e o número de aceitação seja  $c$ . A distribuição amostral exata do número de itens com erros na amostra é a distribuição hipergeométrica.

Geralmente, a medida que o tamanho do lote aumenta, este tem um impacto decrescente sobre a curva CO. Se o tamanho do lote é cerca de 10 vezes o tamanho da amostra, ou seja,  $n/N \leq 0,10$ , as curvas tipo A e tipo B são praticamente indistinguíveis.

Uma abordagem de interesse no estabelecimento de um plano de amostragem de aceitação é identificar na curva CO dois pontos específicos. Tais pontos são a probabilidade de aceitação  $1-\alpha$  para lotes com fração de erros  $p_1$  (NQA), e a probabilidade de aceitação  $\beta$  para lotes com fração de erros  $p_2$  (PADL). Ao supor que a distribuição binomial, curvas tipo B, seja apropriada, o tamanho da amostra  $n$  e o número de aceitação  $c$  são soluções obtidas do seguinte sistema:

$$1 - \alpha = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p_1^d (1 - p_1)^{n-d}$$

$$\beta = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p_2^d (1 - p_2)^{n-d}$$

em que,

- $p_1$ : nível mínimo de erros no lote de documentos e
- $p_2$ : nível máximo de erros no lote de documentos

### 2.5.1.2 Amostragem probabilística (seleção)

Ao falar de seleção da amostra, em aspectos gerais, destaca-se que o auditor deve selecionar itens da amostra de tal modo que se possa esperar que a mesma seja representativa da população. Assim, tal procedimento exige que todos os itens da população tenham oportunidades iguais de serem selecionados. O auditor deve considerar: o grau de confiança depositada sobre o sistema de controles internos das contas, classes de transações ou itens específicos; a base de seleção e o número de itens selecionados.

Os métodos que os auditores têm a disposição para selecionar os itens amostrais baseiam-se, de modo geral, no princípio da aleatoriedade a citar: amostragem

aleatória simples, sistemática, estratificada e por conglomerados. Há também outros métodos de seleção utilizados em sistema de auditoria contábil. Nesta pesquisa, será detalhado o carro chefe no âmbito desse sistema: amostragem por unidade monetária.

#### 2.5.1.2.1 Amostragem por unidade monetária

A Amostragem por Unidade Monetária (AUM), *Dollar Unit Sampling (DUS)* ou ainda *Monetary Unit Sampling (MUS)* é, também, uma amostragem por atributo fundamentada na distribuição hipergeométrica. Foi desenvolvida nos Estados Unidos, nos anos 60, pela empresa de auditoria *Deloitte Haskin and Sells* (NY). É amplamente empregada nos Estados Unidos, Canadá e Europa.

Essa técnica, comumente utilizada em auditorias financeiras, viabiliza estimar o montante monetário de uma dada população. Ainda no âmbito financeiro, AUM tem como objetivo verificar se os registros contábeis são fidedignos, ou seja, o propósito é a obtenção de evidências de um saldo de conta, com finalidade de verificar se há erros, que possam prejudicar na emissão correta do parecer do auditor.

O elemento de amostragem é a unidade monetária, e o tamanho da população é o total de unidades monetárias. Cada unidade monetária da população tem a mesma possibilidade que qualquer outra de ser selecionada. Entretanto, as unidades monetárias são apenas a base do processo de amostragem, uma vez que o auditor analisará as contas, transações e os documentos associados à unidade monetária selecionada. Assim, tais elementos, que serão analisados, são as unidades físicas de amostragem. Em suma, o processo seria a unidade física e seus valores comporiam as unidades monetárias e cada unidade monetária dos processos teria a mesma probabilidade de ser selecionado na amostragem.

Conforme essas descrições, nota-se que quanto mais unidades monetárias estão associadas a uma unidade física, maior será a sua probabilidade de ser analisada, ou seja, a probabilidade de seleção é proporcional ao tamanho da unidade física.

Ainda em se tratando da população e unidade de amostragem, Boynton, Johnson e Kell (2002) tornam claro que na auditoria:

A população consiste na classe de transações ou saldo de conta a ser testado. A unidade de amostragem em amostragem de probabilidade proporcional ao tamanho é uma unidade monetária individual; a população é considerada uma quantidade de unidades monetárias igual ao valor monetário da população (...) o auditor na realidade não examina unidades monetárias individuais na população, ele examina a conta, transação, documento ou item associado com a unidade monetária selecionada. Pode-se imaginar que as unidades monetárias individuais selecionadas representam 'ganchos' que, quando 'puxados', quando selecionados para fazer parte da amostra, trazem consigo todo o fio de tecido com o qual se relacionam. O item 'puxado' pelo gancho é conhecido como uma *unidade lógica de amostragem*.

Distintamente da amostragem por variáveis, na AUM não é necessário o conhecimento prévio do tamanho da população e da variância dos valores que a compõem. Essa técnica fundamenta-se na proporção máxima de erros admitidos na população, previamente definida pela equipe de auditoria; o índice de confiabilidade, obtido a partir de testes de conformidade, e o montante constante dos registros, o qual define a população de que a amostra é extraída.

A seleção dos elementos amostrais, unidades monetárias, da população a ser auditada possui igual probabilidade de ser selecionada e deve ser feita ao acaso, ou seja, cada real individualmente deve ter a mesma probabilidade de ser escolhido, independente do processo (documento) a que pertença. Para isso, inicialmente, calcula-se o intervalo amostral. Em seguida, escolhe-se aleatoriamente uma unidade monetária contida em cada um dos sucessivos intervalos amostrais. E finalmente, são selecionados para crivo os registros contábeis correspondentes às unidades monetárias escolhidas. Ressalva-se que a probabilidade de seleção de cada registro é diretamente proporcional ao seu valor. Nos métodos amostrais clássicos, essa metodologia de escolha é conhecida como Probabilidade Proporcional ao Tamanho (*Probability Proportional to Size - PPS*).

O método de seleção aplicado, na maior parte dos casos, na amostragem de probabilidade proporcional ao tamanho é a sistemática, onde a população é dividida

em intervalos amostrais iguais, e posteriormente é retirada uma unidade lógica (CUNHA, 2005).

Vale dizer que para o processo de escolha dos itens amostrais, ao utilizar amostragem sistemática, salienta-se que apenas o primeiro item amostral é selecionado aleatoriamente, enquanto os demais são escolhidos a intervalos regulares. Entretanto, esse procedimento pode gerar resultados viesados caso os registros apresentem flutuações cíclicas. Assim, recomenda-se a seleção aleatória de um item em cada intervalo amostral. É claro que os registros com valores iguais ou superiores ao intervalo amostral são sempre selecionados para a amostra.

Segundo Boynton, Johnson e Kell (2002), o planejamento da Amostragem de Unidade Monetária, para Testes Substantivos, segue as seguintes etapas:

- Determinação dos objetivos;
- Definição da população e da unidade de amostragem;
- Determinação do tamanho da amostra;
- Determinação do método de seleção da amostra;
- Execução do plano de amostragem e
- Avaliação dos resultados da amostra.

Na execução do plano de amostragem, ao selecionar a amostra, o auditor aplicará os procedimentos dos Testes Substantivos, para testar os saldos da conta auditada.

---

## Trabalho experimental e desenvolvimento da pesquisa

---

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos por meio de simulações executadas para cada uma das distribuições de probabilidade: lognormal, triangular, e Weibull. Tais resultados remetem conceitos abordados no capítulo II, que são determinação do tamanho da amostra a partir da distribuição hipergeométrica e a partir da amostragem de aceitação.

### 3.1 Modelo proposto

O modelo proposto foi desenvolvido em três *scripts*, conjunto de instruções em código computacional escrito no *Matlab*. Um deles (*gera\_documentos\_7*) trata da geração de documentos populacionais de prestações de contas, para serem testados em diferentes técnicas de auditoria. Em outro *script* (*auditoria\_tcm\_3*), seleciona documentos, determina o tamanho da amostra a partir da distribuição hipergeométrica e faz auditoria conforme o TCM-BA. Já o outro (*auditoria\_CCO\_3*) consiste, também, em selecionar documentos monetários, itens amostrais, determinar o tamanho da amostra a partir da amostragem de aceitação e fazer auditoria usando a CCO. Ressalva-se que os documentos podem ser amostrados mais de uma vez, como preconiza o manual de auditoria do Tribunal de Contas da União (BRASIL, 2002).

### 3.1.1 População

Foram geradas populações, documentos de prestação de conta, em que o número de documentos gerados (*no\_documentos*) é o mesmo para cada simulação (*simulacoes*). Vale dizer que o tamanho de cada população corresponde ao tamanho do lote de documentos. Os valores dos documentos foram gerados conforme as distribuições de probabilidade lognormal, triangular e Weibull. Ao gerar as populações referentes aos documentos para cada distribuição, foram determinados valores dos parâmetros específicos de cada uma. Na distribuição lognormal foram estabelecidos o desvio padrão (*sigma*) e a média (*mu*) dos valores monetários dos documentos; na distribuição triangular foram fixados os valores mínimo (*minimo*) e máximo (*maximo*), como também a moda (*moda*) e, por fim, para distribuição Weibull foram especificados os valores para os parâmetros de forma (*beta\_*) e escala (*alfa\_*).

A fim de gerar valores dos erros nos documentos, é necessário definir um percentual de documentos com erros (*perc\_documentos\_erro*) no lote de prestação de contas. Para a distribuição do percentual de erros pelos documentos, fez-se necessário determinar uma probabilidade  $p$  de um documento conter erros. Neste caso, os valores dos erros associados aos documentos foram gerados a partir da distribuição binomial, com os parâmetros  $n$  e  $p$ . Estes, respectivamente, são o valor do documento e a probabilidade de um real ser incluído erradamente. Nesta pesquisa, o pesquisador é quem determina o percentual de documentos contendo erros.

O passo a passo para produzir o valor do erro em cada documento foi: em cada simulação, primeiramente, foram gerados números aleatórios, a partir da distribuição uniforme padrão, no intervalo aberto (0,1), associados aos documentos monetários gerados. Posteriormente foi verificada a condição, se a taxa de documentos com erros ( $perc\_documentos\_erro/100$ ) é maior ou igual ao número aleatório gerado, a partir da distribuição uniforme. Se esta condição for satisfeita, o documento contém erro, em que este valor foi obtido através da distribuição binomial, conforme destacado.

Assim, foram gerados valores monetários para os erros (*erro\_documentos*), associados aos documentos, através da distribuição binomial, com parâmetros  $n$ ,

valor do documento, e  $p$ , percentual médio de erro no total dos documentos (*mean\_error\_distribution*).

### 3.1.2 Auditoria conforme o Tribunal de Contas dos Municípios

Na simulação da auditoria realizada segundo o TCM, foi definido um percentual de erro sobre o valor total dos documentos gerados, tolerado pelo auditor (*percent\_error\_admitido*). Ressalva-se que esse percentual pode, também, ser uma materialidade (*materialidade\_admitida*) definida pelo auditor, em que esta é o valor máximo da materialidade admitida por ele.

De acordo com o propósito da pesquisa e para o cálculo do tamanho amostral, as hipóteses avaliadas foram:

$H_0$ : Não há erros no lote de documentos ( $x = 0$ )

$H_1$ : Há erros no lote de documentos ( $x \neq 0$ ), em que  $X$  é a quantidade de erros no lote de documentos.

Para estabelecer o tamanho da amostra a partir da distribuição hipergeométrica foram utilizadas as seguintes informações: valor total dos documentos a serem auditados; percentual de erro admitido (materialidade admitida ou materialidade tolerada pelo auditor) e a probabilidade de uma amostra de documentos, com o percentual de erro admitido, não contenha nenhum erro.

É interessante saber que o erro tipo I consiste na probabilidade do lote da amostra de documentos, que não contém erro, ser rejeitado. Ocorre quando uma amostra do lote com erro apresenta erro maior do que o admitido. O valor de interesse para o erro tipo I, nessa pesquisa, seria igual a 0%. Ressalva-se que este valor não é utilizado para o cálculo do tamanho amostral.

No processo de obtenção do tamanho da amostra, considerando a distribuição hipergeométrica e os valores, conhecidos, das características a ela associada, a



equação desse modelo de probabilidade não tem solução analítica. Assim, calculou-se esta probabilidade para o tamanho da amostra igual a um e comparou este valor com o complementar do nível de segurança. Se a condição não for alcançada, adiciona-se uma unidade ao tamanho amostral. Repete - se os passos até que a condição seja alcançada.

A seleção dos itens amostrais foi realizada a partir do processo de amostragem por unidade monetária. Seleciona-se um documento até que o valor do montante acumulado desses documentos seja maior que o tamanho da amostra. Se sim, essa comparação passa a ser avaliada com o valor acumulado seguinte, caso contrário é emitida a instância do documento selecionado ( $jx$ ), o documento correspondente (*documento ( $jx$ )*) e o erro do documento (*erro\_documentos ( $jx$ )*)

Para a análise dos dados, foram observados os valores correspondentes ao percentual do erro admitido ( $v$ ), percentual médio estimado ( $w$ ) e o percentual médio estimado calculado consoante ao TCM ( $z$ ).

Para o sentenciamento do lote é comparado o percentual do erro admitido e o percentual médio estimado. Se este último for menor do que o percentual do erro admitido não se rejeita o lote de documentos de prestação de contas, caso contrário o lote é rejeitado.

A fim de validar os resultados do sentenciamento, os dados populacionais, percentual médio populacional ( $x$ ) e o percentual médio populacional TCM ( $y$ ), foram comparados com o percentual do erro admitido ( $v$ ), em que a interpretação é análoga aos valores estimados.

Vale dizer que caso a escolha inicial tenha sido materialidade, os valores avaliados seriam a materialidade admitida (*materialidade\_admitida*), materialidade populacional (*materialidade\_real*) e materialidade estimada (*materialidade\_estimada* e *materialidade\_estimada\_TCM*).

### 3.1.3 Auditoria usando a curva característica de operação

Para a determinação do tamanho amostral a partir da curva característica de operação, foram prefixados alguns dados, a fim de determinar o poder discriminatório do plano amostral simples, ou seja, foi especificada a probabilidade de que o lote, com certa fração de erros, seja rejeitado ou não.

Portanto, as informações para o cálculo do tamanho amostral foram:

- **Proporções de documentos com erro no lote:**

#### **Nível de Qualidade Aceitável (NQA)**

- Máxima proporção de erros nos documentos, proporção que o auditor considera admissível, para que o lote de documentos seja aceito com uma alta probabilidade. Equivalentemente se pode dizer: nível de qualidade do lote resultaria em uma maior probabilidade de aceitação, ou ainda, nível de qualidade mais baixo para o auditor considerar aceitável, como uma média de erros, no lote de documentos (Nível de Qualidade Aceitável - NQA).

#### **Limite da Porcentagem de Defeitos no Lote (LTPD)**

- Proporção de documentos com erro, que o auditor considera totalmente insatisfatório. Nível mais alto de erros nos documentos, que o auditor está disposto a aceitar com uma baixa probabilidade, em um lote de documentos. Ou ainda nível de qualidade do lote resultaria em baixa probabilidade de aceitação (Limite da Porcentagem de Defeitos no Lote - LTPD).

Os níveis de erro aceitável e tolerado, no modelo da pesquisa, correspondem a proporção média de erro na prestação de contas total ( $t_G$ ), critério de rejeição ou não do lote de documentos.

○ **Probabilidades de aceitação do lote de documentos**

- Erro tipo II, probabilidade de aceitação do lote (*ltpd\_beta*), para o nível de qualidade mais alto de erros no lote de documentos;

$$P(\bar{t} \leq c/t_G \geq ltpd) \leq ltpd\_beta$$

em que,

- $\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_1^n t_i$ , para  $i = 1, 2, \dots, no\_documentos$  (quantidade de documentos gerados em cada simulação);
    - $\bar{t}$ : erro médio ou taxa de erro médio;
    - $t_i$ : razão entre o valor do erro e o valor do documento  $i$ ;
    - $n$ : tamanho da amostra;
  - $c$ : número de aceitação;
  - $t_G$ : taxa média de erro na prestação de contas total;
  - $ltpd$ : nível de qualidade do lote, que resultaria em baixa probabilidade de aceitação e
  - $ltpd\_beta$ : probabilidade associada ao *LTPD*.
- 
- Probabilidade de aceitação do lote  $(1-\alpha)$  (*nqa\_alfa*), usando o nível de qualidade mais baixo, para o auditor considerar o lote aceitável.

Como a probabilidade do erro tipo I é menor que a probabilidade do erro tipo II, então a probabilidade de rejeitar um lote sem erros é baixa.

$$P(\bar{t} \leq c/t_G \leq nqa) \geq nqa\_alfa$$

em que,

- $\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_1^n t_i$ , para  $i = 1, 2, \dots, no\_documentos$  (quantidade de documentos gerados em cada simulação);

- $\bar{t}$ : erro médio ou taxa de erro médio;
- $t_i$ : razão entre o valor do erro e o valor do documento  $i$ ;
- $n$ : é o tamanho da amostra;
- $c$  é o número de aceitação;
- $t_G$ : taxa média de erro na prestação de contas total;
- $nqa$ : nível de qualidade do lote, que resultaria em alta probabilidade de aceitação e
- $nqa\_alfa$ : probabilidade associada ao  $NQA$ .

A probabilidade de aceitação corresponde a probabilidade que o percentual de erros encontrados na amostra seja menor ou igual ao número de aceitação.

É interessante saber que  $\bar{t}$  tem distribuição normal (pelo tamanho de  $n$  assume-se a normalidade):  $\bar{t} \sim N(t_G, \frac{\sigma_t^2}{n}) \cong \bar{t} \sim N(t_G, \frac{S_t^2}{n})$ , em que  $S_t^2$  é a variância da amostra.

Por fim, tendo-se ciência das informações definidas anteriormente, segue o desenvolvimento das inequações correspondentes as probabilidades de aceitação, a fim de determinar o tamanho amostral ( $n$ ) e o número de aceitação ( $c$ ):

$$P(\text{aceitação} | t_G \leq nqa) \geq nqa\_alfa$$

$$P(\bar{t} \leq c | t_G \leq nqa) \geq nqa\_alfa$$

$$P\left(\frac{\bar{t} - t_G}{S_t/\sqrt{n}} \leq \frac{c - t_G}{S_t/\sqrt{n}} \mid t_G = nqa\right) \geq nqa\_alfa$$

$$P\left(\frac{\bar{t} - nqa}{S_t/\sqrt{n}} \leq \frac{c - nqa}{S_t/\sqrt{n}}\right) \geq nqa\_alfa$$

Assumindo normalidade,

$$P\left(z \leq \frac{c-nqa}{S_t/\sqrt{n}}\right) \geq nqa\_alfa \therefore \frac{c-nqa}{S_t/\sqrt{n}} \geq z_{nqa\_alfa}$$

Analogamente, resolve-se a outra inequação:

$$P(\text{aceitação} | t_G \geq ltpd) \leq ltpd\_beta$$

$$P(\bar{t} \leq c | t_G \geq ltpd) \leq ltpd\_beta$$

$$P\left(\frac{\bar{t} - t_G}{S_t/\sqrt{n}} \leq \frac{c - t_G}{S_t/\sqrt{n}} \mid t_G = ltpd\right) \leq ltpd\_beta$$

$$P\left(\frac{\bar{t} - ltpd}{S_t/\sqrt{n}} \leq \frac{c - ltpd}{S_t/\sqrt{n}}\right) \leq ltpd\_beta$$

Assumindo normalidade,

$$P\left(z \leq \frac{c-ltpd}{S_t/\sqrt{n}}\right) \leq ltpd\_beta \therefore \frac{c-ltpd}{S_t/\sqrt{n}} \geq z_{ltpd\_beta}$$

- Resolvendo para  $c$  e  $n$ :

Se  $\frac{c-nqa}{S_t/\sqrt{n}} \geq z_{nqa\_alfa}$  e  $\frac{c-ltpd}{S_t/\sqrt{n}} \geq z_{ltpd\_beta}$ , então

$$c = z_{nqa\_alfa} \frac{S_t}{\sqrt{n}} + nqa \text{ e } c = z_{ltpd\_beta} \frac{S_t}{\sqrt{n}} + ltpd, \text{ logo}$$

$$z_{nqa\_alfa} \frac{S_t}{\sqrt{n}} + nqa = z_{ltpd\_beta} \frac{S_t}{\sqrt{n}} + ltpd$$

$$z_{nqa\_alfa} \frac{S_t}{\sqrt{n}} - z_{ltpd\_beta} \frac{S_t}{\sqrt{n}} = ltpd - nqa$$

$$\frac{1}{\sqrt{n}} S_t (z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta}) = ltpd - nqa$$

$$\sqrt{n} = S_t(z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta}) / ltpd - nqa$$

$$n = [S_t(z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta}) / ltpd - nqa]^2$$

- $n$ : tamanho da amostra real (*tamanho\_amostra*);
- $S_t$  : é o desvio- padrão amostral;
- $z_{nqa\_alfa}$ : percentil de  $(1-\alpha)$  da distribuição normal padrão;
- $z_{ltpd\_beta}$ : percentil de  $\beta$  distribuição normal padrão;
- $nqa$ : nível de erro tolerado e
- $ltpd$ : nível de erro aceitável.

Voltando a equação de  $c$ :

$$c = z_{nqa\_alfa} \frac{S_t}{\sqrt{n}} + nqa$$

$$c = z_{nqa\_alfa} \frac{S_t}{\frac{S_t(z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta})}{ltpd - nqa}} + nqa$$

$$c = z_{nqa\_alfa} \frac{ltpd - nqa}{(z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta})} + nqa$$

$$c = \frac{z_{nqa\_alfa}(ltpd - nqa) + (z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta}) + nqa}{(z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta})}$$

$$c = \frac{z_{nqa\_alfa} ltpd - z_{ltpd\_beta} nqa}{z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta}}$$

Dividindo-se por  $z_{ltpd\_beta}$

$$c = \frac{\frac{z_{nqa\_alfa}}{z_{ltpd\_beta}} ltpd - nqa}{\frac{z_{nqa\_alfa}}{z_{ltpd\_beta}} - 1}$$

- $c$ : número de aceitação

Observa-se, portanto, que no modelo proposto o número de aceitação ( $c'$ ) não depende do tamanho da amostra.

Portanto, para chegar ao tamanho da amostra, preliminarmente, foi necessário tomar uma amostra inicial (piloto), cujo tamanho desta (*tam\_amostra\_init*) foi determinado por conveniência, para estimar a variância (*var\_taint\_estimado*) da taxa de erro médio ( $\bar{t}$ ). Cita-se que essa variância é calculada após a seleção dos elementos da amostra inicial (*doc\_selecionados*), que foi feita através da *monetary unit sampling*. Por fim, a partir da estimativa da variância, foi calculado o tamanho amostral real (*tamanho\_amostra*).

Se o tamanho da amostra inicial (*tam\_amostra\_init*) foi maior ou igual ao tamanho da amostra real (*tamanho\_amostra*), neste caso, a amostra (amostra) será igual a amostra inicial (*amostra\_init*). Caso contrário, faz-se uma amostra complementar, cujo tamanho dessa (*tam\_amostra\_complementar*) é calculado a partir da diferença do tamanho da amostra real (*tamanho\_amostra*) e tamanho da amostra inicial (*tam\_amostra\_init*). Assim a amostra final será construída a partir da concatenação dos elementos da amostra inicial e complementar.

A fim de validar o cálculo do tamanho amostral foi recalculado o tamanho da amostra com os dados populacionais. Notifica que o tamanho amostral correto, *n* (*tamanho\_amostra\_correto*) é dado por:

$$n = \left[ \frac{\sigma_t (z_{nqa\_alfa} - z_{ltpd\_beta})}{ltpd - nqa} \right]^2$$

em que,

- *n*: tamanho da amostra correto (*tamanho\_amostra\_correto*);
- $\sigma_t^2$ : variância populacional da taxa de erro do documento;
- *z<sub>nqa\_alfa</sub>*: percentil de (1- $\alpha$ ) da distribuição normal padrão;
- *z<sub>ltpd\_beta</sub>*: percentil  $\beta$  da distribuição normal padrão;
- *nqa*: nível de erro tolerado e
- *ltpd*: nível de erro aceitável

Com objetivo de avaliar os resultados e sentenciar o lote de prestação de contas, fez-se prescindível observar o valor da materialidade ou percentual de erro no lote de documentos. O critério de avaliação para o lote ser rejeitado é: se o erro médio

estimado (*erro\_medio\_estimado*), que corresponde a média da taxa de erro na amostra, for maior do que o número de aceitação (*c*), caso contrário o lote não é rejeitado. Já a materialidade estimada (*materialidade\_estimada*) foi calculada a partir do produto da soma total dos valores dos documentos e o erro médio estimado, dado que o valor estimado do documento (*valor\_estimado*) é o produto entre o erro médio estimado e o total dos valores dos documentos.

Foi realizada, também, uma avaliação comparativa entre o erro médio populacional e o erro médio estimado, calculado conforme o TCM e Cochran. O valor da materialidade populacional (*materialidade\_real*) é determinado pela soma dos erros dos documentos (*erro\_documentos*); o erro médio populacional (*erro\_medio\_real*) é definido pela média da taxa de erro do documento (*erro\_documentos./documentos*); já o erro médio populacional fixado pelo TCM (*erro\_medio\_real\_TCM*) é a relação da materialidade populacional (*materialidade\_real*) e o total dos documentos; o valor populacional isenta de erros (*valor\_real*) é a diferença do total dos documentos; e a materialidade populacional (*materialidade\_real*); e por fim a variância populacional da taxa do erro (*var\_taint\_real*)

Para validação, é feito o recálculo do tamanho amostral (*tamanho\_amostra\_correto*) utilizando o valor real da variância populacional (*var\_taint\_real*) e as probabilidades de aceitação (*nqa\_alfa* e *ltpd\_beta*). As probabilidades associadas ao percentual de erro aceitável e tolerável foram recalculadas (*novo\_nqa\_alfa* e *novo\_ltpd\_beta*), com o intuito de observar o valor real que foi trabalhado.

## **3.2 Resultados das simulações**

### **3.2.1 População**

Os valores dos documentos de prestação de contas, população, foram oriundos das distribuições de probabilidade triangular, Weibull e lognormal. Ainda na composição



populacional, foi especificado o percentual de documentos contendo erros, 20%; número de documentos monetários igual a 1.000; número de simulações igual a 100 e o percentual de erros para cada lote de documentos: 10%, 7%, 5%, 2% e 0,05% (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 – Valores das variáveis para produzir os documentos monetários

Variável	Valor
Percentual de erro no lote de documentos	10
	7
	5
	2
	0,05
Percentual de documentos contendo erros	20
Número de documentos	1.000
Número de simulações	100

Foram gerados 1.000 valores de documentos a partir das distribuições de probabilidade triangular, em seguida Weibull e por último lognormal, em 100 simulações de cada. No intuito de gerar valores a partir de R\$ 100 até R\$ 50.000, e que preferencialmente R\$ 1.000 fosse o valor mais frequente, moda, ou até mesmo a média. Para tanto, a fim de controlar tal situação pretendida, foram controladas as atribuições dos valores nos parâmetros das distribuições envolvidas. Os dados desse contexto foram apresentados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Valores dos parâmetros das distribuições de probabilidade utilizados para geração dos documentos

Distribuição de Probabilidade	Parâmetro	Valor
Triangular	Valor mínimo	100
	Moda	1.000
	Valor máximo	50.000
Weibull	Escala	1.000
	Forma	1
Lognormal	Média	1.000
	Desvio padrão	10

Neste capítulo é mostrado o resultado do sentenciamento para as simulações com os percentuais de erros no lote de documentos de 10%, 7%, 5%, 2% e 0,05%. Para ilustrar os resultados obtidos nas simulações, estas foram intituladas por: *Simulação10%*, *Simulação7%*, *Simulação5%*, *Simulação2%* e *Simulação0,05%*, para simplificar a apresentação dos dados. A título de conhecimento das estatísticas e outros valores, gerados nos lotes de documentos, foram apresentados apenas os dados das simulações com 10% e 0,05% de erro no lote, maior e menor percentual utilizado nas simulações.

Assim, dentre as 100 simulações realizadas para cada uma das três distribuições, foram indicados, na Tabela 3.1 para a *Simulação10%* e na Tabela 3.2 para a *Simulação0,05%*, os menores e maiores valores monetários, idem para os erros dos documentos gerados.

Tabela 3.1- Estatísticas dos documentos gerados referentes à *Simulação10%*

Distribuição	Valor (R\$)		Valor total (R\$)		Erro (R\$)		Erro total (R\$)	
	Menor	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior
Lognormal	956,46	1.045,52	999.169,52	1.000.731,35	-	564,00	87.318,00	112.845,00
Triangular	106,45	49.791,05	16.711.657,70	18.006.899,24	-	25.126,00	1.397.594	2.187.472,00
Weibull	0,00	10.468,14	898.101,71	1.071.807,41	-	4.791,00	77.101,00	119.363,00

Tabela 3.2 – Estatísticas dos documentos gerados referentes à *Simulação0,05%*

Distribuição	Valor (R\$)		Valor total (R\$)		Erro (R\$)		Erro total (R\$)	
	Menor	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior
Lognormal	959,91	1045,51	999.147,04	1.000.608,88	-	11,00	399,00	617,00
Triangular	119,71	49.948,51	16.167.295,69	17.809.339,39	-	151,00	6.881,00	9.766,00
Weibull	0,02	11.416,95	924.322,25	1.078.853,98	-	30,00	366,00	597,00

Ao examinar a Tabela 3.1, verifica-se que o menor valor do documento de prestação de contas gerado dentre as três distribuições foi na distribuição Weibull. Já o maior valor foi observado na distribuição triangular (R\$ 49.791,05). Em relação ao valor total dos documentos, destacam-se os valores R\$ 898.101,71 para Weibull e R\$ 18.006.899,24 para triangular. O menor e maior erro gerado no lote de documentos foram, respectivamente, R\$ 77.101,00 e R\$ 2.187.472,00 para as distribuições Weibull e triangular.

Na Tabela 3.2, observa-se que o menor valor também ocorre na distribuição Weibull, R\$ 0,02. O perfil das demais estatísticas destacadas no parágrafo anterior são também mostradas nas mesmas distribuições de probabilidade dessa tabela.

### 3.2.2 Auditoria conforme o Tribunal de Contas dos Municípios

Na auditoria realizada conforme o TCM, foi definido um percentual de erro sobre o valor total dos documentos gerados, tolerado pelo auditor, igual a 5%. Foi determinado, também, o nível de segurança desejado de 95%. Tais valores foram empregados para as 100 simulações, para cada uma das três distribuições de probabilidade avaliadas (Quadro 3.4).

Quadro 3.4 - Valores dos elementos do plano de amostragem para auditoria conforme TCM

Parâmetro	Valor (%)
Erro admitido	5
Nível de segurança	95

#### 3.2.2.1 Tamanho da amostra

Para o cálculo do tamanho amostral, foi especificada a probabilidade de que uma amostra de documentos com o percentual de erro admitido não contenha nenhum erro, igual a 5%. Assim, se a materialidade (percentual de erro) for igual ou maior que a admitida, a probabilidade da amostra não apontar nenhum erro é igual ou menor do que 5%.

O cálculo do tamanho amostral foi determinado a partir da distribuição hipergeométrica, em que foi utilizado o valor total dos documentos a serem auditados e o percentual de erro admitido pelo auditor (5%). Ao utilizar esses valores

para o cálculo da amostra, nas 100 populações de cada distribuição, o tamanho delimitado foi 59.

No Quadro 3.5, foi comparada, para as três distribuições de probabilidades, o percentual do erro médio estimado, o verdadeiro valor do erro médio na população e o percentual admitido. Pontua-se que foi apresentada apenas uma simulação para o percentual de 10% e 0,05% de erros no lote, das 100 realizadas em cada distribuição. Tal destaque foi realizado, a fim de viabilizar o entendimento da interpretação adotada no sentenciamento do lote.

Quadro 3.5 - Comparação do percentual do erro médio e o percentual do erro admitido, segundo as distribuições de probabilidade para as simulações com 10% e 0,05% de erros sobre o lote

Erro médio (%)/ Distribuição de probabilidade		Simulação 10%			Simulação 0,05%		
		Lognormal	Triangular	Weibull	Lognormal	Triangular	Weibull
Erro médio real (%)	Coch	10,2278	9,2963	9,95968	0,0520	0,0484	0,0465
	TCM	10,2288	9,4613	10,1211	0,0521	0,0468	0,0430
Erro médio estimado (%)	Coch	14,4766	9,2963	12,8691	0,0730	0,0540	0,0528
	TCM	14,4843	8,6358	14,5068	0,0729	0,0546	0,0436
Erro admitido (%)	---	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000
Sentenciamento: rejeita se erro estimado > admitido	Coch	Rejeita-se	Rejeita-se	Rejeita-se	Não se rejeita	Não se rejeita	Não se rejeita
	TCM	Rejeita-se	Rejeita-se	Rejeita-se	Não se rejeita	Não se rejeita	Não se rejeita

Ao observar o Quadro 3.5, destaca-se que na simulação que contém 10% de erros sobre o lote de documentos os percentuais de erro médio estimado foram maiores do que o percentual de erro admitido pelo auditor. Portanto, os três lotes de

documentos apresentados foram rejeitados. O contrário ocorreu ao examinar os três lotes de documentos com 0,05% de erros sobre o total, ou seja, os lotes não foram rejeitados nas três distribuições. Então, essa avaliação realizada no Quadro 3.5, será executada para os demais lotes de demonstrações de contas, nos seus diferentes percentuais de erros sobre eles. Neste mesmo quadro é possível observar o percentual de erro médio estimado e o seu verdadeiro percentual apresentado na população.

### 3.2.2.2 Amostra selecionada

Para selecionar a amostra, utilizou-se a amostragem por unidade monetária. A título de exemplificação, nos Quadros 3.6 e 3.7, foram apresentados cinco itens amostrais selecionados por esse método. Os dados apresentados referem-se a um elemento amostral de um lote, correspondente às simulações de 10% e 0,05%, para cada uma das distribuições de probabilidade.

Quadro 3.6 – Itens amostrais selecionados, no lote com 10% de erro, segundo as distribuições de probabilidade

Simulação 10%								
Lognormal			Triangular			Weibull		
Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)
6	998,86	-	6	30.408,37	15.069	6	998,86	-
14	1007,91	-	20	18.299,28	-	14	1007,91	-
80	1007,44		63	23.352,69	-	80	1007,44	-
119	989,15	-	103	12.748,98	-	119	989,152	-
130	991,89	-	109	25.233,62	12.611	130	991,88	500

Quadro 3.7 – Itens amostrais selecionados, no lote com 0,05% de erro, segundo as distribuições de probabilidade

Simulação 0,05%								
Lognormal			Triangular			Weibull		
Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)
20	987,62	-	10	7674,10	-	20	987,62	-
24	985,60	-	59	12.043,99	-	24	985,60	-
30	987,89	-	62	44.652,90	-	30	987,89	-
36	1.003,01	1	62	44.652,90	-	36	1.003,01	1
96	1.009,94	2	79	35.838,37	-	96	1.009,94	2

Note que no Quadro 3.6, para a distribuição lognormal, um dos elementos selecionados foi o documento 6, que corresponde ao valor R\$ 998,86, em que nele não há nenhum erro associado. Observa-se que no Quadro 3.7, na distribuição triangular, o documento 62, no valor de R\$ 44.652,90, foi selecionado duas vezes, situação possível, segundo o Manual do Tribunal de Contas da União.

### 3.2.2.3 Análise dos dados

Nesta seção, apresenta - se todos os resultados relativos ao sentenciamento dos lotes com 10%, 7%, 5%, 2% e 0,05% de erros sobre eles, para as três distribuições de probabilidade envolvidas. Nos gráficos apresentados, é possível observar o



comportamento das curvas referentes ao percentual médio estimado e o real, assim como o percentual admitido pelo auditor.

Reitera-se que para o diagnóstico do lote de documentos ser rejeitado, é comparado o percentual médio estimado e o percentual admitido pelo auditor. Se este último for maior, o lote não é rejeitado, ou seja, as contas estão registradas satisfatoriamente.

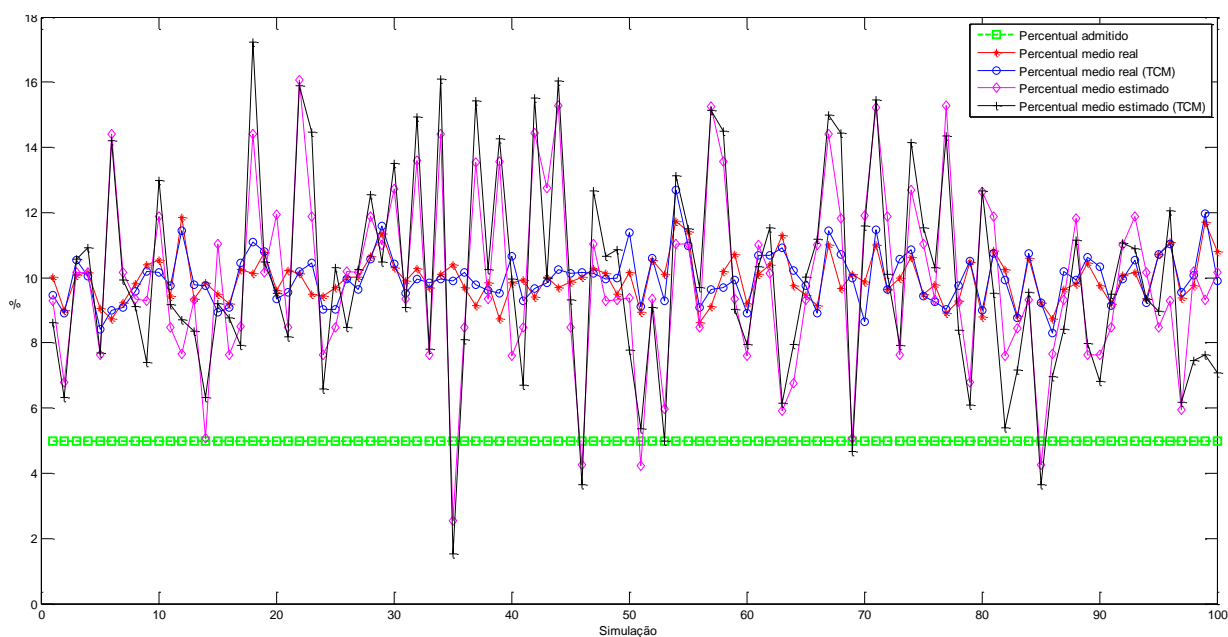


Gráfico 3.1 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 10%

Observa-se, no Gráfico 3.1, que para os documentos oriundos da distribuição triangular, com o percentual de erro de 10% sobre o lote, a grande maioria dos lotes foi rejeitada, dentre os 100 lotes, 96 foram rejeitados, pois o percentual de erro admitido, 5%, foi inferior ao percentual médio. Esta última corresponde a avaliação das estatísticas, conforme realizado no TCM. Ao apreciar as estatísticas, segundo o autor Cochran, 95 lotes foram rejeitados.

Em tempo foi comparado os percentuais reais da população, percentual médio real e percentual médio real (TCM), a fim de validar os resultados obtidos. Assim, certificou-se que para a avaliação segundo Cochran as 95 sentenças foram validadas, ou seja, de fato os 95 lotes de documentos de prestação de contas

receberam o diagnóstico corretamente. Já a avaliação a partir do TCM, 4 lotes não foram rejeitados, porém deveriam ser, ao comparar os valores populacionais.

No Gráfico 3.2, observa-se que a maioria dos lotes foram rejeitados para ambas avaliações, conforme Cochran e TCM. Inclusive, estes sentenciamentos foram validados ao comparar com os valores populacionais. Já no Gráfico 3.3, que corresponde a representação gráfica das estatísticas na simulação com 5% de erros no lote de documentos, para a distribuição triangular, verificou-se que 52 lotes, foram rejeitados e 48 não rejeitados, segundo as estimativas do TCM.

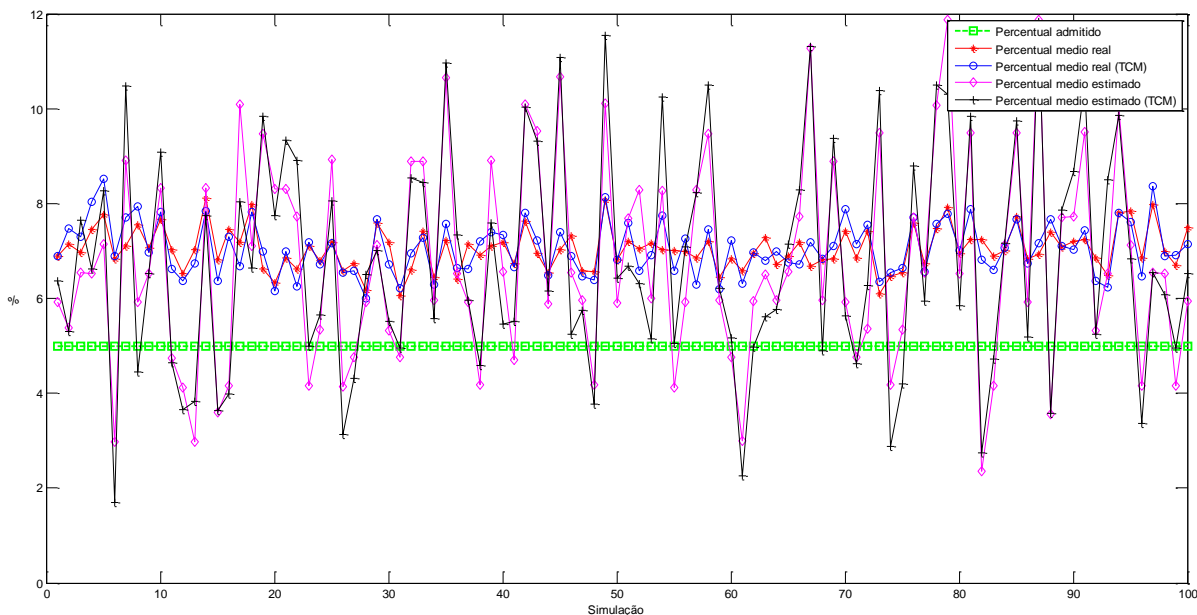


Gráfico 3.2 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 7%

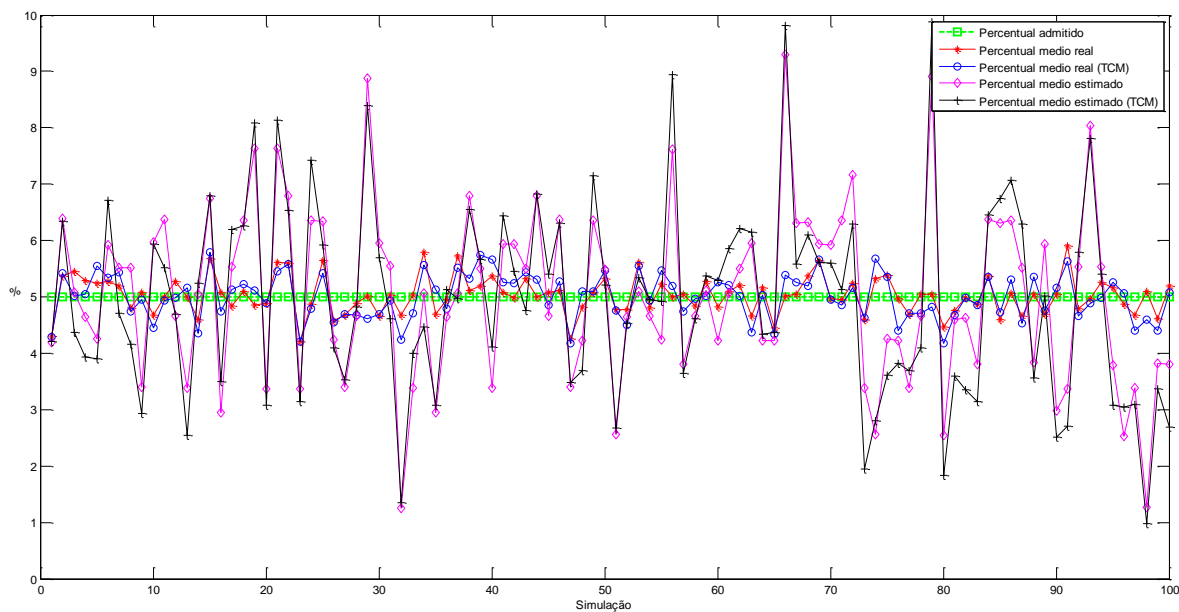


Gráfico 3.3 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 5%

Em se tratando dos lotes com 2% e 0,05% de erros sobre o total, Gráficos 3.4 e 3.5, respectivamente, observa-se que todos os 100 lotes de documentos não foram rejeitados para ambas estimativas e o sentenciamento de todos eles foi validado.

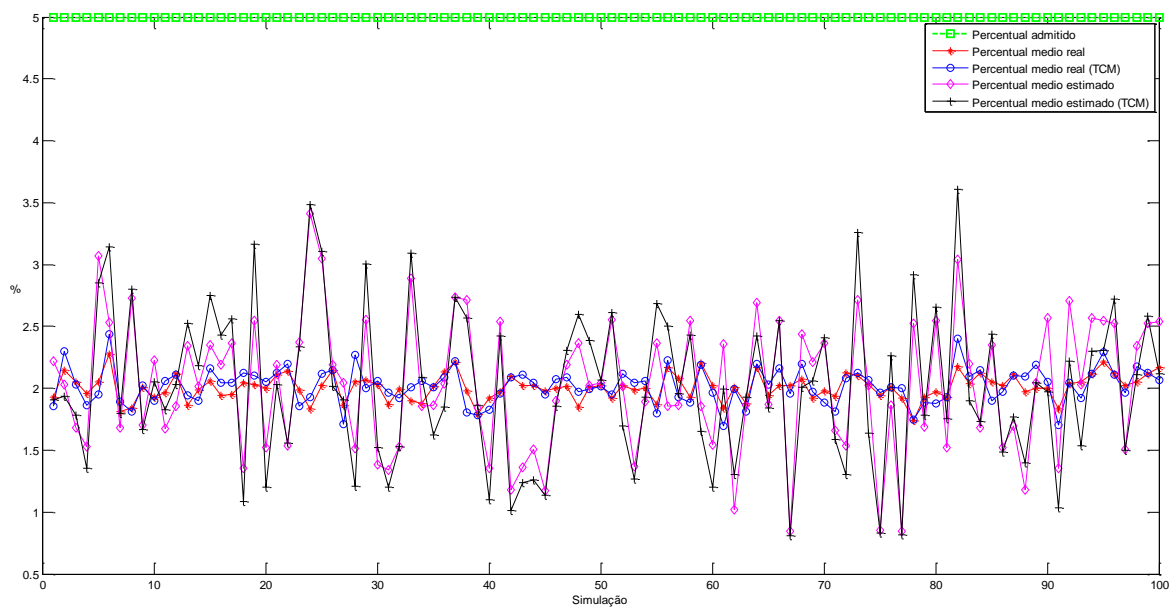


Gráfico 3.4 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 2%

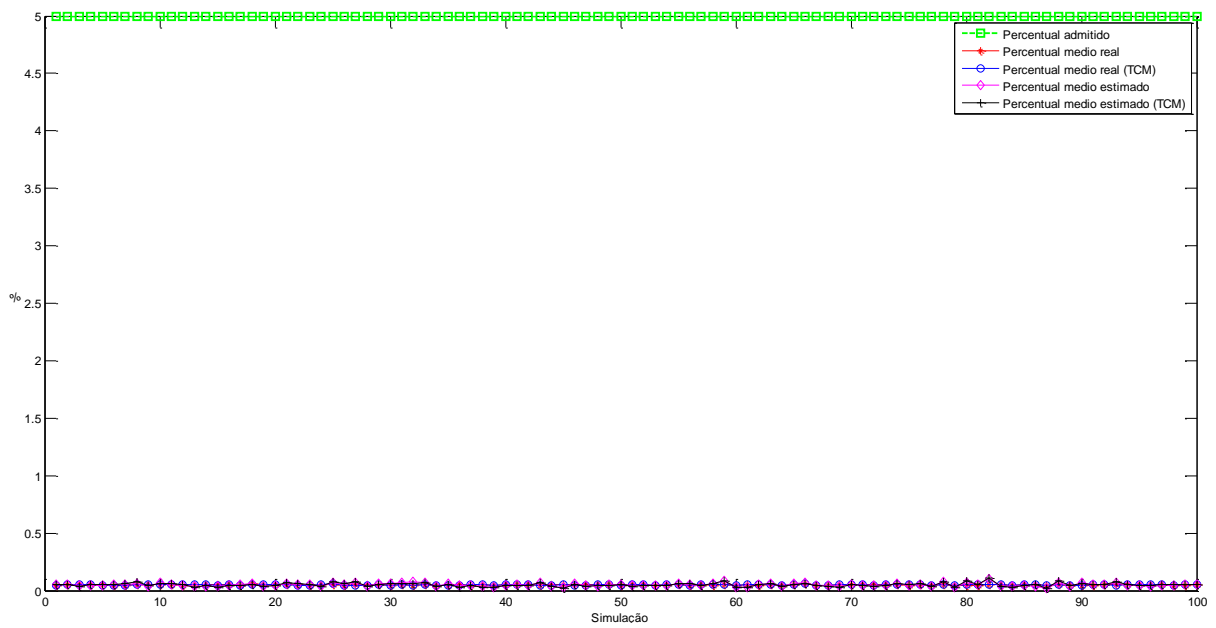


Gráfico 3.5 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%

Os Gráficos 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 e 3.10 correspondem os dados das prestações de contas oriundas da distribuição Weibull com os percentuais de erro sobre o lote de 10%, 7%, 5%, 2% e 0,05%, respectivamente.

Para as demonstrações contábeis originárias da distribuição Weibull, nos lotes com 10% e 7% de erros, a maioria deles foram rejeitados. Já nos lotes com 2% e 0,05%, todos os lotes não foram rejeitados.

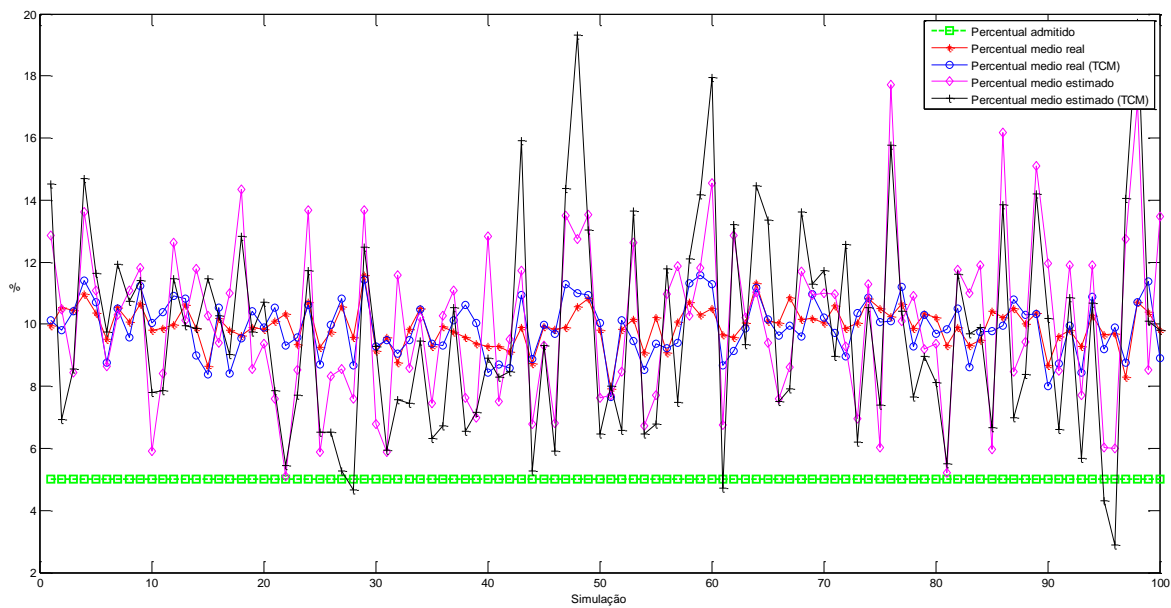


Gráfico 3.6 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 10%

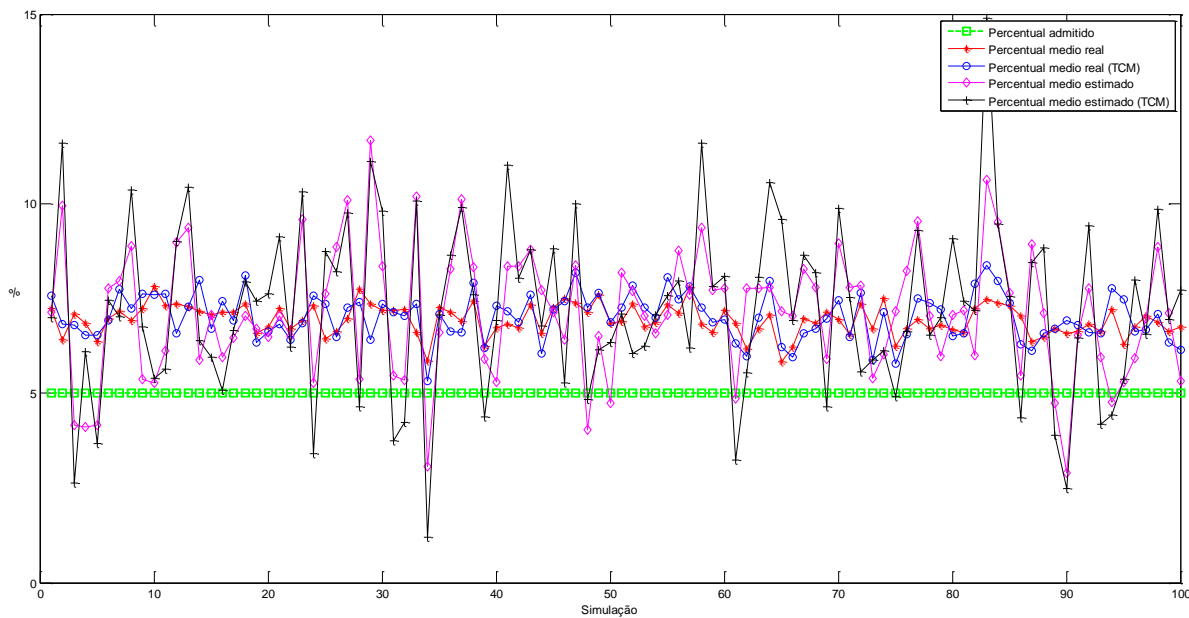


Gráfico 3.7 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 7%

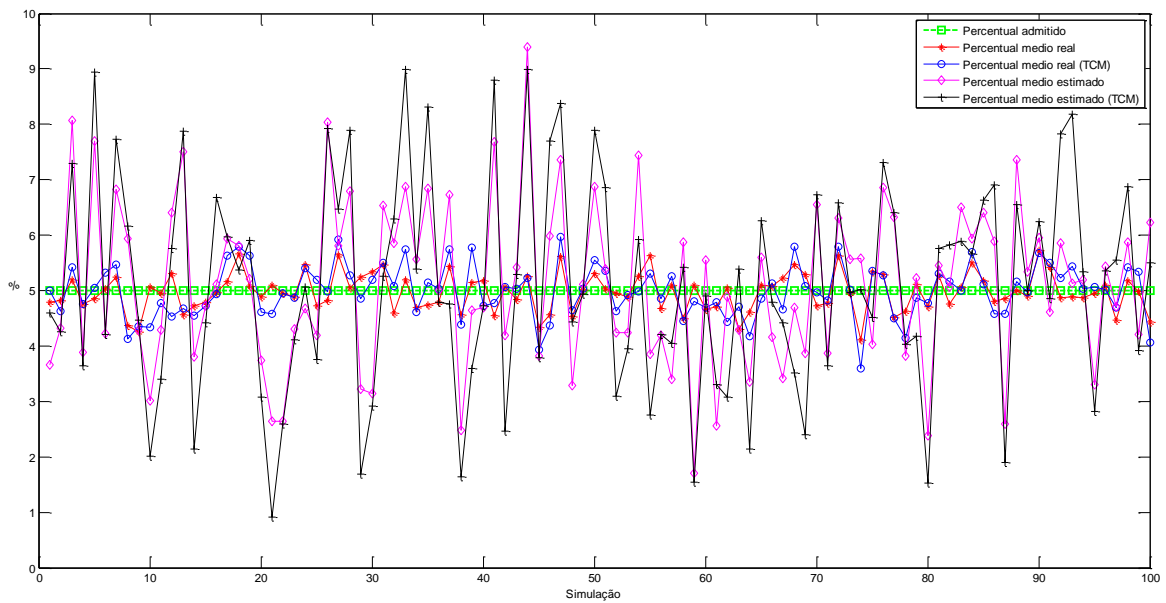


Gráfico 3.8 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 5%

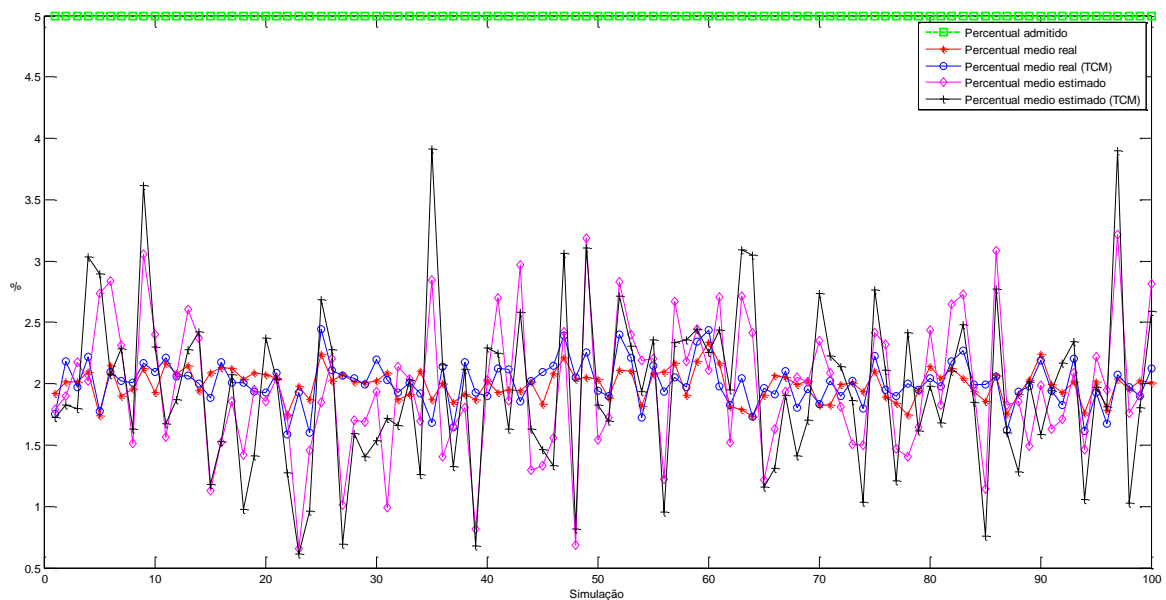


Gráfico 3.9 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 2%

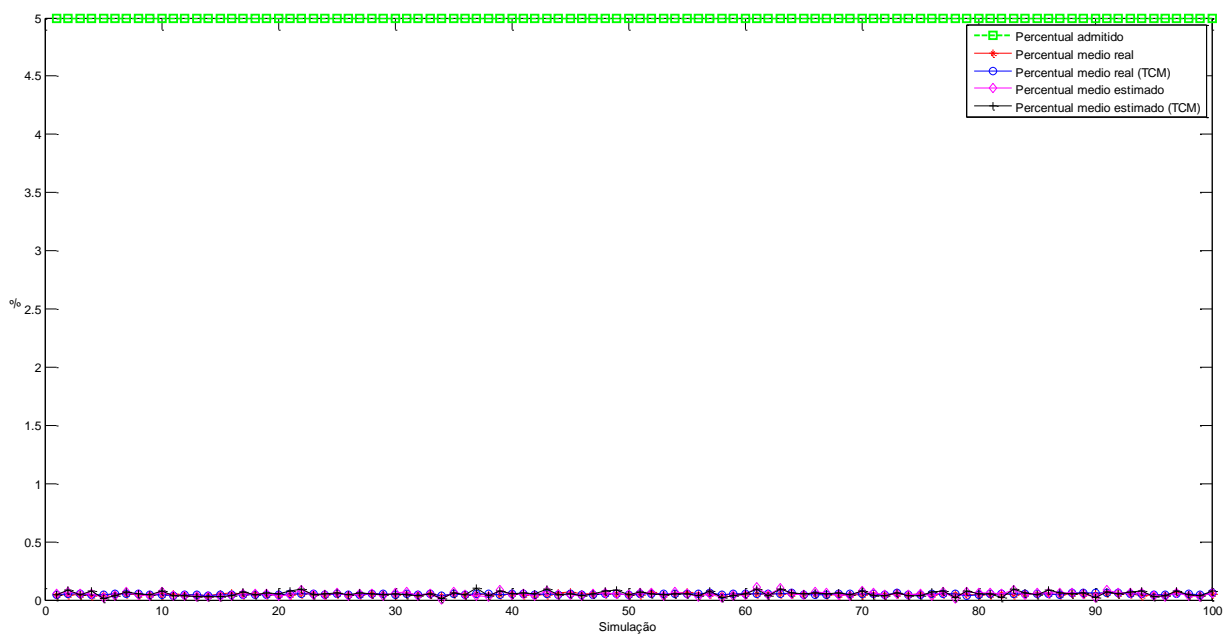


Gráfico 3.10 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%

Por fim, nos Gráficos 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 e 3.15 referem-se aos percentuais dos lotes com 10%, 7%, 5%, 2% e 0,05%, respectivamente, dos documentos produzidos a partir da distribuição lognormal. Em relação ao sentenciamento dos lotes, repetiu-se o que foi realizado para a distribuição Weibull, ou seja, a maioria dos lotes foram rejeitados para os percentuais de 10% e 7% e a todos, em 2% e 0,05%, não foram rejeitados.

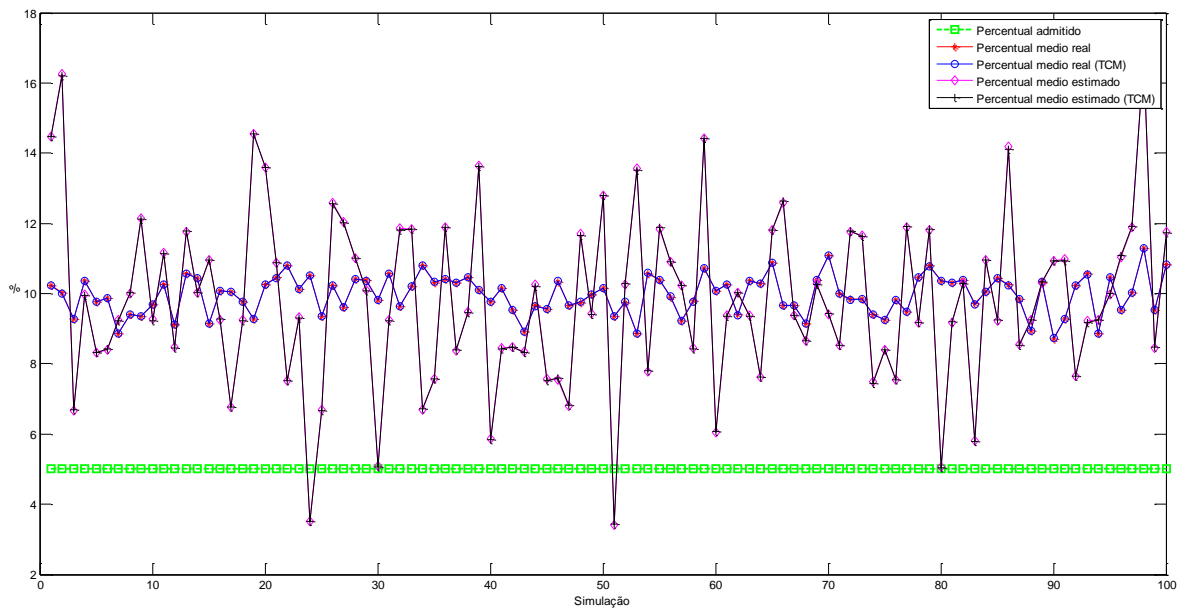


Gráfico 3.11 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 10%

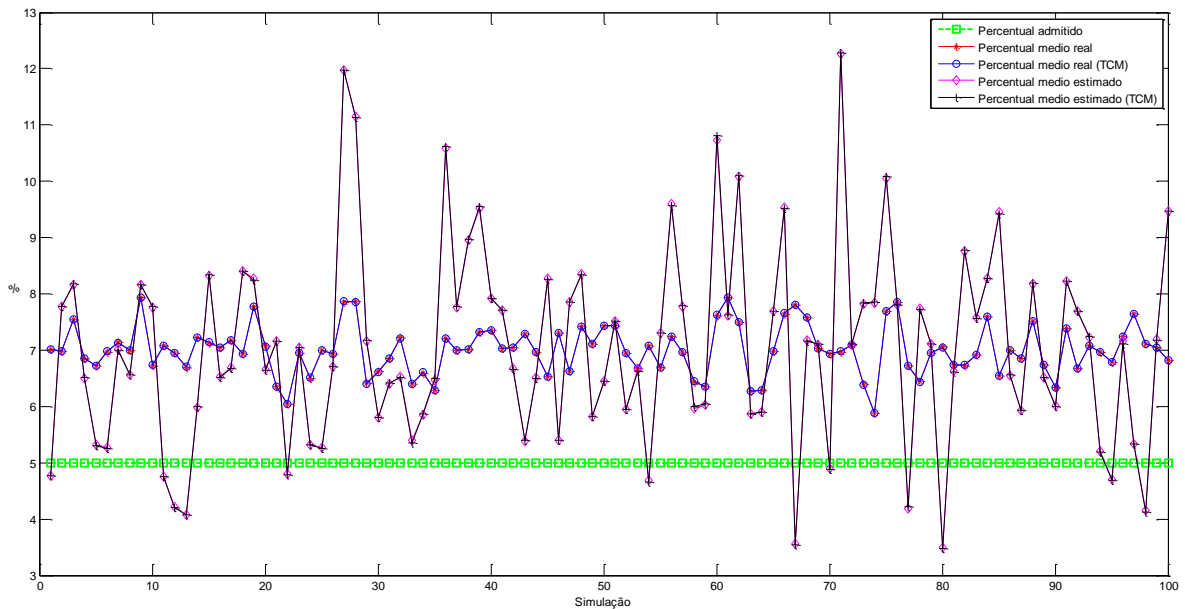


Gráfico 3.12 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 7%



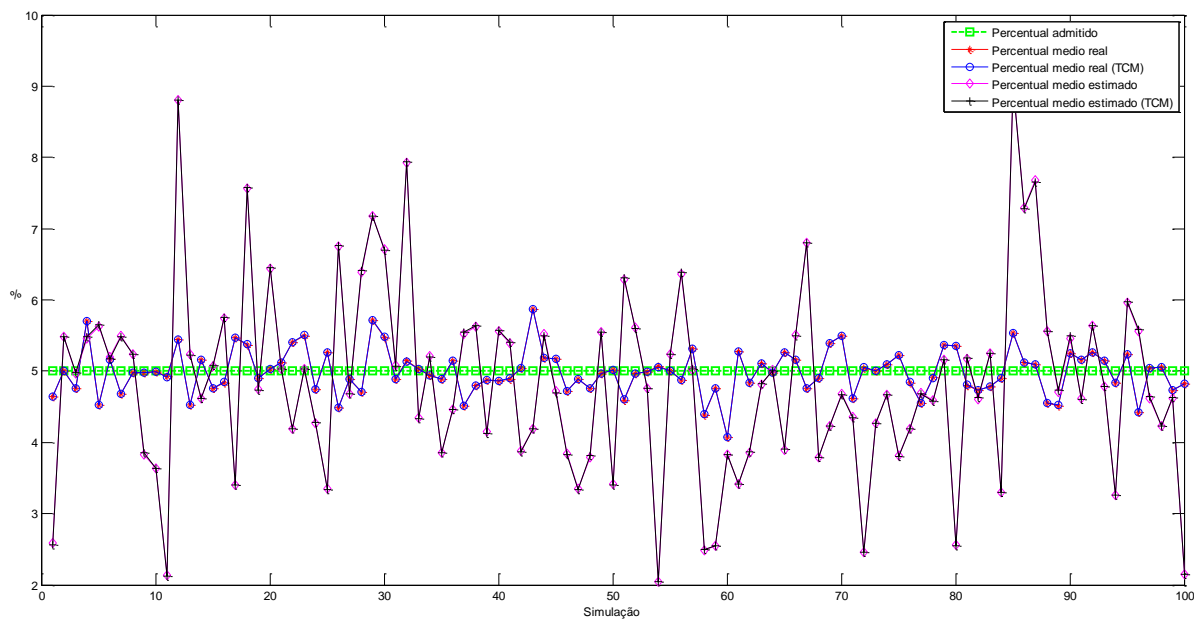


Gráfico 3.13 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 5%

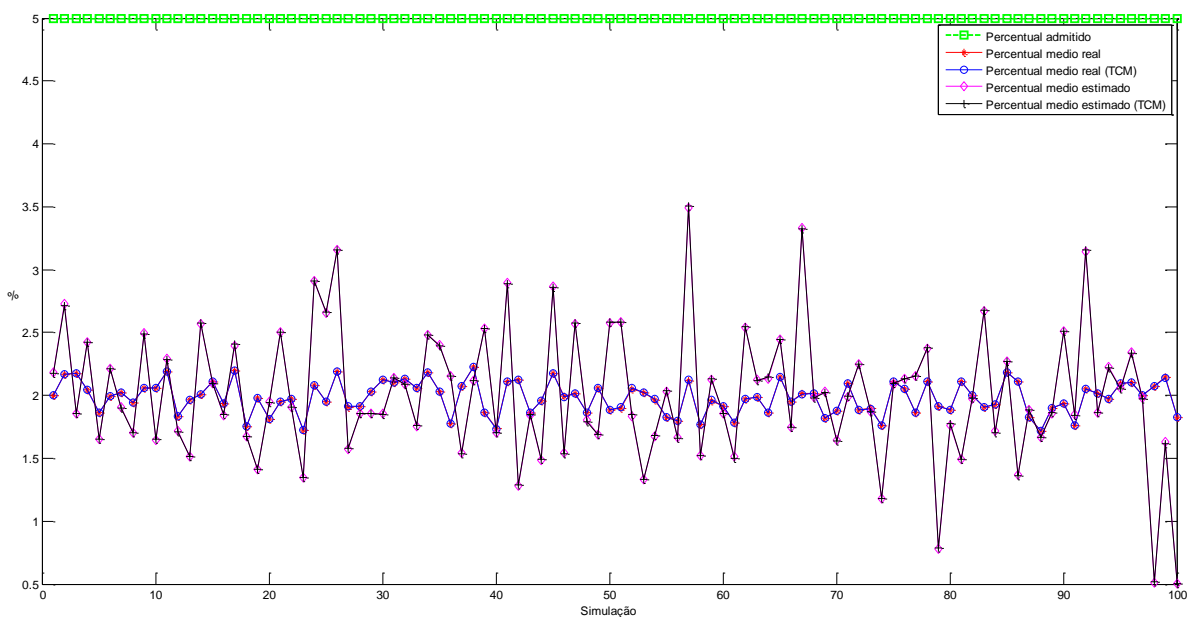


Gráfico 3.14 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 2%

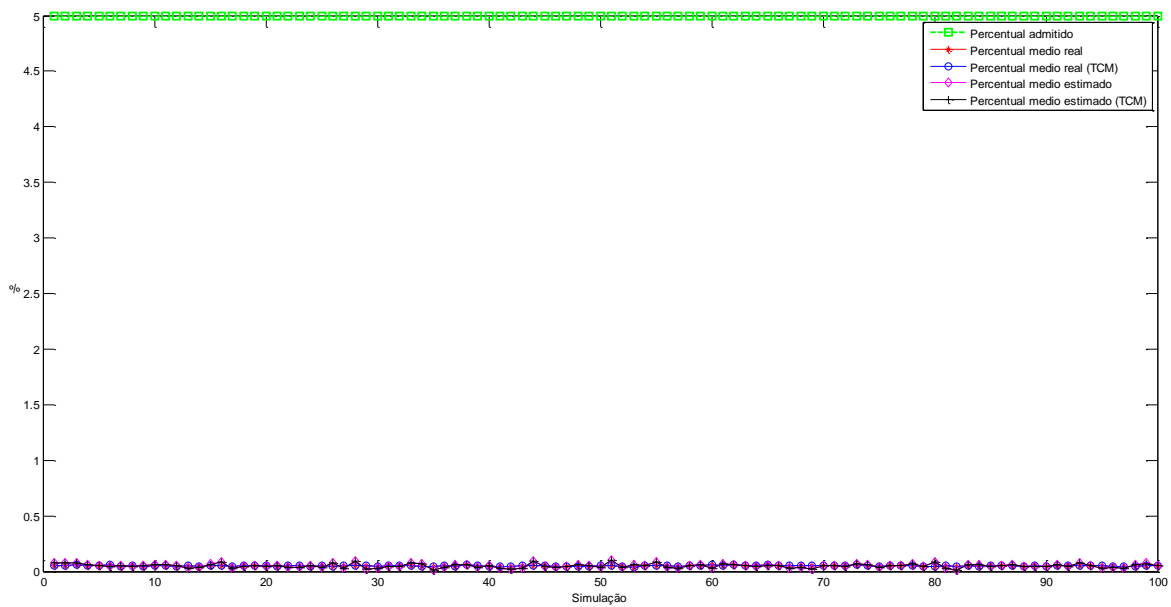


Gráfico 3.15 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%

Outras formas de apresentação, dos resultados de todas as simulações, estão nos Quadros 3.8, 3.9 e 3.10. Foram apresentados os resultados das 100 simulações geradas, para cada modelo de distribuição de probabilidade. Os quadros apresentam o número de lotes que foi rejeitado e não rejeitados, assim como àqueles que foram validados ou não.

Quadro 3.8 – Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade lognormal, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos

Lognormal, 10%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	98	2	98	2	Deveria rejeitar: 2
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	98	2	98	2	Deveria rejeitar: 2
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
Lognormal, 7%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	88	12	88	12	Deveria rejeitar: 12
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	88	12	88	12	Deveria rejeitar: 12
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
Lognormal, 5%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	46	54	51	49	Deveria rejeitar: 25
					Deveria <b>não</b> rejeitar: 24
TCM	46	54	51	49	Deveria rejeitar: 25
					Deveria <b>não</b> rejeitar: 24
Lognormal, 2%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	-	100	100	-	
TCM	-	100	100	-	
Lognormal, 0,05%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	-	100	100	-	
TCM	-	100	100	-	

No Quadro 3.8 observa-se que no lote de prestação de contas com 7% de erros sobre o total, 88 documentos foram rejeitados, ou seja, o percentual do erro médio estimado é maior do que o percentual de erro admitido pelo auditor. E apenas 12 lotes não foram rejeitados. Tais sentenciamentos foram dados, ao apreciar as estimativas calculadas conforme o TCM e as fundamentadas pelo autor Cochran. Para o lote com 5% de erro sobre o total, 46 foram rejeitados e 54 não foram rejeitados. Desses 100, o diagnóstico em 51 lotes foi validado e 49 não validados, para ambas estimativas, dentre esses 25 deveriam ser rejeitados e não foram e 24 foram rejeitados, porém não deveriam. A interpretação é análoga para os demais quadros.

Quadro 3.9 – Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade triangular, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos

Triangular, 10%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	95	5	95	5	Deveria rejeitar: 5
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	96	4	96	4	Deveria rejeitar: 4
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
Triangular, 7%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	76	24	76	24	Deveria rejeitar: 24
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	77	23	77	23	Deveria rejeitar: 23
					Deveria <b>não</b> rejeitar: -
Triangular, 5%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	48	52	56	44	Deveria rejeitar: 25
					Deveria <b>não</b> rejeitar: 19
TCM	52	48	65	35	Deveria rejeitar: 17
					Deveria <b>não</b> rejeitar: 18
Triangular, 2%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	-	100	100	-	
TCM	-	100	100	-	
Triangular, 0,05%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	-	100	100	-	
TCM	-	100	100	-	

Quadro 3.10 – Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade Weibull, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos

Weibull, 10%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	96	4	96	4	Deveria rejeitar: 4 Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	100	-	100	-	Deveria rejeitar: - Deveria <b>não</b> rejeitar: -
Weibull, 7%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	83	17	83	17	Deveria rejeitar: 17 Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	90	10	90	10	Deveria rejeitar: 10 Deveria <b>não</b> rejeitar: -
Weibull, 5%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	50	50	55	45	Deveria rejeitar: 21 Deveria <b>não</b> rejeitar: 24
TCM	54	46	66	34	Deveria rejeitar: 15 Deveria <b>não</b> rejeitar: 19
Weibull, 2%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	-	100	100	-	
TCM	-	100	100	-	
Weibull, 0,05%					
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado	
Coch	-	100	100	-	
TCM	-	100	100	-	

Avaliando os Quadros 3.8, 3.9 e 3.10, observou-se que todos os lotes com os percentuais 2% e 0,05% de erros sobre total, o diagnóstico foi de não rejeição, ou seja, todos os 100 lotes não foram rejeitados, em que de fato não deveriam ser.

Já para os lotes oriundos da distribuição lognormal, triangular e Weibull com 5% de erros sobre os documentos parte, em torno dos 50%, foi rejeitada. A exemplo da distribuição Weibull, 54 lotes foram rejeitados e 46 não rejeitados, ao avaliar as estimativas do TCM. De acordo com esse resultado, 66 sentenças foram validadas e 34 não validadas, em que desses 15 deveriam ter sido rejeitados.

### 3.2.3 Auditoria usando a curva característica de operação

Na auditoria utilizando a curva característica de operação, foi definido um nível de qualidade aceitável (NQA) ou percentual de erro aceitável igual a 1%, e uma fração de defeituosos máxima tolerada (LTPD) ou percentual máximo tolerado igual a 5%, em percentuais de erro sobre o valor total dos documentos.

Além desses percentuais, foi fixada a probabilidade de aceitação associada ao nível de qualidade aceitável (NQA), igual a 95% e uma probabilidade de aceitação associada à fração de defeituosos máxima tolerada (LTPD), igual a 5%. Esses valores correspondem a composição do plano de amostragem, utilizando a Curva Característica de Operação (Quadro 3.11).

Quadro 3.11 – Valores dos elementos do plano de amostragem

Elementos	Descrição	Valores (%)
Nível de erro aceitável (NQA)	Percentual de erro aceitável	1
Nível de erro tolerado (LTPD)	Percentual máximo tolerado	5
Probabilidades de aceitação	Probabilidade associada ao NQA	95
	Probabilidade associada ao LTPD	5

### 3.2.3.1 Tamanho da amostra

Para o cálculo do tamanho da amostra, a partir da distribuição normal, foi tomada uma amostra inicial igual a 300, conforme já mencionado, para estimar a variância da taxa média de erros, informação necessária para desenvolvimento do cálculo do tamanho da amostral. Assim, o valor da amostra inicial foi pré-fixado para as 100 simulações, nas diferentes distribuições de probabilidade.

No Quadro 3.12, foi apresentada uma comparação dos resultados dos tamanhos amostrais calculados, para o plano amostral proposto, em que a conceituação de cada um já foi explanada. Os resultados mostrados foram de um lote, para as simulações com 10% e 0,05% de erros sobre ele.



Quadro 3.12 – Comparação dos tamanhos amostrais calculados

Distribuição/ Tamanho amostral	Simulação 10%			Simulação 0,05%		
	Tamanho da amostra inicial	Tamanho da amostra real	Tamanho da amostra correto	Tamanho da amostra inicial	Tamanho da amostra real	Tamanho da amostra correto
Lognormal	300	287	277	300	1	1
Triangular	300	256	272	300	1	1
Weibull	300	298	272	300	1	1

Observa-se que para a simulação com 10% de erro, na distribuição lognormal, inicialmente o tamanho amostral foi determinado por 300 unidades monetárias, após o cálculo da estimativa da variância da taxa média de erro, a dimensão da amostra passou a ser de 287 unidades monetárias. Notifica-se que ao calcular o tamanho amostral utilizando o valor verdadeiro da variância, a dimensão da amostra é de 277 unidades monetárias. A interpretação é análoga para os demais modelos de probabilidades.

Dentre os lotes avaliados no Quadro 3.12, nota-se que na distribuição triangular apresentou o menor tamanho amostral, 256, e o maior na distribuição Weibull, 298. Resultados observados para a simulação com 10%. Já para simulação com 0,05% de erros sobre o lote, observou-se um tamanho bem menor. Nas distribuições lognormal, triangular e Weibull o tamanho amostral calculado foi de 1 unidade monetária, valor validado ao recalculado com os dados populacionais.

No Quadro 3.13, foi apresentado a dimensão amostral a partir da variância da taxa média de erro estimada. Foi transcrito resultado de um lote para cada simulação e distribuição de probabilidade envolvida.

Quadro 3.13 – O tamanho da amostra, segundo as distribuições de probabilidade e simulações

Distribuição/ Tamanho amostral	Simulação				
	10%	7%	5%	2%	0,05%
	Tamanho amostral				
Lognormal	267	147	69	11	1
Triangular	244	151	77	11	1
Weibull	257	132	69	10	1

É notório observar, no Quadro 3.13, que a medida que os erros sobre o total, presentes nos lotes de documentos, diminuem, o valor da amostra também diminui. Exemplo disso tem-se o lote com 7% de erros, em que o tamanho da amostra é de 132 unidades monetárias, para distribuição Weibull e para o lote com 2% de erros a dimensão amostral é de 10 unidades monetárias.

### 3.2.3.2 Amostra selecionada

Reitera que para seleção da amostra inicial, a fim de calcular a estimativa da variância, foi utilizado o processo de amostragem por unidade monetária. Ressalva-se que, na seleção do item amostral, houve a possibilidade do item ser eleito mais de uma vez. Conforme mencionado, após ter ciência da estimativa, calculou-se o tamanho da amostra para avaliação. Em sua composição os itens a serem auditados foram selecionados a partir da amostragem por unidade monetária.

Nos Quadros 3.14 e 3.15, foram exibidos cinco itens selecionados, para compor a amostra dos itens a serem auditados, para as simulações com 10% e 0,05% de erros, respectivamente.

Quadro 3.14 - Itens amostrais selecionados, no lote com 10% de erro, segundo as distribuições de probabilidade

Simulação 10%								
Lognormal			Triangular			Weibull		
Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)
2	998,50	-	1	15.773,73	7.835	3	3.736,18	-
3	990,32	502	3	25.679,72	-	3	3.736,18	-
4	990,15	476	5	9.608,63	-	4	1.135,39	535
7	1.007,66	-	8	17.437,14	-	6	934,62	-
14	1.007,91	-	11	37.804,13	-	22	1320,35	-

No Quadro 3.14, nota-se que os menores valores monetários encontram-se, em sua maior parte, na distribuição lognormal e os maiores valores na distribuição triangular. Este último perfil repete-se no Quadro 3.15. Vale dizer que este retrato transcreve apenas 5 elementos amostrais de um lote.

Quadro 3.15 – Itens amostrais selecionados, no lote com 0,05% de erro, segundo as distribuições de probabilidade

Simulação 0,05%								
Lognormal			Triangular			Weibull		
Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (R\$)	Documento	Valor (R\$)	Erro (\$)
2	999,55	-	1	18.510,53	-	8	1.440,43	-
3	1.013,55	-	1	18.510,53	-	13	1.265,88	-
7	1.002,61	-	7	8.879,08	-	13	1.265,88	-
11	1.015,92	2	17	18.729,60	43	17	754,64	-
12	1.009,34		27	24.440,29	58	18	302,48	1

### 3.2.3.3 Análise dos dados

Para o sentenciamento do lote, na auditoria usando a curva característica de operação, foi feita a comparação entre o número de aceitação ( $c$ ) e o erro médio estimado. Se este último for maior do que o número de aceitação, o lote é rejeitado.

Nos Quadros 3.16 e 3.17 foram apresentados os valores, para cada distribuição, correspondentes aos percentuais do erro médio populacional, erro médio estimado, conforme o TCM e Cochran. Vale lembrar que tais resultados apresentados referem-se as simulações com 10% e 0,05% de erros no lote de documentos.

Quadro 3.16 – Valores para análise da Simulação 10%

Distribuição/ Estatísticas	Número de aceitação (%) (c)	Percentual médio real (x)	Percentual médio real (TCM) (y)	Percentual médio estimado (w)	Percentual médio estimado (TCM) (z)
Lognormal	3	10,2278	10,2288	10,5960	10,6137
Triangular	3	10,0055	9,4612	9,1850	9,1782
Weibull	3	9,9596	10,1211	11,2178	10,4579

Quadro 3.17 – Valores para análise da Simulação 0,05%

Distribuição/ Estatísticas	Número de aceitação (%) (c)	Percentual médio real (x)	Percentual médio real (TCM) (y)	Percentual médio estimado (w)	Percentual médio estimado (TCM) (z)
Lognormal	3	0,0520	0,0521	0,0582	0,0583
Triangular	3	0,0484	0,0467	0,0519	0,0514
Weibull	3	0,0464	0,043	0,0398	0,0393

Ao examinar o Quadro 3.16, para simulação com 10% de erros sobre o lote, observa-se que dentre as três populações oriundas das distribuições de probabilidade, o maior percentual médio real observado foi na distribuição lognormal (10,2288%) e o percentual médio estimado associado a este valor foi 10,6137%. Como este último é maior do que o valor de c, o lote é rejeitado.

Na simulação com 0,05% de erros sobre o lote (Quadro 3.17), o maior valor referente ao percentual de erro médio, valor populacional, foi encontrado também na distribuição lognormal, 0,0521%, dado que a estimativa calculada conforme o TCM foi de 0,0583%. Como este percentual é menor do que o número de aceitação, o lote não é rejeitado.

Ainda observando o Quadro 3.17 e como o valor calculado de  $c$  foi 3%, nas três distribuições para a simulação com 0,05% de erros, os lotes não foram rejeitados, pois o erro médio estimado foi menor do que o valor de  $c$ . Vale lembrar que os valores apresentados nos quadros são recortes retratando uma única simulação das 100.

Analogamente a interpretação dada ao Quadro 3.16, observou-se que o percentual do erro médio estimado é maior do que o número de aceitação, 0,03. Portanto nos lotes observados todos foram rejeitados.

Equivalentemente a seção referente a auditoria conforme o TCM, foi apresentado gráficos para apreciação dos resultados (Gráficos 3.16 ao 3.30). Ao observar analiticamente o Gráfico 3.16, que corresponde os percentuais gerados com base nos documentos de prestação de contas, oriundos de uma distribuição triangular, com erro de 10% sobre o lote. Notifica-se que todos os lotes foram rejeitados, pois o percentual do número de aceitação, 3%, foi menor do que o percentual médio estimado de erro.

Ao comparar a estimativa do percentual médio dos cem lotes, segundo cálculo realizado do TCM, verificou-se que este é maior do que o número de aceitação, logo todos foram rejeitados também.

A interpretação dada foi coincidente para a população oriunda da distribuição triangular com 7% de erros sobre o lote, vide Gráfico 3.17. Como também para as distribuições Weibull e lognormal com erros de 10% e 7%, que podem ser examinados nos Gráficos 3.21, 3.22, 3.26 e 3.27.

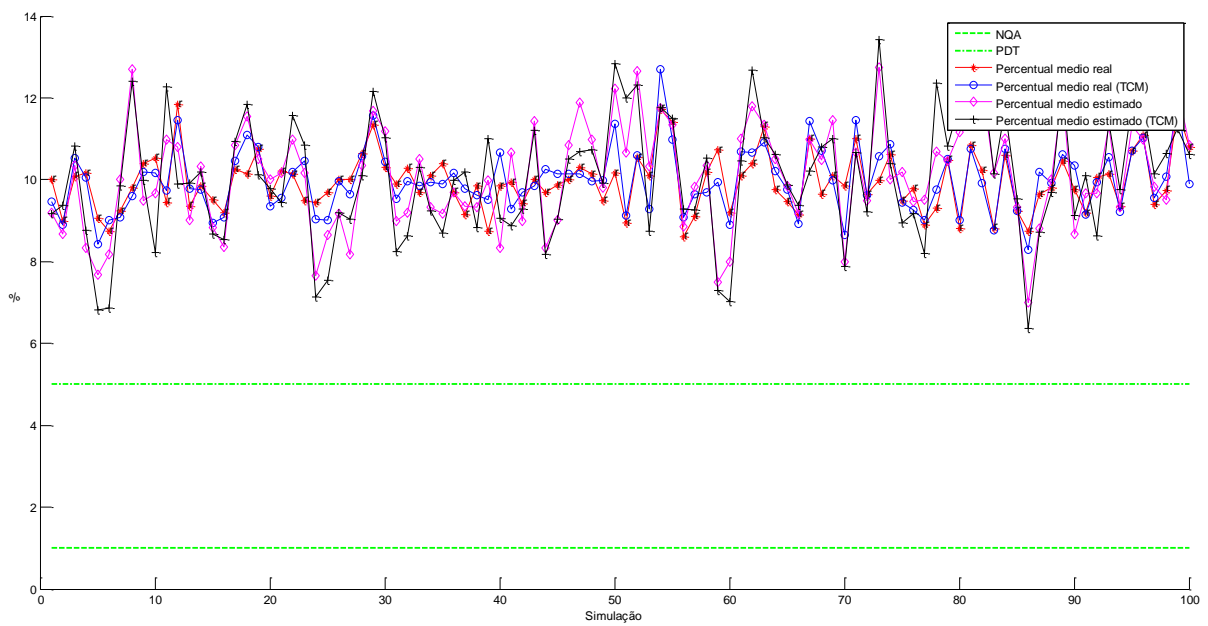


Gráfico 3.16 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 10%

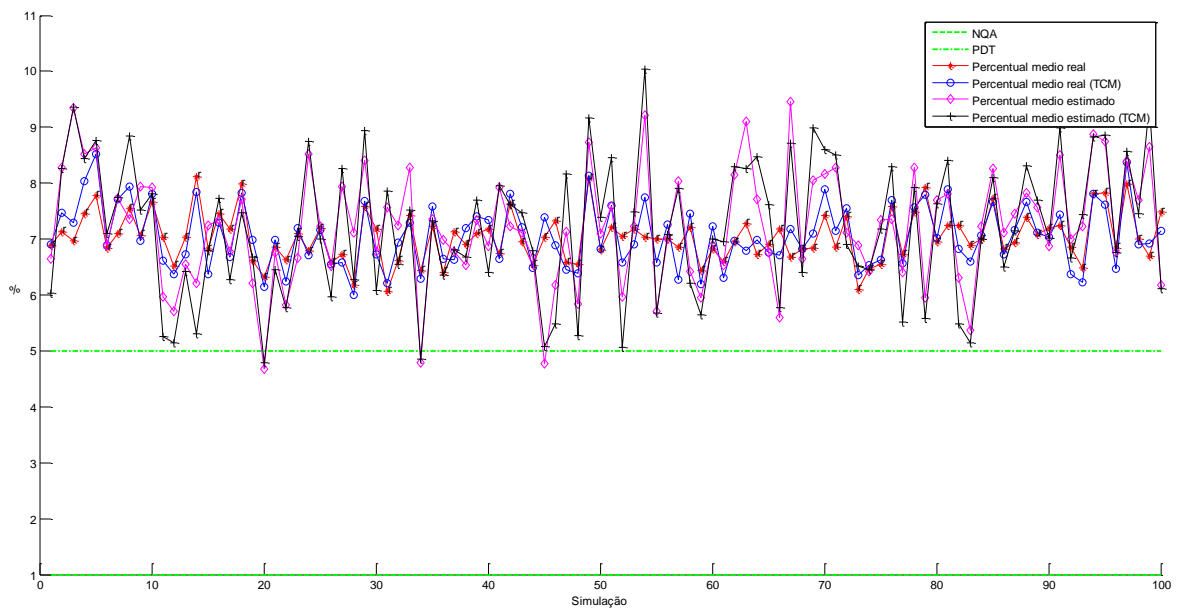


Gráfico 3.17 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 7%

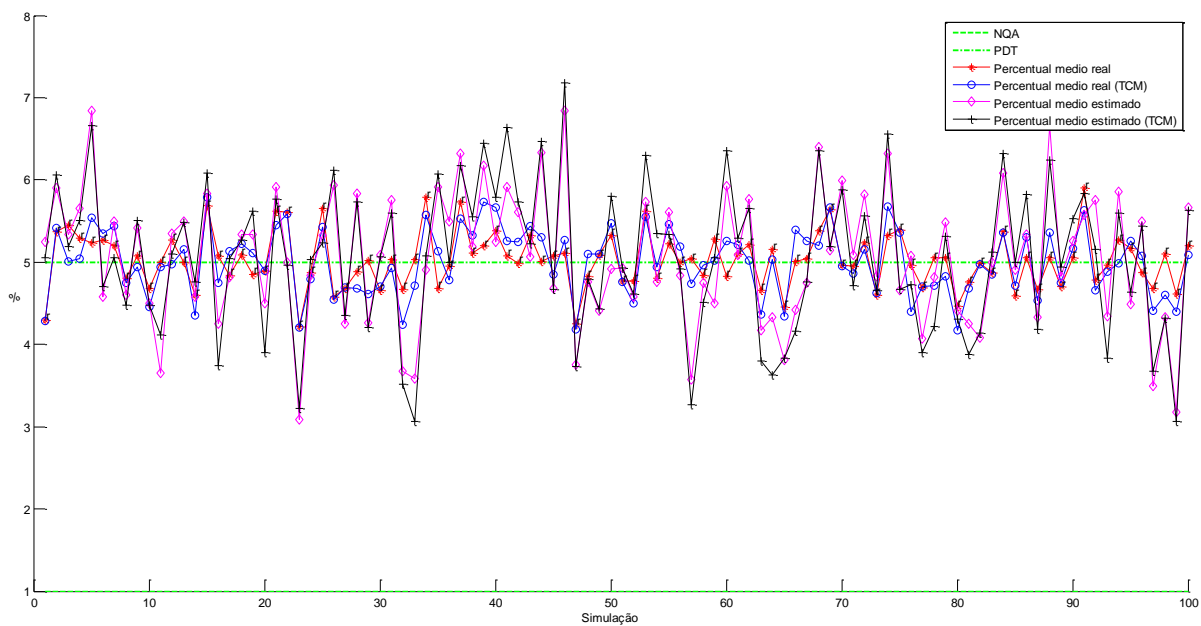


Gráfico 3.18 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 5%

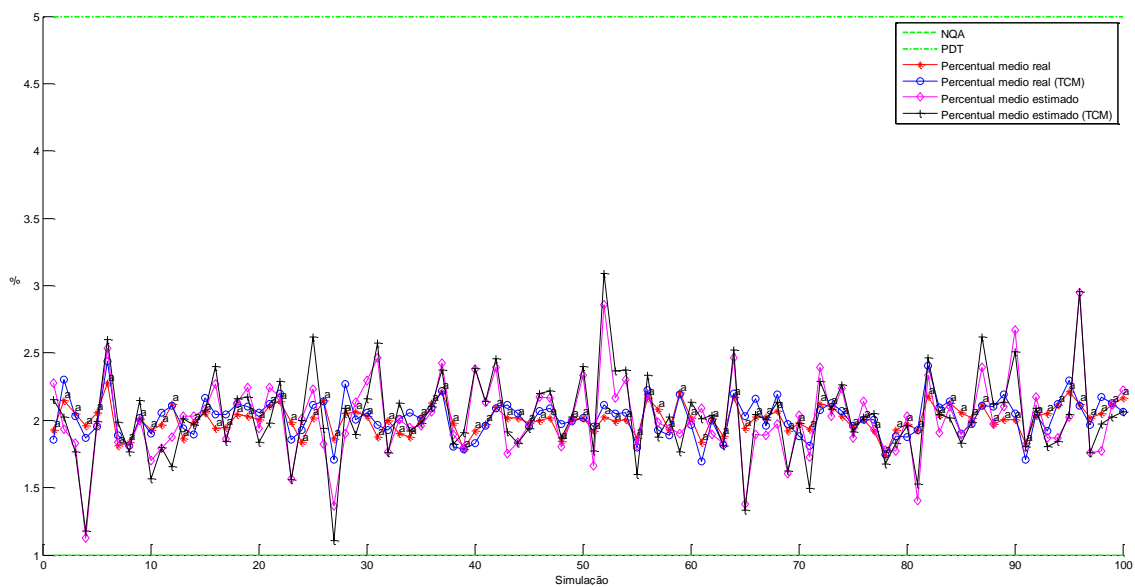


Gráfico 3.19 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 2%



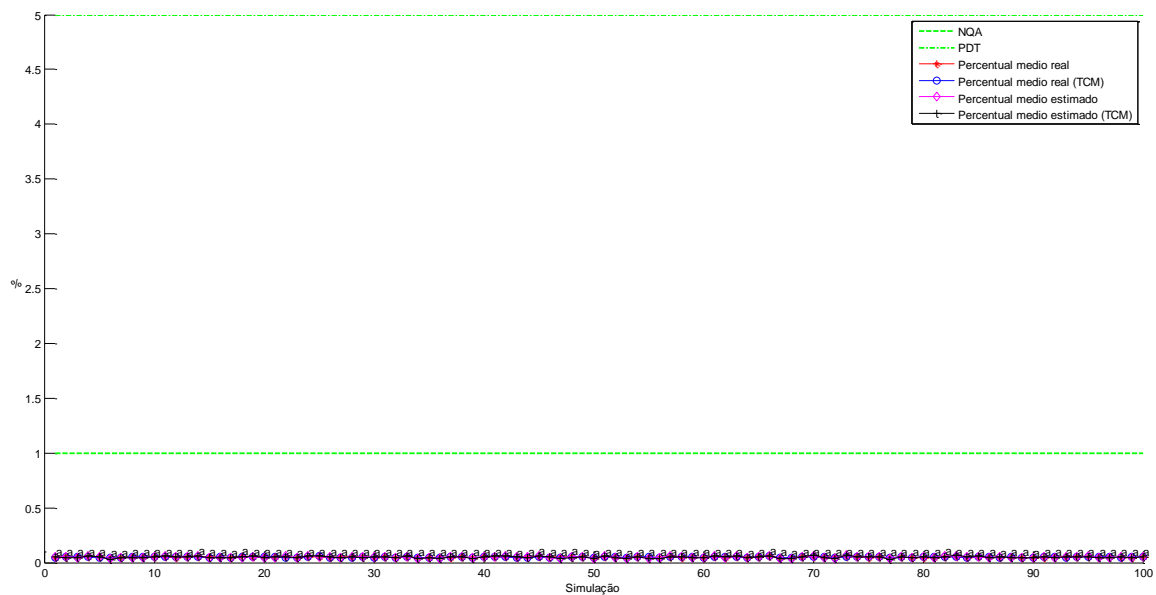


Gráfico 3.20 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição triangular com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%

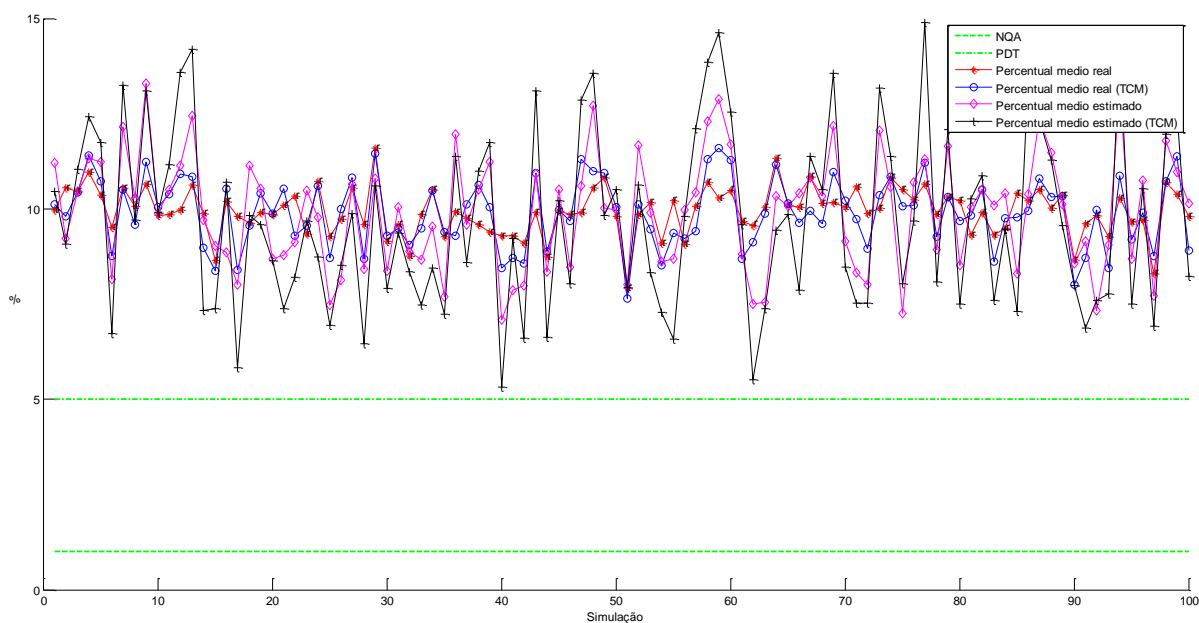


Gráfico 3.21 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 10%

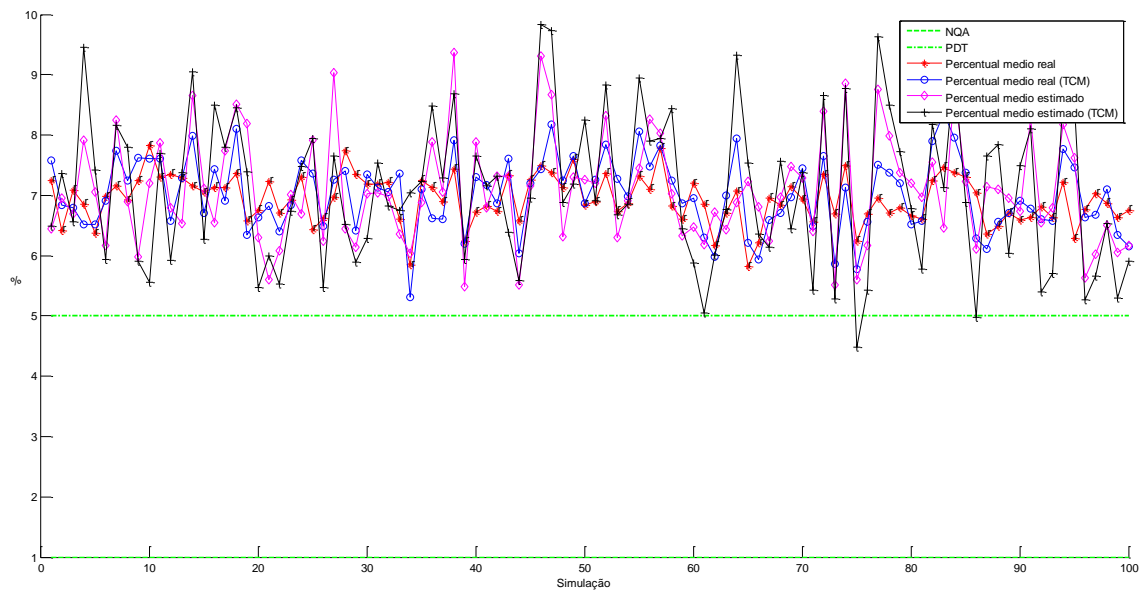


Gráfico 3.22 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 7%

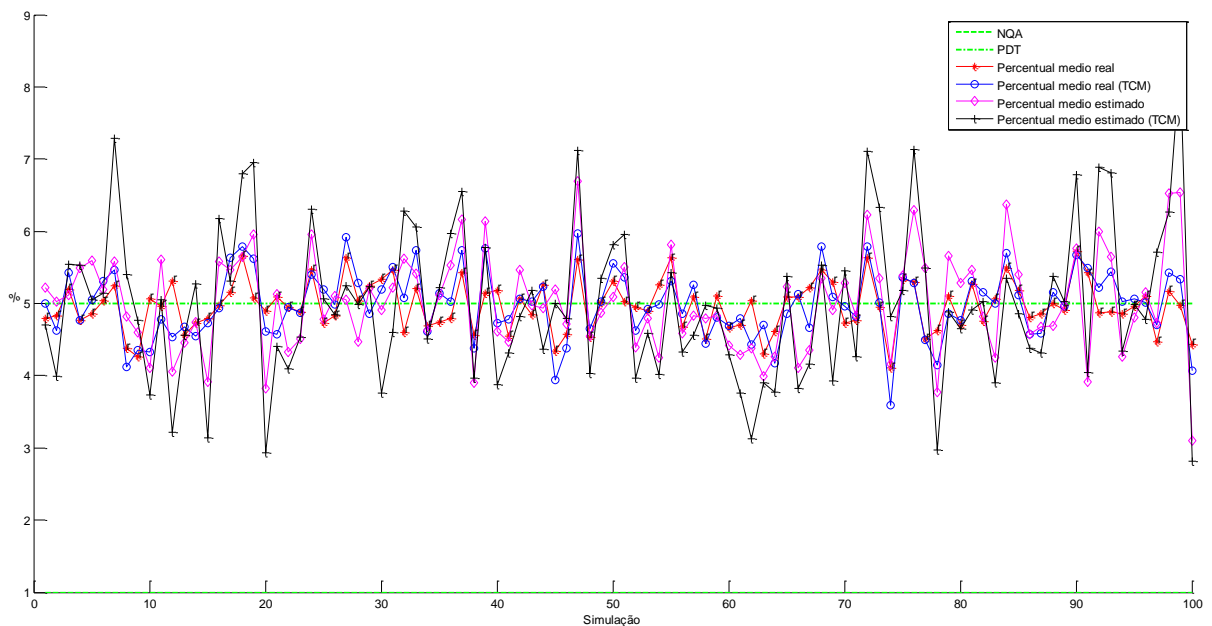


Gráfico 3.23 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 5%

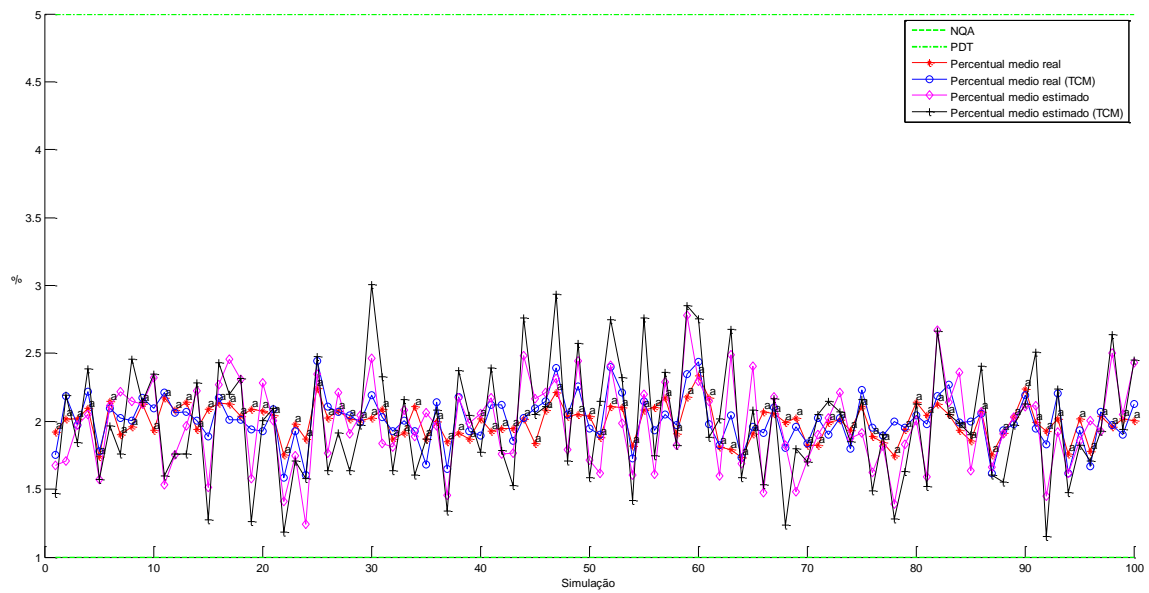


Gráfico 3.24 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 2%

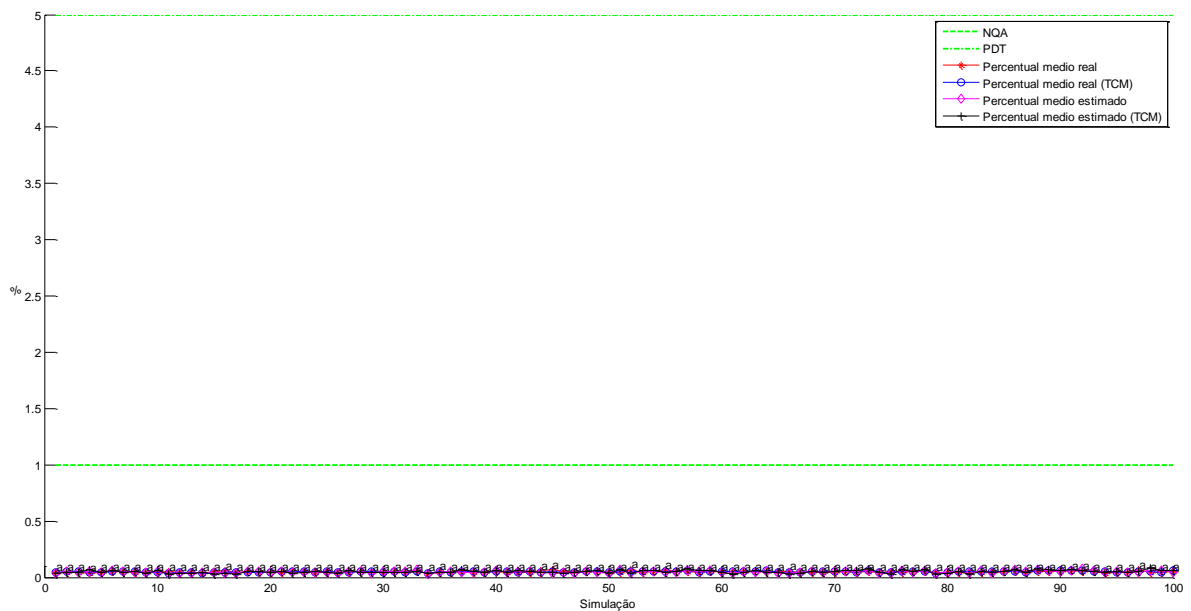


Gráfico 3.25 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição Weibull com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%

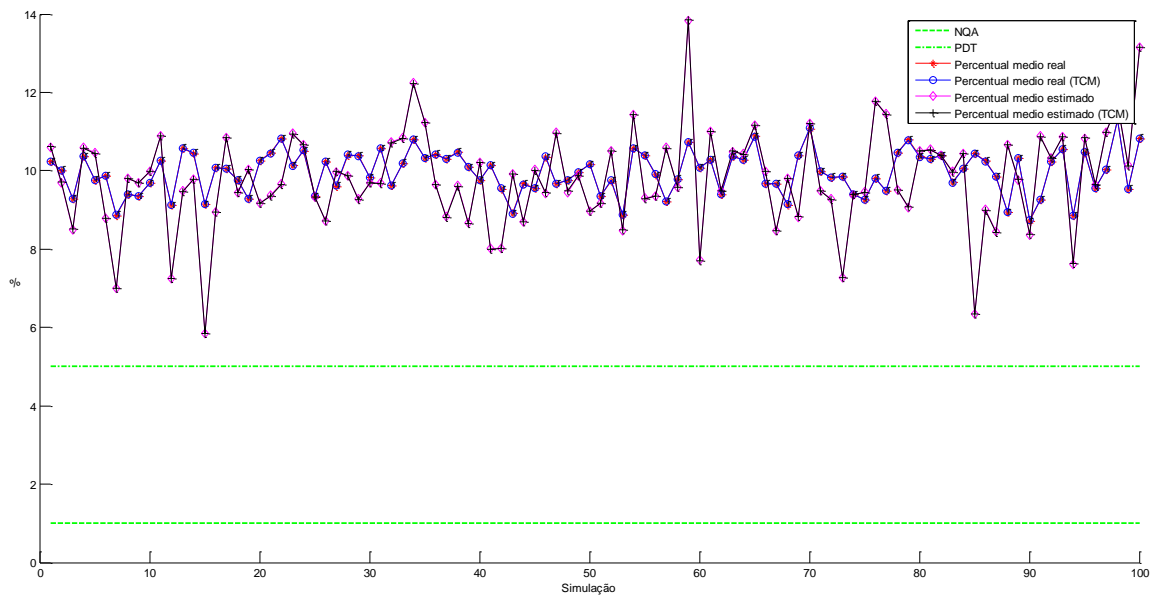


Gráfico 3.26 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 10%

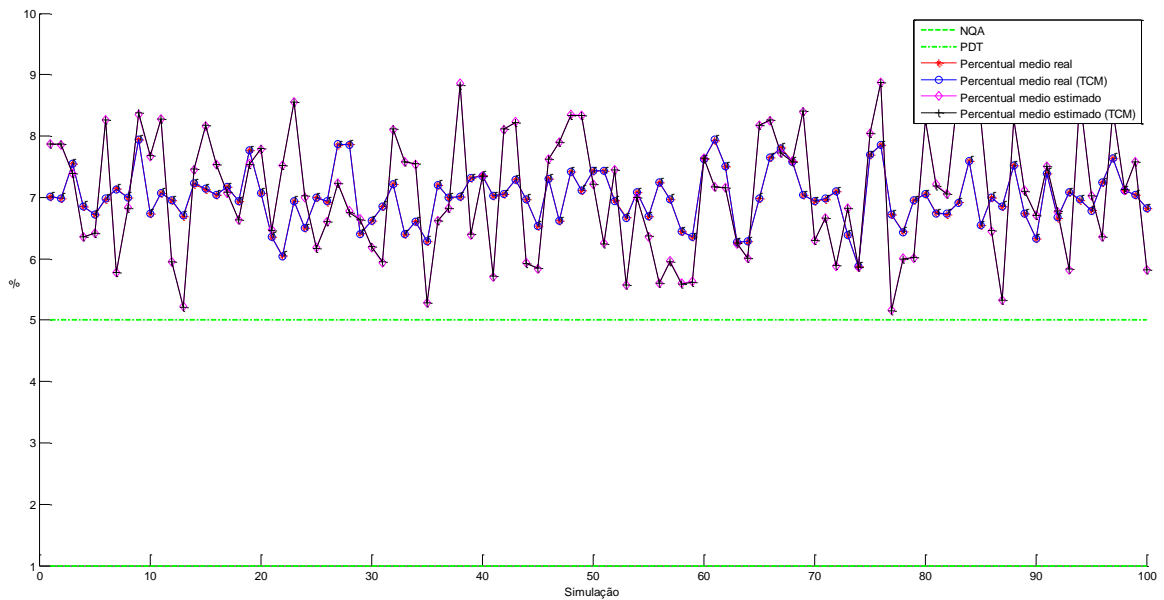


Gráfico 3.27 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 7%

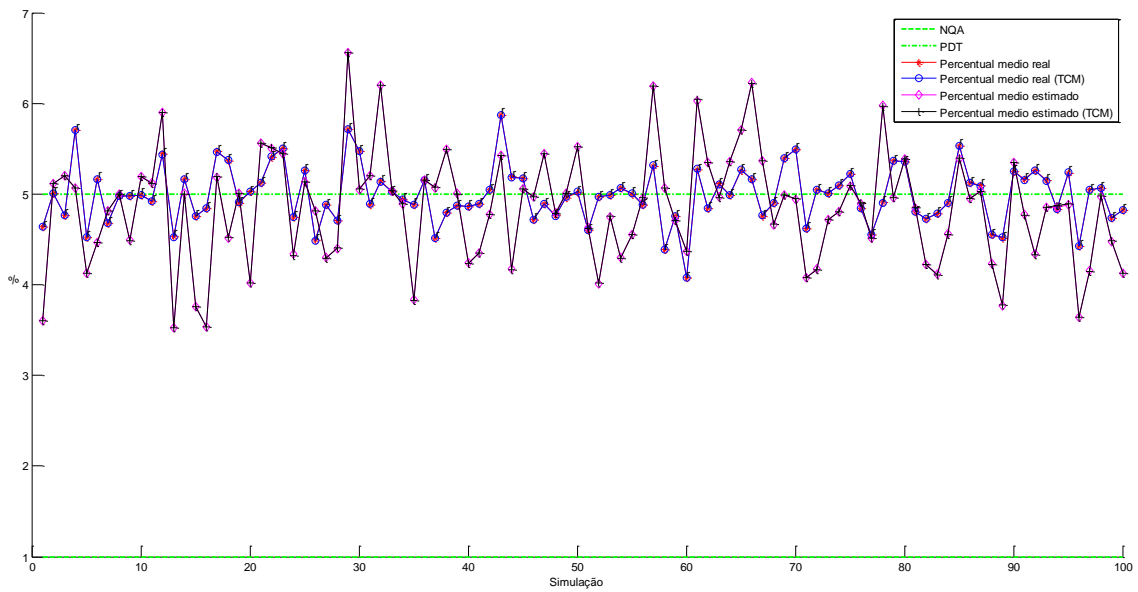


Gráfico 3.28 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 5%

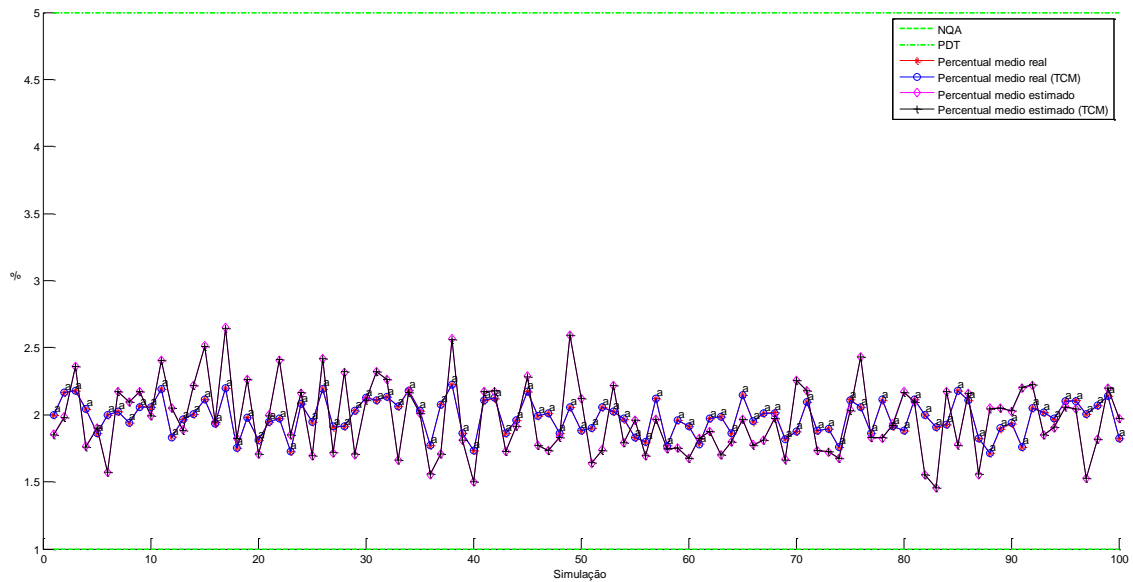


Gráfico 3.29 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 2%

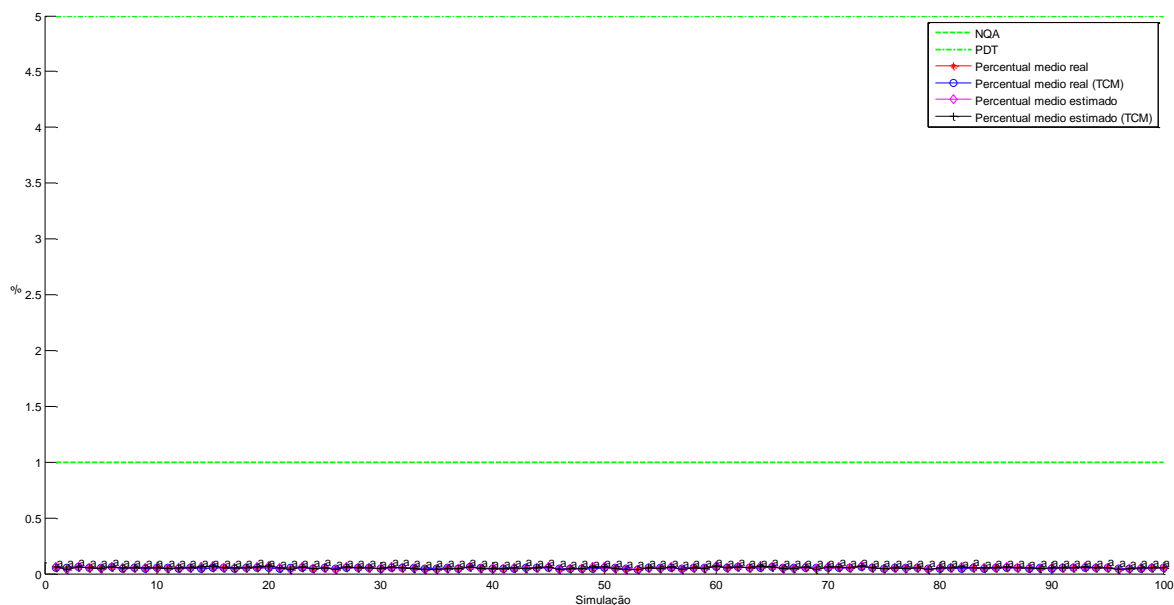


Gráfico 3.30 – Percentuais gerados das prestações de contas, oriundas da distribuição lognormal com o percentual de erro sobre o lote de 0,05%

Apreciando-se alguns gráficos apresentados, pode ser verificado, também, que as estimativas do erro médio não estão contidas entre os limites, que correspondem ao percentual de erro aceitável (NQA) e ao percentual máximo tolerado (LTPD), em que esta equivale a zona de aceitação.

Nos Quadros 3.18, 3.19 e 3.20 foram apresentados todos os resultados das 100 simulações geradas, para cada modelo de distribuição de probabilidade em todos os percentuais de erros sobre o lote adotados para análise, em que esses foram 10%, 7%, 5%, 2% e 0,05% de erros.

Quadro 3.18 – Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade lognormal, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos

Lognormal, 10%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Lognormal, 7%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Lognormal, 5%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Lognormal, 2%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	-	100	100	-
TCM	-	100	100	-
Lognormal, 0,05%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	-	100	100	-
TCM	-	100	100	-

Quadro 3.19 – Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade triangular, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos

Triangular, 10%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Triangular, 7%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Triangular, 5%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Triangular, 2%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	-	100	100	-
				Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	1	99	99	1
				Deveria <b>não</b> rejeitar: 1
Triangular, 0,05%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	-	100	100	-
TCM	-	100	100	-



Quadro 3.20 – Resultado das 100 simulações geradas para a distribuição de probabilidade Weibull, segundo os percentuais de 10; 7; 5; 2 e 0,05 para o erro sobre o lote de documentos

Weibull, 10%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Weibull, 7%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	-
TCM	100	-	100	-
Weibull, 5%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	100	-	100	- Deveria rejeitar: - Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	97	3	97	3 Deveria rejeitar: 3 Deveria <b>não</b> rejeitar: -
Weibull, 2%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	-	100	100	- Deveria rejeitar: - Deveria <b>não</b> rejeitar: -
TCM	1	99	99	1 Deveria rejeitar: - Deveria <b>não</b> rejeitar: 1
Weibull, 0,05%				
	Rejeitados	Não Rejeitados	Validado	Não Validado
Coch	-	100	100	-
TCM	-	100	100	-

Ainda avaliando os Quadros 3.18, 3.19 e 3.20, observou-se que todos os lotes, referentes aos documentos de prestação de contas oriundos dos modelos de distribuição de probabilidade lognormal, triangular e Weibull, foram rejeitados e este resultado foi validado, ou seja, de fato deveriam ser rejeitados. Conclusão dada consoante a observação dos valores populacionais.

### **3.3 Discussão**

Os valores dos documentos monetários foram gerados aleatoriamente, através de simulações computacionais, seguindo as distribuições de probabilidade: lognormal, triangular e Weibull. Estas distribuições citadas foram adotadas para representar os valores de cada documento. O procedimento de simulação permitiu a aleatoriedade da população de documentos, assegurando dados com a distribuição especificada. Construiu - se populações com 1.000 observações.

As populações geradas ou lotes de documentos de prestação de contas foram diagnosticados a partir da avaliação de uma amostra, calculada para cada lote a partir da distribuição hipergeométrica e amostragem de aceitação, juntamente com a curva característica de operação. O sentenciamento foi facultado ao observar as estimativas dos erros nos documentos, em que estas foram calculadas conforme o estimador sugerido pelo autor Cochran e pelo o que o TCM emprega.

Com base nos resultados obtidos para os procedimentos de auditoria mostrados nessa pesquisa, verificou - se que a maioria dos setenciamentos dos lotes foi validada para o processo em que a amostra foi delimitada pelas técnicas de controle de qualidade (amostragem de aceitação e curva característica de operação), já para o outro não. Isso faz afirmar que a metodologia aplicada, consoante à curva característica de operação, é eficiente.

---

## Considerações Finais

---

Este trabalho procurou mostrar a importância da metodologia aplicada na auditoria de informações financeiras, em relação à confiabilidade sobre o julgamento feito. A auditoria surge como uma forma de detecção de fraudes, ainda hoje tem um papel relevante neste aspecto, apesar de ser muito difícil na prática detectar uma fraude.

Todos os temas abordados ao longo desta pesquisa têm um pressuposto comum, que a auditoria visa conferir credibilidade à informação financeira e garantir a transparência desta aos seus diferentes usuários, viabilizando a tomada de decisões sustentadas. Diversos escândalos associados a crises financeiras têm-se observado, nos últimos anos, portanto, isto vem reforçar o papel de importância crescente assumido pela auditoria.

Esta pesquisa veio trazer técnicas, que hoje são vangloriadas no âmbito industrial e de acordo com os resultados são bem sugestivas à aplicação em auditoria contábil.

### 4.1 Conclusões

A auditoria apresenta-se como uma área muito desafiante nas suas diversas vertentes. Após as considerações teóricas e aplicações metodológicas que foram propostas, os resultados apresentados indicam que o método da amostragem de aceitação, a fim de determinar o tamanho amostral, e, a curva característica de operação utilizada para discriminar o plano amostral, é de grande valia para delimitar e diagnosticar os lotes de prestações de contas avaliados pelo auditor, ou seja, há de fato uma sugestão eficaz para o aperfeiçoamento do sistema aplicado no Tribunal de Contas dos Municípios do Estado da Bahia.

Ao comparar o tamanho amostral calculado nos dois métodos, observa-se que, nos lotes que apresentam maiores percentuais de erro sobre o valor total dos documentos (10%, 7%, 5%), o tamanho amostral calculado, utilizando a amostragem de aceitação e a curva característica de operação, é maior do que o que foi delimitado a partir da distribuição hipergeométrica. É importante notificar que lotes com maiores percentuais de erro são os que o auditor deve ter maior cautela ao avaliar. As estimativas calculadas para o sentenciamento desses lotes aproximam-se mais do verdadeiro valor populacional nas amostras calculadas a partir da amostragem de aceitação, nas maiores amostras, validando assim a assertiva de que quanto maior o tamanho amostral, maior a precisão das estimativas.

Diante dos resultados, ao utilizar o sistema de auditoria do qual o tamanho amostral foi delimitado pela amostragem de aceitação, reitera-se que praticamente todos os lotes foram apreciados de forma correta nas diferentes distribuições, ou seja, os lotes dos documentos que deveriam ser rejeitados de fato foram e vice-versa. Em situação adversa, pontua-se alguns lotes, muito poucos, que apresentaram controvérsias às interpretações dadas. Nesta situação, cita-se o conjunto de documentos oriundos das distribuições triangular, em especial o lote com 2% de erro sobre o total e os lotes da distribuição Weibull com 5% e 2% de erro.

Já para o outro sistema de auditoria, cuja amostra foi delimitada pela distribuição hipergeométrica, todos os modelos de probabilidade, em especial os lotes com 10%, 7% e 5% de erros, apresentaram contradições no diagnóstico ao comparar com o verdadeiro valor da estimativa.

De forma geral, no máximo 5 resultados inconsistentes foram encontrados na metodologia proposta, enquanto tiveram 371 sentenciamentos inconsistentes, não validados, para o outro método. Portanto, firma-se que a apreciação dos lotes, utilizando o método proposto, foi fiel a realidade dos processos.

É de destacar, que os lotes das demonstrações contábeis foram sentenciados a partir da avaliação amostral e este julgamento fez jus caso todos os documentos do lote fossem avaliados.

## **4.2 Contribuições**

Com o desenvolvimento dessa pesquisa, cita-se como relevantes contribuições: a aplicabilidade de técnicas, que hoje são ostentadas no âmbito industrial, trazidas para o campo de informações financeiras; maior confiabilidade sobre o julgamento feito em lotes de demonstrações contábeis e a possibilidade de implantação do sistema, aqui desenvolvido, capaz de dar suporte ao processo de auditoria de documentos monetários no Tribunal de Contas. Vale dizer que há possibilidade de aplicação da técnica proposta nas organizações de diversas áreas (hospitais, indústrias, escolas, ...) que realizam auditoria contábil, afinal o TCM-BA foi apenas um estudo de caso dessa pesquisa.

## **4.3 Atividades futuras de pesquisa**

Uma proposta de continuidade deste estudo seria verificar e comparar os resultados oriundos a partir do emprego de outra forma de estimação dos erros dos documentos monetários, em que nesta instância foi utilizado o modelo da distribuição binomial para essa função.

Outra atividade relevante seria a aplicação do método proposto, assim como avaliação e interpretação em dados verídicos existentes no cadastro do TCM-BA, uma vez que, aqui nesta pesquisa, essas etapas foram realizadas nos dados gerados a partir de simulações de documentos reais das demonstrações contábeis.

---

## Referências Bibliográficas

---

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA), *Audit Guide: Audit Sampling*. New York: American Institute of Certified Public Accountants, 2008.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS, Statement on Auditing Standards (SAS) N.º 39.

ANDRADE, L. C. de. *Técnicas de amostragem em empresas de auditoria na cidade do Rio de Janeiro: um estudo de casos*. Dissertação (Mestrado em ciências contábeis) – Instituto Superior de Estudos Contábeis (ISEC) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1988.

ARKIN, H.. *Handbook of Sampling for Auditing and Accounting*. 2 ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1984.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. *Elementos de Amostragem*. Belo Horizonte, 1994.

BOYNTON, W. C.; JOHNSON, R. N.; KELL, W. G. *Auditoria*. Tradução: José Evaristo Santos. São Paulo: Atlas, 2002.

BRASIL, CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC nº 820/97, de 17/12/1997*. Dispõe a Norma Brasileira de Contabilidade NBC T 11 – Normas de Auditoria Independente das Demonstrações Contábeis com alterações e dá outras providências. 1997.

CÂMARA, L.. *Noções de Amostragem Estatística*. Porto Alegre, 1975.

CARMELO, S. P. P.. *Amostragem em revisão/ auditoria: Uma aplicação prática do método PPS*. 2006

COCHRAN, W.. *Sampling Techniques*. 3 ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1977.

COOK, J. W.; WINKLE, G. M. *Auditoria: Filosofia e Técnica*. São Paulo: Saraiva, 1983.

CREPALDI, S. A.. *Auditoria contábil: teoria e prática*. 2 ed, São Paulo: Atlas, 2002.

CUNHA, P. R.. *Técnicas de amostragem aplicadas pelas empresas de auditoria independente estabelecidas em Santa Catarina*. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Universidade Regional de Blumenau, Santa Catarina, 2005,

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. de A. *Curso de Estatística*. São Paulo: Atlas, 3 ed, 1986.

GAFFORD, W. W.; CARMICHAEL, D. R. *Materiality, Audit Risk and Sampling: a Nuts- and- bolts Approach*. Journal of Accountancy. 1984.

GIL, A. C. *Projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 3 ed.,1996.

GONÇALEZ, P. U.; WERNER, L.. *Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais*. Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n.1, p.121-132., 2009.

GOODE, W. J.; HATT, P. K. *Métodos em Pesquisa Social*. Tradução de Carolina Martuscelli Bori. São Paulo: Editoria Nacional, 4 ed., 1972.

GUSUKUMA, R. *Comparação entre Formas de Cálculo do Valor em Risco de Prêmios de Opções de Compra*. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis e Atuariais) - Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

GUY, D. M.; CARMICHAEL, D. R. *Audit sampling: an introduction to statistical sampling in auditing*. John Wiley & Sons, 1986.

JACOBS, J. *Statistical Sampling: Is it being utilized?* CPA, v. 37, 1971.

KRUKOSKI, F. A. *Programação Linear Aplicada ao Mercado de Opções na Criação de um Portfólio Seguro*. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MATTAR, F. N.. *Pesquisa de marketing*. V. I. São Paulo: Atlas, 1996.

MEIGS, W. B. *Princípios de Auditoria*. México: Diana, 1974.

MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004

NEPOMUCENO, F.; SUSLICK, SB. *Alocação de recursos financeiros em projetos de risco na exploração de petróleo*. *Revista de Administração de Empresas*, v. 40, n. 1, p. 63 -76, 2000.

OLIVEIRA, F. N.. *Técnicas de amostragem utilizadas pelos serviços de auditoria interna de empresas no Brasil: um estudo de casos*. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Instituto Superior de Estudos Contábeis – ISEC – Fundação Getúlio Vargas. 1989.

PONCIANO, N. J.. *Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense*. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, n. 4, p. 615-635, 2004.

SANTOS, M. P. dos. *Introdução à Simulação Discreta*. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

SCOTT, R. *Auditing: A Systems Approach*. Reston Publishing Company, Inc. A Prentice- Hall Company, Reston Virgínia, 1982.

SIMONETTI, M. J.; SOUZA, A. L.; SILVEIRA, L. F.S.; ARRUDA, J. P.S.. *A importância da engenharia da confiabilidade e os conceitos básicos de distribuição de Weibull*. *Revista Sapere*, 2009.



SOUZA, F. M.; PEREIRA, M. B.; SILVA, P. K. O.. *Aspectos computacionais na estimação dos parâmetros da distribuição Weibull. International Journal of Research in IT, Management and Engineering*, v. 2, p. 1-14, 2012.

STEVENSON, W. J. *Estatística aplicada à administração*. São Paulo: Harbra, 2001.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). *Manual de auditoria do TCU*. 2002. URL: [www.tcu.gov.br](http://www.tcu.gov.br).

TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL. *Manual de Auditoria Pública*. Brasília, 2004. URL: [www.tc.df.gov.br](http://www.tc.df.gov.br)

## APÊNDICE A – Descrição das variáveis utilizadas no modelo computacional

*gera\_documentos\_7*- nome do arquivo, *script*, que gera documentos monetários para serem testados em diferentes técnicas de auditoria;

*auditoria\_CCO\_3*: nome do arquivo, *script*, que seleciona documentos monetários e faz auditoria usando a Curva Característica de Operação, em que os documentos têm possibilidade de sair duas vezes;

*auditoria\_tcm\_3*: nome do arquivo, *script*, seleciona documentos monetários e faz auditoria consoante ao Tribunal de Contas do Município;

### Variáveis do *script* *gera\_documentos\_7*:

*percent\_error*: percentual de erros no lote de documentos

*perc\_documentos\_erro*: percentual de documentos com erros

*no\_documentos*: tamanho do lote de documentos (número de documentos gerados)

*simulacoes*: número de simulações, número de arquivos gerados

*distribution*: distribuição escolhida para gerar os valores dos documentos

*minimo*: valor mínimo, parâmetro da distribuição triangular

*moda*: moda, parâmetro da distribuição triangular

*maximo*: valor máximo, parâmetro da distribuição triangular

*documentos*: valores dos documentos monetários gerados

*alfa\_*: parâmetro de escala da distribuição Weibull

*beta\_*: parâmetro de forma da distribuição Weibull

*mu*: média da distribuição lognormal

*sigma*: desvio padrão da distribuição lognormal

*mean\_error\_distribution*: percentual médio de erro no total dos documentos.

*erro\_documentos*: valores dos erros nos documentos

Variáveis do script auditoria tcm 3:

*tipo\_erro\_admitido*: percentual de erro admitido sobre o total ou um valor total, materialidade

*percent\_error\_admitido*: percentual de erro admitido no lote de documentos

*materialidade\_admitida*: materialidade máxima admitida

*nivel\_seguranca*: nível de segurança desejado

*documentos*: valores dos documentos monetários gerados

*erro\_documentos*: erro dos documentos

*tamanho\_amostra*: tamanho da amostra calcula a partir da distribuição hipergeométrica

*amostra*: itens amostrais selecionados a partir da *MUS*

*acum\_documentos*: frequência acumulada dos documentos gerados

*doc\_selecionados*: documentos selecionados para compor a amostra, arquivo que contém a identificação do documento escolhido, o valor correspondente e o erro presente nele, se houver.

*jx*: identificação do documento

*documento(jx)*: documento *jx*

*erro\_documentos(jx)*: erro do documento *jx*

*materialidade\_real*: erro total do lote de documentos

*erro\_medio\_real*: erro médio do lote de documentos

*erro\_medio\_real\_TCM*: erro médio do lote de documentos, calculado segundo o TCM

*valor\_real*: valor do lote de documentos sem erro

*erro\_medio\_estimado*: erro médio estimado do lote de documentos

*materialidade\_estimada*: materialidade estimada do lote de documentos

*valor\_estimado*: valor estimado do lote de documentos sem erro

*erro\_medio\_estimado\_TCM*: erro médio estimado do lote de documentos, calculado segundo o TCM

*materialidade\_estimada\_TCM*: materialidade estimada do lote de documentos, calculado segundo o TCM

*valor\_estimado\_TCM*: valor estimado do lote de documentos sem erro, calculado segundo o TCM

*v*: percentual de erro admitido no lote de documentos

*x*: percentual médio de erro do lote de documentos

*y*: percentual médio de erro do lote de documentos, calculado segundo o TCM

*w*: percentual médio estimado de erro do lote de documentos

*z*: percentual médio estimado de erro do lote de documentos, calculado segundo o TCM

### Variáveis do script auditoria CCO 3:

*nqa*: nível de erro aceitável

*ltpd*: nível de erro tolerável

*nqa\_alfa*: probabilidade associada ao nível de erro aceitável

*ltpd\_beta*: probabilidade associada ao nível de erro tolerável

*c*: número de aceitação

*n*: tamanho da amostra

*tam\_amostra\_init*: tamanho amostral inicial

*acum\_documentos*: acumulado dos valores dos documentos

*erro\_documentos*: valor do erro presente no documento gerado

*documentos*: valores dos documentos monetários gerados

*amostra\_init*: amostra inicial selecionada para estimar a variância da taxa média de erros taint

*doc\_selecionados*: matriz correspondente aos itens selecionados para compor a amostra inicial, assim como o erro correspondente, se houver, e a identificação do documento.

*var\_taint\_estimado*: variância estimada da taxa média de erros

*tamanho\_amostra*: tamanho da amostra, calculada a partir da estimativa da variância da taxa média de erros

*tam\_amostra\_complementar*: tamanho da amostra complementar, calculada a partir da diferença entre o tamanho da amostra e o tamanho da amostra inicial

*amostra*: elementos selecionados, para compor a amostra de documentos.

*tam\_amostra\_complementar*: diferença entre o tamanho da amostra calculada a partir da estimativa da variância da taxa média de erros e o tamanho da amostra inicial

*amostra\_complementar*: elementos amostrais selecionados para complementar a amostra de documentos, se o tamanho da amostra for maior do que a amostra inicial.

Obs: A *amostra* é igual a *amostra\_initi*, se o tamanho da amostra inicial for maior do que o tamanho da amostra, calculada a partir da estimativa da variância da taxa média de erros, Caso contrário a *amostra* é a concatenação da *amostra\_init* e *amostra\_complementar*.

*materialidade\_real*: total populacional dos erros dos documentos

*erro\_medio\_real*: média populacional da fração de erros dos documentos

*erro\_medio\_real\_TCM*: relação entre a materialidade populacional e o total dos valores dos documentos, calculado segundo TCM

*valor\_real*: diferença entre o total dos valores dos documentos e a materialidade populacional

*var\_taint\_real*: variância da taxa de erro nos documentos

*tamanho\_amostra\_correto*: tamanho da amostra calculada com o verdadeiro valor da variância da taxa de erro.