



Dissertação

Mestrado em Finanças Empresariais

Aplicação da Lei de Benford na Auditoria – Estudo de Caso

Céline Cabral dos Santos

Leiria, Outubro de 2013



Dissertação

Mestrado em Finanças Empresariais

Aplicação da Lei de Benford na Auditoria – Estudo de Caso

Céline Cabral dos Santos

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Carlos Manuel Gomes da Silva, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, Outubro de 2013

À Minha Família

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer à minha família, principalmente à minha mãe que sempre foi um exemplo para mim, ao meu irmão que admiro cada vez mais, aos meus sobrinhos, aos meus amigos que sempre me apoiaram e incentivaram e aos professores que me acompanharam na minha vida académica.

Ao Paulo, à Sílvia e ao Rui, pela compreensão e apoio que me deram ao longo do curso.

Ao Professor Carlos Silva, pela sugestão do tema, orientação e disponibilidade que teve ao longo desde trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, principalmente à Ana Rita Rosa e à Patrícia Alves, pelas imensas horas passadas a realizar trabalhos de grupo.

RESUMO

O presente estudo consiste, através de um estudo de caso, aferir sobre a utilidade da aplicação da Lei de Benford como ferramenta no controlo efetuado pelos auditores aos registos contabilísticos.

Começo por elaborar uma revisão da literatura de modo a esclarecer os conceitos de auditoria, de manipulação de resultados, de identificação das características da fraude e ainda, a identificação de alguns investigadores que aplicaram a lei de Benford, designadamente no controlo de auditoria com o intuito de identificar possíveis manipulações e/ou fraudes existentes nas contas apresentadas pelas empresas.

Após descrição dos conceitos e apresentação da aplicabilidade da lei de Benford na auditoria/contabilidade, apliquei o presente modelo aos extratos das contas de ganhos e de gastos de 2010 e 2011 de uma empresa objeto de estudo, procurando avaliar a conformidade dos registos contabilísticos com a distribuição de Benford. Perante os resultados obtidos, comparei os mesmos com o relatório de auditoria emitido pelo auditor dessa empresa.

A mais-valia deste trabalho está na apresentação de um estudo de caso que reforça a importância da aplicação da lei de Benford como ferramenta de controlo utilizado pelos profissionais nas auditorias, bem como para os diversos *stakeholders* que utilizam a informação financeira como base para a sua tomada de decisões.

Palavras-chave: Auditoria, Auditores, Manipulação de resultados, Fraude, Lei de Benford.

ABSTRACT

This work describes, using a case study, the application of Benford's Law as an essential tool in controlling the accounts and the financial statements done by auditors.

I start by doing a literature review in a way that clarifies the auditing concepts, the concepts of earnings management, the identification of fraud's characteristics and how some researchers applied Benford's Law in auditing, with the purpose of identifying possible manipulations and/or existing frauds in the statements presented by the companies.

After clarifying the concepts and presentation of the applications of Benford's Law, it was applied the model to some accounts extracts of a given company that was studied so as to compare the results found with the report issued by its auditor.

The merits of this work is in the presentation of a case study that reinforce the importance of the application of Benford's Law as a control tool to be used by the auditors, as well as the numerous stakeholders that use financial information to support their decisions.

Key-Words: Audit, Auditors, Earnings Management, Fraud, Benford's Law

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição do primeiro dígito, com n=5.000	22
Gráfico 2 – Distribuição do segundo dígito, com n=5.000	24
Gráfico 3 – Distribuição dos dois primeiros dígitos, com n=5.000.....	25
Gráfico 4 – Distribuição dos dois últimos dígitos, com n=5.000.....	27
Gráfico 5 - Primeiro dígito - Total dos gastos 2010.....	43
Gráfico 6 - Primeiro dígito - Gastos de 2010 após primeira “limpeza”	45
Gráfico 7 - Primeiro dígito - Total dos gastos 2011	52
Gráfico 8 - Primeiro dígito - Gastos de 2011 após primeira “limpeza”	54
Gráfico 9 – Primeiro dígito - Total dos ganhos 2010.....	61
Gráfico 10 – Primeiro dígito – Ganhos de 2011.....	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Probabilidades para o primeiro dígito (Newcomb, 1881)	8
Tabela 2 - Probabilidade de ocorrência de um determinado dígito nas diferentes posições	10
Tabela 3 - Quando é que a Análise de Benford é provavelmente útil (Durtschi, et al., 2004)?	14
Tabela 4 - Resultados dos testes Z, X^2 e MAD para o primeiro dígito com $n=5.000$	23
Tabela 5 - Resultados das estatísticas Z, X^2 e MAD para o segundo dígito com $n=5.000$..	24
Tabela 6 - Resultados das estatísticas Z, X^2 e MAD para os dois primeiros dígitos, com $n=5.000$	26
Tabela 7 - Resultados das estatísticas Z e X^2 para os dois últimos dígitos, com $n=5.000$..	28
Tabela 8 - Quadro resumo da Estatística Z aplicada ao 1º dígito, 2º dígito, 2 primeiros dígitos, 2 últimos dígitos para amostras de $n=2.500$, $n=1.000$, $n=500$ e $n=100$	29
Tabela 9 - Quadro resumo da Estatística X^2 aplicada ao 1º dígito, 2º dígito, 2 primeiros dígitos, 2 últimos dígitos para amostras de $n=2.500$, $n=1.000$, $n=500$ e $n=100$	30
Tabela 10 - Quadro resumo da Estatística MAD aplicada ao 1º dígito, 2º dígito e 2 primeiros dígitos para amostras de $n=2.500$, $n=1.000$, $n=500$ e $n=100$	30
Tabela 11 - Quadro resumo da estatística Z quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a multiplicação	33
Tabela 12 - Quadro resumo das estatísticas X^2 e MAD quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a multiplicação de valores	34
Tabela 13 - Quadro resumo da estatística Z quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a contaminação de valores	35
Tabela 14 - Quadro resumo da estatística X^2 e MAD quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a contaminação de valores	36
Tabela 15 - Quadro resumo da estatística Z quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta o agrupamento de dados	38
Tabela 16 - Quadro resumo da estatística X^2 quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta o agrupamento de dados	38
Tabela 17 - Quadro resumo da estatística MAD quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta o agrupamento de dados	39

Tabela 18 - Contas de Gastos	41
Tabela 19 - Contas de Ganhos.....	42
Tabela 20 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de 2010	44
Tabela 21 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de 2010 após primeira “limpeza”	45
Tabela 22 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito - Totais de gastos de 2010 após primeira “limpeza”	46
Tabela 23 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos - Totais de gastos de 2010 após primeira “limpeza”	47
Tabela 24 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos - Totais de gastos de 2010 após a primeira “limpeza”.....	48
Tabela 25 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de gastos de 2010.....	49
Tabela 26 - Comparação dos resultados das estatísticas dos gastos de 2010 da amostra inicial e da amostra “limpa”	51
Tabela 27 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de 2011	53
Tabela 28 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de após primeira “limpeza”	54
Tabela 29 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito - Totais de gastos de 2011 após primeira “limpeza”	55
Tabela 30 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos - Totais de gastos de 2011 após primeira “limpeza”	56
Tabela 31 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos - Totais de gastos de 2011 após primeira “limpeza”	57
Tabela 32 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de gastos de 2011.....	58
Tabela 33 - Comparação dos resultados das estatísticas dos gastos de 2011 da amostra inicial e da amostra “limpa”	59
Tabela 34 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito – Ganhos 2010.....	61
Tabela 35 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito – Ganhos 2010.....	62
Tabela 36 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos – Ganhos 2010	63

Tabela 37 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos – Ganhos de 2010	64
Tabela 38 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de ganhos de 2010	65
Tabela 39 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito – Ganhos de 2011	66
Tabela 40 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito – Ganhos de 2011	67
Tabela 41 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos – Ganhos de 2011	68
Tabela 42 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos – Ganhos de 2011	68
Tabela 43 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de ganhos de 2011	69
Tabela 44 - Comparação do teste do primeiro dígito 2010/2011	71
Tabela 45 - Comparação do teste do segundo dígito 2010/2011	72
Tabela 46 - Comparação do teste dos dois primeiros dígitos 2010/2011	73
Tabela 47 - Comparação do teste dos dois últimos dígitos 2010/2011	74

LISTA DE SIGLAS

AT – Autoridade Tributária

CLC – Certificação Legal de Contas

IAASB – *International Auditing and Assurance Standards Board*

ISA – Norma Internacional de Auditoria

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado

MAD – Desvio Médio Absoluto

PCAOB – *Public Company Accounting Oversight Board*

PME – Pequena e Média Empresa

ROC - Revisor Oficial de Contas

SAFT-PT - *Standard Audit File for Tax Purposes* - Versão Portuguesa

X^2 – Qui-quadrado

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
ÍNDICE DE TABELAS.....	XI
LISTA DE SIGLAS	XV
ÍNDICE	XVII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. A LEI DE BENFORD	7
2.1. O uso da lei de Benford na contabilidade/auditoria	11
2.2. Testes estatísticos sobre a Lei de Benford	16
2.2.1. Estatística Z.....	16
2.2.2. Estatística Qui-Quadrado	17
2.2.3. Estatística MAD.....	18
2.3. Principais testes utilizados em auditoria	19
2.4. Análise de sensibilidade aos testes.....	21
2.4.1. Dimensão da amostra.....	22
2.4.2. Multiplicação dos valores	31
2.4.3. Contaminação de números aleatórios através de arredondamentos.....	34
2.4.4. Agrupamento de parcelas de números	37
3. ESTUDO DE CASO	41
3.1. Análise dos gastos	43
3.1.1. Conta de gastos de 2010	43
3.1.2. Conta de gastos em 2011	52

3.1.3.	Sugestões de Auditoria	60
3.2.	Análise da conta de ganhos	60
3.2.1.	Conta de ganhos de 2010	60
3.2.2.	Conta de ganhos de 2011	65
3.2.3.	Sugestões de Auditoria	70
3.3.	Comparação dos anos 2010 e 2011	70
4.	CONCLUSÃO	75
5.	BIBLIOGRAFIA	77

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o *International Auditing and Assurance Standards Board* (IAASB), uma auditoria tem como finalidade aumentar o grau de confiança dos *stakeholders* nas demonstrações financeiras. O auditor expressa a sua opinião sobre as demonstrações financeiras e como estas foram preparadas, em todos os aspetos materiais, de acordo com a estrutura conceptual de relato financeiro aplicável.

A qualidade da auditoria é um aspeto crucial, tanto no aumento de confiança por parte dos utilizadores da informação financeira, como no desenvolvimento económico dos países. Deste modo, é fundamental verificar se de fato a auditoria é eficaz na deteção de práticas de manipulação dos resultados contabilísticos e se esta se comunica devidamente nos relatórios de auditoria.

O Código das Sociedades Comerciais (CSC) no seu artigo 262º, nº2, diz-nos que as sociedades que não tiverem conselho fiscal são obrigadas a eleger um Revisor Oficial de Contas (ROC) para proceder à revisão legal desde que, durante dois anos consecutivos, sejam ultrapassados dois dos três limites seguintes:

- a) Total do balanço: 1.500.000 euros;
- b) Total das vendas líquidas e outros rendimentos: 3.000.000 euros;
- c) Número de trabalhadores empregados em média durante o exercício: 50.

O auditor, ou ROC, será responsável pela auditoria às contas de uma determinada empresa. Os relatórios de auditoria ou a Certificação Legal das Contas (CLC) representam o meio de comunicação entre o auditor e a maioria dos utilizadores da informação financeira. De entre outras análises financeiras, é precisamente através dos relatórios de auditoria que os utilizadores podem formar uma opinião sobre a confiança a atribuir à informação auditada.

O relatório de revisão/auditoria deve conter os seguintes elementos básicos:

- a) Título;
- b) Parágrafo de introdução;
- c) Parágrafo sobre responsabilidades;
- d) Parágrafo sobre o âmbito;
- e) Parágrafo da opinião;
- f) Data do relatório de revisão/auditoria; e
- g) Assinatura e nome.

No parágrafo de introdução, o auditor deve identificar a entidade para a qual procedeu ao exame das contas, identificar as demonstrações financeiras examinadas, a data e o período a que se referem. Além disso, deverá também enfatizar os valores mais relevantes presentes nas mesmas, tais como o balanço, o capital próprio e o resultado líquido.

A parte relativa às responsabilidades deve incluir as responsabilidades do órgão de gestão e as responsabilidades do ROC.

O relatório de auditoria deve conter um parágrafo denominado de âmbito, o qual deve conter referências do ROC quanto à concordância do exame efetuado, devendo evidenciar que a revisão foi efetuada de acordo com as Normas Técnicas e Diretrizes de Revisão/Auditoria. A realização da revisão no âmbito destas normas vem reafirmar que o exame feito pelo auditor deve ser planejado e executado de forma a alcançar um grau de segurança aceitável sobre a inexistência de distorções materialmente relevantes nas demonstrações financeiras. Neste parágrafo, o auditor deve descrever de forma resumida o exame realizado e declarar que a revisão/auditoria a que procedeu proporciona uma base aceitável para a expressão da sua opinião.

O auditor deve expressar, num parágrafo próprio, de forma clara e inequívoca, a sua opinião sobre as demonstrações financeiras tomadas como um todo.

O relatório de auditoria pode ser modificado por matérias que podem ou não influenciar a opinião, sendo possível que as mesmas constem neste mesmo documento. As matérias que não influenciam a opinião dão lugar a ênfases, já no que se refere às matérias que influenciam a opinião dão lugar a uma das seguintes situações: opinião qualificada (com reservas), escusa de opinião e opinião adversa.

De acordo com a Norma Internacional de Auditoria (ISA) 240, o auditor é responsável por garantir, com um nível de segurança razoável, que as demonstrações financeiras tomadas como um todo estão isentas de distorção material, seja ela causada por fraude ou manipulação de resultados ou por erro. O auditor tem como objetivos:

- a) Identificar e avaliar os riscos de distorção material das demonstrações resultantes de prática de fraude;
- b) Obter prova de auditoria apropriada suficiente no que diz respeito aos riscos avaliados de distorção material devido à fraude, por meio da conceção e implementação de respostas apropriadas;
- c) Responder de forma apropriada à fraude ou à suspeita de fraude identificada durante a auditoria.

A manipulação dos resultados ocorre quando os gestores influenciam o conteúdo dos relatórios financeiros, e/ou utilizam transações com o objetivo de mudar os relatórios financeiros. Desta forma, os gestores conseguem enganar os utilizadores da informação financeira sobre questões relativas ao desempenho das empresas ou sobre os resultados contratuais baseados em números contabilísticos (Ming-Chia & Yuan-Cheng, 2010).

O autor (Baralexis, 2004) elaborou um estudo de forma a aferir quais as maiores motivações para a contabilidade criativa existente na Grécia. Para isso selecionou aleatoriamente duas amostras, a primeira, constituída por 100 auditores sénior inscritos no *Institute of Certified Public Accountants*, e a segunda, constituída por 100 contabilistas inscritos na *Association of Independent Accountants of Thessaloniki*. O autor decidiu fazer um questionário às duas amostras onde mencionava doze motivações para a manipulação de resultados e em ambas as amostras as três principais motivações foram: o

endividamento bancário, o aumento dos preços das ações ou a admissão no *Athens Stock Exchange* e a melhoria da imagem pública da empresa.

Outra questão abordada pelo autor consistiu em saber se as empresas tinham tendência em manipular resultados de forma positiva, ou seja a aumentar os lucros, ou o contrário. As respostas foram divergentes nas duas amostras. Os auditores responderam que as empresas tinham maior tendência em aumentar os lucros, enquanto os contabilistas responderam precisamente o contrário. Este fato, fruto da experiência de cada um dos inquiridos, levou às seguintes conclusões: as empresas de maior dimensão revelaram uma tendência para inflacionar os lucros por forma a aumentar os preços das ações e obter mais credores/investidores. As empresas de menor dimensão demonstraram tendência para diminuir os lucros, de forma a evitar o elevado pagamento de impostos (Baralexix, 2004).

A fraude é um conceito de âmbito legal e os auditores não podem tomar deliberações legais quando a fraude ocorre. O interesse específico do auditor está relacionado com os atos que resultam em distorções relevantes nas demonstrações financeiras (PCAOB, 2002). As distorções nas demonstrações financeiras podem resultar quer de fraude, quer de erro, sendo aquilo que as distingue a ação subjacente que resulta na distorção das demonstrações financeiras ser intencional ou não, respetivamente. Em termos de auditoria, existem dois tipos de distorções materialmente relevantes, as que resultam do relatório financeiro fraudulento e as que resultam da apropriação indevida de ativos (Mota, 2009).

Portugal é um país pequeno, sendo a maioria das empresas que o compõem de dimensão micro, pequena e média. Essas empresas são em grande parte geridas pelos seus proprietários e recorrem à banca para financiarem as suas atividades. O sistema de contabilidade é legalmente regulamentado e altamente alinhado com o sistema de tributação das empresas. Desta forma, as empresas são obrigadas por lei a apresentar relatórios financeiros anuais destinados a satisfazer, principalmente, a Autoridade Tributária (AT) de modo a calcular de forma precisa o imposto sobre o rendimento (Moreira, 2006).

Segundo (Moreira, 2006), as empresas privadas portuguesas têm duas motivações principais para a manipulação de resultados: a minimização do pagamento de imposto

sobre o rendimento e a obtenção de financiamento bancário. Em primeiro lugar, as empresas optam por manipular os seus resultados de modo a minimizar o imposto sobre o rendimento. Isto acontece pelo facto de existir conexão entre as normas contabilísticas e a fiscalidade. No entanto, não se pode dizer que o objetivo final das empresas é apresentar resultados negativos, mas tendem a apresentar resultados próximos de zero de modo a minimizar o imposto a pagar. A segunda motivação está ligada com a relação que as empresas têm com a banca, pois a maioria das empresas tem a dívida financeira como componente mais importante do seu financiamento externo. A probabilidade das empresas obterem financiamento a um custo razoável está interligado com a qualidade dos seus resultados contabilísticos. Desde modo, os gestores tendem a manipular os seus resultados de forma a apresentarem resultados e rácios mais favoráveis.

O papel do auditor é muito importante no que concerne a veracidade das demonstrações financeiras das empresas, muitos *stakeholders* suportam a sua tomada de decisão tendo em conta o relatório de auditoria. Deste modo, cabe ao auditor estar cada vez mais atento e aplicar métodos que o ajudam a detetar possíveis não conformidades nas contas das empresas pelas quais é responsável. A análise digital, mais precisamente a lei de Benford (que se descreve no capítulo dois), tem vindo a ser um método cada vez mais utilizado por auditores na deteção de manipulações de resultados e/ou fraude em dados contabilísticos. Uma das razões do aumento da utilização da lei de Benford é a facilidade da sua implementação.

O principal objetivo deste trabalho consiste, através de um estudo de caso, verificar a conformidade de alguns registos contabilísticos de uma empresa nacional com a lei de Benford, ilustrando a aplicabilidade desta lei como ferramenta de auditoria da qualidade da informação.

Procura-se responder às seguintes questões:

1. Os registos contabilísticos da conta de gastos são compatíveis com a lei de Benford?
2. Os registos contabilísticos da conta de ganhos são compatíveis com a lei de Benford?

3. Como evoluiu a conformidade dos registos contabilísticos das contas de gastos e ganhos no período 2010-2011?

O trabalho está dividido em quatro capítulos, organizado da forma como a seguir se apresenta.

Este primeiro capítulo aborda os conceitos introdutórios ao tema, tais como a auditoria, o relatório de auditoria, a importância do ROC na qualidade das demonstrações financeiras, a fraude, a manipulação de resultados, bem como a responsabilidade do ROC diante de demonstrações financeiras manipuladas. Apresenta-se também neste capítulo a estrutura deste trabalho e os seus objetivos e questões chave.

A lei de Benford é apresentada no segundo capítulo, bem como a sua origem e qual a sua aplicabilidade em dados contabilísticos. Também são apresentados neste capítulo alguns estudos efetuados sobre a aplicação da lei de Benford na área da Auditoria/Contabilidade.

No terceiro capítulo é apresentado o caso de estudo. Este estudo incide na análise das contas de gastos e ganhos do ano de 2010 e 2011 de uma empresa nacional. O objetivo deste estudo de caso consiste em aferir a conformidade da distribuição dos registos das contas de gastos e de ganhos, da empresa alvo, com a distribuição de Benford. Nos casos em que a conformidade entre as duas distribuições não se verifica, apresenta-se uma possível explicação para os resultados não conformes. É também apresentado uma análise comparativa entre os resultados obtidos em 2010 e 2011.

No quarto capítulo confronta-se os resultados obtidos com o relatório de auditoria da empresa alvo, seguido da conclusão do estudo e sugestões para futuras investigações.

2. A LEI DE BENFORD

Simon Newcomb, astrónomo, matemático, escritor em economia e de ficção científica, verificou que as primeiras páginas dos livros e tabelas de logaritmos que começavam com o dígito 1 se encontravam mais usadas e sujas que as outras. Tal ocorria, segundo (Newcomb, 1881), pelo fato dessas páginas serem mais utilizadas que as outras. Deste modo, verificou que os nove primeiros dígitos não ocorriam com a mesma frequência. O primeiro dígito num número é o dígito mais à esquerda. Por exemplo, o primeiro dígito de 110.364 é um 1 e o terceiro dígito é um 0. Os primeiros e segundos números de 63,40 são 6 e 3, respetivamente. Depois de um curto argumento heurístico, Newcomb concluiu que a probabilidade de que um dado número tenha como primeiro dígito um determinado número d (i.e., primeiro dígito diferente de zero) é dada pela fórmula (1) (Hill, 1998):

$$P(D_1 = d) = \text{Log}_{10}\left(1 + d^{-1}\right),$$

onde D_1 é o primeiro dígito e $d = 1, 2, \dots, 9$ **(1)**

Ou seja, a probabilidade do primeiro dígito ser 1 é $= \text{Log}_{10}\left(1 + \frac{1}{1}\right) = 0,3010$. A probabilidade do primeiro dígito de um número aleatório ser 2 é $= \text{Log}_{10}\left(1 + \frac{1}{2}\right) = 0,1761$. A probabilidade do primeiro dígito de um número aleatório ser 3 é $= \text{Log}_{10}\left(1 + \frac{1}{3}\right) = 0,1249$ e assim sucessivamente.

Esta lei pode ser estendida para a determinação de outras posições dos dígitos. Assim, a probabilidade do segundo dígito é dada por:

$$P(D_2 = d) = \sum_{k=1}^9 \text{Log}_{10} (1 + (10k + d)^{-1}),$$

Onde D_2 é o segundo dígito e $d = 0, 1, 2, \dots, 9$ (2)

A probabilidade dos dois primeiros dígitos é dada pela fórmula (3) por (Nigrini & Mittermaier, 1997):

$$P(D_1 D_2 = d_1 d_2) = \text{Log} (1 + (1/d_1 d_2)),$$

Onde $D_1 D_2$ são os dois primeiros dígitos e $d_1 d_2 = 10, 11, \dots, 99$ (3)

Em 1881, no seu artigo “*Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers*”, Newcomb apresenta uma tabela de probabilidades para a ocorrência dos dois primeiros dígitos.

Dig.	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	-	0,1197
1	0,3010	0,1139
2	0,1761	0,1088
3	0,1249	0,1043
4	0,0969	0,1003
5	0,0792	0,0967
6	0,0669	0,0934
7	0,0580	0,0904
8	0,0512	0,0876
9	0,0458	0,0850

Tabela 1 - Probabilidades para o primeiro dígito (Newcomb, 1881)

Conforme apresentado na Tabela 1 e segundo a fórmula (1) temos que a probabilidade do primeiro dígito ser 1 é de cerca de 30%, enquanto a probabilidade do primeiro dígito ser 9 é de apenas 5%. A probabilidade de ocorrência dos dígitos 1, 2 e 3 representa cerca de

60,20%, algo que segundo uma distribuição linear representaria apenas cerca de 33,33%, ou seja 1/9 de probabilidade para cada dígito.

O artigo de Newcomb passou despercebido e 57 anos depois, na década de 1920, Frank Benford, um físico da *Research Laboratories GE*, identificou o mesmo fenómeno de Newcomb ao verificar que os seus livros de logaritmos estavam mais usados nas primeiras páginas do que nas últimas. As primeiras páginas davam os logaritmos dos números com primeiros dígitos mais baixos. Benford verificou, ao analisar um conjunto de registos de números que os primeiros dígitos eram, com mais frequência, números baixos. A partir desta constatação, quis reforçar esta hipótese e tentou recolher o maior número de dados possíveis, diversificando os campos das suas recolhas e incluindo uma grande variedade de temas estudados e registados. As evidências indicam que Benford passou vários anos a recolher dados, e a tabela que ele publicou em 1938 na revista *Proceedings*, da Sociedade Filosófica Americana foi baseada em 20.229 conjuntos de números de diversas fontes, tais como áreas de drenagem dos rios, contagens da população, estatísticas da liga de beisebol Americano, dados de engenharia, entre outros (Hill, 1998).

Benford usou suposições com base nos princípios da física e, com cálculo integral, formulou as frequências esperadas dos dígitos para os números e combinações de dígitos em várias posições possíveis. As suas frequências matemáticas são agora conhecidas como a lei de Benford (Nigrini, 1998).

A fórmula da lei geral pode ser descrita através da fórmula (4) (Hill T. , 1995):

$$P(D_1 = d_1, \dots, D_k = d_k) = \text{Log}_{10} \left[1 + \left(\sum_{i=1}^k d_i \times 10^{k-i} \right)^{-1} \right] \text{ para } k \in N,$$

$$d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\} \text{ e } d_j \in \{0, 1, 2, \dots, 9\}; j = 2, \dots, k \quad (4)$$

A Tabela 2 apresenta as probabilidades para os 5 primeiros dígitos.

Dígito	Posição				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
0	-	0,11968	0,10178	0,10018	0,10002
1	0,30103	0,11389	0,10138	0,10014	0,10001
2	0,17609	0,10882	0,10097	0,10010	0,10010
3	0,12494	0,10433	0,10057	0,10006	0,10001
4	0,09691	0,10031	0,10018	0,10002	0,10000
5	0,07918	0,09668	0,09979	0,09998	0,10000
6	0,06695	0,09337	0,09940	0,09994	0,09999
7	0,05799	0,09035	0,09902	0,09990	0,09999
8	0,05115	0,08757	0,09864	0,09986	0,09999
9	0,04576	0,08500	0,09827	0,09982	0,09998

Tabela 2 - Probabilidade de ocorrência de um determinado dígito nas diferentes posições

Analisando a Tabela 2 verificamos que, tal como exposto anteriormente, para o primeiro dígito os números mais baixos apresentam maior probabilidade de ocorrência. À medida que vamos avançando na posição dos dígitos verificamos que as probabilidades de ocorrência se aproximam, para todos os números, de 0,10. À primeira vista pode parecer uma contradição à lei geral das probabilidades. Consideremos um exemplo para ilustrar as probabilidades acima apresentadas. Se considerarmos uma aplicação financeira que está a crescer a 10% ao ano e se o valor dessa aplicação for de 100 milhões de euros, o primeiro dígito dessa aplicação será 1 até esta chegar aos 200 milhões de euros. Isto significa que teremos que ter um aumento de 100% do valor (passar de 100 milhões para 200 milhões), com uma taxa de crescimento de 10% ao ano, levaria cerca de 7,3 anos (com capitalização). Se a aplicação financeira fosse igual a 500 milhões de euros, o seu primeiro dígito é 5 até chegar aos 600 milhões de euros. Havendo um crescimento de 10% ao ano, esta aplicação passaria de 500 milhões para 600 milhões em cerca de 1,9 anos, tempo esse significativamente inferior ao do primeiro exemplo. Por último, se considerarmos uma aplicação de 900 milhões de euros, o primeiro dígito é igual a 9, sendo que apenas deixa de ser 9 quando a aplicação passa a 1 bilião de euros. A um crescimento idêntico aos outros exemplos, ou seja 10% ao ano, esta aplicação demoraria cerca de 1,1 ano para passar a 1

bilhão, tempo inferior ao exemplo anterior (Nigrini, 1999). Com este exemplo, podemos concluir que uma aplicação financeira com o primeiro dígito 1 mantém esse mesmo dígito durante cerca de 7,3 anos, com o primeiro dígito 5 mantém esse mesmo dígito durante cerca de 1,9 anos e com o primeiro dígito 9 mantém esse mesmo dígito durante cerca de 1,1 anos, utilizando a mesma taxa de crescimento. Dessa forma, analisando a ocorrência de valores, constatamos que a probabilidade de um determinado número ter como primeiro dígito um 1 é superior a ter como primeiro dígito um 5 ou um 9.

2.1. O uso da lei de Benford na contabilidade/auditoria

A primeira aplicação da lei de Benford na contabilidade deve-se a Charles Carlsaw. Este autor dedicou-se à análise do segundo dígito dos lucros de uma amostra de empresas da Nova Zelândia com resultados positivos (Carlsaw, 1988). Ele observou que, para o segundo dígito existia um excesso de 0's e uma falta de 9's. A razão é simples, este autor descobriu que os gestores tendiam a arredondar para cima os lucros das empresas de modo a melhorar a sua imagem. Por exemplo, uma empresa que apresentava um resultado de 5,97 milhões de euros alterava esse resultado para 6,0 milhões de euros e deste modo obtinha uma melhor imagem junto dos *stakeholders*.

O autor (Thomas, 1989) replicou o estudo efetuado por (Carlsaw, 1988) utilizando a análise digital nas empresas norte-americanas de capital aberto e examinou as empresas com resultados positivos, bem como aquelas que apresentavam resultados negativos. Os resultados obtidos mostraram que, em média, os gestores das empresas norte-americanas arredondavam os números dos resultados positivos (tal como os gestores das empresas da Nova Zelândia relatado por Carlsaw), ou seja, obteve um excesso de 0's e uma escassez de 9's para o segundo dígito nas empresas que apresentavam resultados positivos. Do mesmo modo, o autor obteve um excesso de 9's e uma escassez de 0's no segundo dígito nas empresas que apresentavam resultados negativos, o que veio demonstrar que as empresas com resultados negativos tendiam a diminuir o valor desses mesmos resultados.

Um estudo elaborado por (Jordan, et al., 2009) incidiu nos valores dos ativos e nos rendimentos das vendas de 1.002 empresas tendo em conta o teste do segundo dígito da lei de Benford. Os autores verificaram que, analisando o segundo dígito, os valores dos ativos

seguiram a distribuição de Benford. Os resultados não foram idênticos na análise das vendas pois, tal como os estudos anteriormente expostos, verificaram um excesso de 0's e uma escassez de 7's na posição do segundo dígito. Tal resultado veio demonstrar que houve arredondamentos dos segundos dígitos 7's para 0's aumentando assim o primeiro dígito e mostrando desta forma valores de vendas superiores aos valores reais. Isto acontece, tal como verificado nas empresas de Nova Zelândia, pelo mesmo fato, ou seja, para apresentarem melhor imagem da mesma junto dos seus *stakeholders*.

O autor Mark Nigrini observou, aquando da sua tese de doutoramento, orientada por Hill em 1992, que dados contabilísticos reais satisfaziam com probabilidade 1 a lei de Benford. Analisando a distribuição de uma amostra de dados contabilísticos que não apresenta conformidade com a distribuição de Benford, é possível prever que os dados foram manipulados no seu todo ou em parte, ou seja, existe a possibilidade de se tratar de fraude ou de manipulação de dados. Nigrini chamou o uso da análise de dígitos nos números de "análise digital". É difícil para uma pessoa que comete a fraude evitar a deteção da análise digital porque este, normalmente, não pode influenciar registos de dados inteiros. Assim, o ato fraudulento irá alterar números sistematicamente, de tal maneira que irá destruir a distribuição de Benford revelando desse modo a fraude após a análise.

O primeiro investigador a aplicar extensivamente a lei de Benford para os conjuntos de números contabilísticos com o objetivo de detetar a fraude parece ter sido Mark Nigrini. De acordo com o seu artigo publicado no *Canada Business* em 1995, este autor interessou-se primeiro pelo trabalho realizado por (Carslaw, 1988) e (Thomas, 1989) sobre a manipulação dos resultados. O seu estudo incidiu sobre a análise digital, de forma a ajudar na identificação de pessoas que praticavam a fraude. Mais recentemente, outros trabalhos foram publicados de forma a detalhar as aplicações práticas da análise digital, tais como descrições de como um auditor pode realizar testes nos conjuntos de números contabilísticos, assim como verificar a forma que um auditor pode utilizar programas de análise digital em computadores (Nigrini & Mittermaier, 1997).

O autor (Nigrini, 1999) menciona que a lei de Benford é aplicável a muitos conjuntos de dados financeiros, incluindo impostos sobre o rendimento, cotações de ações, valores de faturações, dados científicos e dados demográficos. (Browne, 1998), no seu artigo

publicado no *The New York Times*, referiu que tem vindo a crescer o número de estatísticos, contabilísticos e matemáticos que consideram a lei de Benford como uma poderosa ferramenta para a deteção de fraudes, desvios de fundos, fuga de impostos, contabilidades erróneas e também erros em programas de computadores. Este autor salientou que são diversos os países a utilizarem programas de computadores baseados na lei de Benford para a análise de grandes empresas e registos contabilísticos.

Quando um auditor decide utilizar a lei de Benford na tentativa de detetar a fraude, várias questões devem ser consideradas. A primeira questão incide sobre que tipos de contas pode o auditor analisar para obter uma análise de Benford eficaz. Enquanto a maioria dos conjuntos de dados relacionados com a contabilidade se comportam em conformidade com a distribuição de Benford, existem algumas exceções que serão ilustradas posteriormente (Durtschi, et al., 2004). A segunda questão diz respeito ao modo como os testes devem ser executados e como devem ser interpretados os resultados obtidos. A terceira questão está relacionada com a eficácia da análise digital, ou seja, poderão existir tipos de fraude que não podem ser sinalizados pela análise digital. Por último, a expectativa dos auditores no que concerne a aplicação da lei de Benford para identificar valores suspeitos nas contas, de modo a aprofundar o estudo das mesmas posteriormente (Durtschi, et al., 2004).

A Tabela 3 apresenta exemplos de aplicabilidade da lei de Benford em dados contabilísticos e onde a aplicabilidade da lei não é útil.

Quando é que a análise de Benford é provavelmente útil	Exemplos
Conjunto de números que resultam da combinação matemática de números - Resultado vem de duas distribuições	Contas a receber (número vendido * preço) Contas a pagar (número comprado * preço)
Nível de transacção de dados - Número necessário para amostra	Pagamentos, vendas, despesas
Em grandes conjuntos de dados - Quanto mais observações melhor	Transacções do ano inteiro
As contas que parecem obedecer - Quando a média de um conjunto de números é maior do que a mediana e a assimetria é positiva	A maioria dos conjuntos contábeis
Quando é que a análise de Benford não é provavelmente útil	Exemplos
O conjunto dos dados é constituído por números atribuídos	Número de Cheques, número das facturas, código postal
Números que são influenciados por pensamentos humanos	Preços fixados em patamares psicológicos (\$ 1,99), levantamentos em caixas automáticas
Contas com um grande número de números de empresas específicas	Uma conta criada especificamente para registar \$ 100 de reembolso
Contas com a criação de um mínimo ou um máximo	Um conjunto de ativos que deve satisfazer um limite estabelecido
Onde nenhuma transacção é registada	Furtos, subornos, contratos de equipamentos

Tabela 3 - Quando é que a Análise de Benford é provavelmente útil (Durtschi, et al., 2004)?

O autor (Johnson, 2005) também referiu que a lei não se aplica a todos os conjuntos de números e aquando da selecção da amostra o auditor deve ter em conta principalmente os seguintes pontos:

1. O tamanho da amostra deve ser grande o suficiente para que o padrão de dígitos possa aparecer;
2. Não funciona para números que tenham uma distribuição uniforme (por exemplo, números da lotaria);
3. Não funciona quando os números são limitados (por exemplo, quando os dados se encontram num intervalo pré-definido de valores, com um limite para os valores máximos ou valores mínimos. Isto origina maior frequência de determinados números e irá perturbar a distribuição da amostra);
4. Não funciona para números que não ocorrem de forma natural (por exemplo os números atribuídos, como os de telefone, códigos postais, números de contas bancárias, etc.).

O estudo efetuado por (Durtschi, et al., 2004) consistiu numa análise digital utilizando a lei de Benford em duas contas de um grande centro médico do Oeste dos Estados Unidos. Uma das contas analisada foi a conta de material de escritório. Os autores compararam a distribuição de Benford com a distribuição da conta alvo de auditoria e verificaram que os primeiros dígitos 2 e 7 apresentavam uma frequência significativamente diferente do que se esperava, embora o desvio global estivesse de acordo com a distribuição de Benford. Desta forma, os autores analisaram os dois itens não conformes e verificaram que a variação foi devida a pagamentos legítimos e que não representavam fraude (Durtschi, et al., 2004).

A segunda conta analisada foi a de reembolsos a seguradoras, a qual apresentou valores que divergiam bastante do esperado pela distribuição de Benford. Quando os detalhes da conta foram inspecionados, os autores verificaram que muitos cheques apresentavam valores superiores a \$ 1,000 e que os valores de reembolsos do mesmo período apresentavam valores inferiores a \$ 100. Quando questionado, o diretor financeiro explicou que acumulava vários reembolsos antes de emitir um cheque de forma a poupar na quantidade de cheques emitidos. Posteriormente, os investigadores examinaram de forma detalhada a conta e verificaram que o diretor financeiro tinha criado companhias de seguros fictícias em seu nome e que muitos dos cheques tinham sido passados em nome dessas companhias (Durtschi, et al., 2004).

Outro estudo elaborado tendo em conta a aplicação da lei de Benford em dados contabilísticos foi o de (Dos Santos, et al., 2009). Estes autores aplicaram a lei numa empresa de publicidade auditada nos anos de 2005 e 2006. A empresa analisada teve uma faturação média anual de R\$ 2.771.403,00 e o período fiscalizado foi de 2002 a 2004, sendo que a empresa emitiu 1.958 faturas. A análise foi aplicada aos dados originais enviados à Autoridade Tributária por meio da declaração de rendimentos. Os autores tentaram verificar se os dados constantes nas faturas seguiam a distribuição de Benford e constataram desvios nas faturas cujo valor se iniciava pelos dígitos 2, 7 e 8, sendo que os maiores desvios estavam nos dígitos 2 e 7.

Na auditoria efetuada pelo município detetou-se na declaração de rendimentos a ausência do registo de 94 faturas, das quais 30 não tinham sido autorizadas pela Autoridade

Tributária. Os autores obtiveram deste modo a prova da existência de fraude fiscal em sintonia com o modelo aplicado (Dos Santos, et al., 2009).

2.2. Testes estatísticos sobre a Lei de Benford

A conformidade entre determinada amostra alvo de auditoria e a distribuição de Benford pode ser verificada através da aplicação de testes estatísticos, dos quais destacamos a estatística Z, a estatística Qui-quadrado ou X^2 e a estatística da média dos desvios absolutos ou MAD.

As hipóteses a testar são:

- H_0 : Não existe diferença estatisticamente significativa entre as distribuições observadas e a distribuição de Benford.
- H_1 : Existe diferença estatisticamente significativa entre as distribuições observadas e a distribuição de Benford.

A verificação das hipóteses pode ser feita em termos individuais através da estatística Z, e/ou em termos globais através das estatísticas X^2 e da MAD.

Para um nível de significância de 5% (nível de significância adotado neste trabalho), rejeitamos H_0 quando o valor obtido de Z, X^2 e MAD for superior aos valores críticos das respectivas estatísticas para esse nível de significância.

2.2.1. Estatística Z

A estatística Z é utilizada para medir o grau de significância entre as diferenças de probabilidade observada e esperada, associadas a cada um dos dígitos analisados. Por outras palavras, este teste evidencia se um determinado dígito aparece com maior ou menor frequência numa determinada posição em comparação com a distribuição de Benford (Durtschi, et al., 2004). A estatística de Teste Z é calculada como se segue:

$$Z = \frac{|p_o - p_e|}{(p_e * (1 - p_e)/n)^{1/2}} \quad (5)$$

Onde p_e indica a proporção esperada tendo em conta a distribuição de Benford, p_o indica a proporção observada tendo em conta a distribuição da amostra analisada, e n o número de observações.

O valor crítico de Z para um nível de significância de 5% é de 1,96, ou seja, rejeitamos H_0 sempre que o valor de Z obtido for superior a 1,96. A estatística Z apresenta duas características. A estatística calculada usa o tamanho da amostra (n), e para amostras grandes, mantendo o resto constante, as estatísticas Z calculadas serão mais elevadas. Para grandes amostras a estatística Z indicará uma diferença significativa, onde, em termos práticos, a diferença é pouco significativa. A estatística Z é calculada para cada dígito ou combinação de dígitos, ou seja para o teste dos dois primeiros dígitos existiria 90 estatísticas (Nigrini, 2000).

2.2.2. Estatística Qui-Quadrado

A estatística X^2 é um teste global, ou seja analisa a amostra na sua globalidade e não individualmente para cada dígito como a estatística Z . A estatística X^2 tem como finalidade testar se os desvios entre a amostra alvo de análise e a distribuição de Benford são estatisticamente significativos. Esta estatística verifica se a soma dos desvios quadrados entre as frequências relativas esperadas (p_e) e as probabilidades sob a hipótese nula (p_o) são significativamente diferentes de zero. Considerando o tamanho da amostra igual a N , a fórmula (6) descreve a estatística X^2 :

$$X^2 = N \sum \frac{(p_e - p_o)^2}{p_o} \quad (6)$$

Tal como a estatística Z , a estatística X^2 usa o tamanho da amostra N , e para amostras grandes, mantendo todo o resto constante, as estatísticas calculadas serão mais elevadas. Para grandes amostras, a estatística X^2 poderá apresentar uma diferença significativa, onde,

em termos práticos, a diferença é pouco relevante. Para um nível de significância de 5%, o X^2 crítico para o primeiro dígito é de 15,507, para o segundo dígito é de 16,919, para os dois primeiros dígitos é de 112,022 e para os dois últimos dígitos é de 123,225. Sempre que o valor de X^2 obtido for superior ao X^2 crítico, rejeitamos H_0 .

2.2.3. Estatística MAD

A estatística MAD é calculada pela soma dos desvios absolutos e, em seguida, é dividida pelo número de dígitos existentes em cada teste, isto é, no caso do teste do primeiro dígito a soma dos desvios absolutos é dividida por 9 (o primeiro dígito pode variar entre 1 e 9). No caso do teste do segundo dígito a soma dos desvios absolutos é dividida por 10 (o segundo dígito pode assumir os valores de 0 a 9). Já no que se refere ao caso dos dois primeiros dígitos é dividida por 90 (os dois primeiros dígitos podem assumir valores entre 10 e 99). A estatística MAD, para os testes mencionados anteriormente, pode ser descrita pelas fórmulas (7):

$$MAD = \sum_{d=1}^9 \frac{|p_o - p_e|}{9} \text{ e } MAD = \sum_{d=0}^9 \frac{|p_o - p_e|}{10} \text{ e } MAD = \sum_{d=10}^{99} \frac{|p_o - p_e|}{90} \quad (7)$$

A estatística MAD foi utilizada em (Nigrini & Mittermaier, 1997) para o teste do primeiro dígito, do segundo dígito e dos dois primeiros dígitos.

Esta estatística apresenta duas características. Em primeiro lugar, não há nenhuma estatística MAD detetável de nível objetivo, ou seja, não existem valores críticos estipulados para essa estatística. O auditor não pode concluir que, para os primeiros dois dígitos, uma MAD de 0,0006 é aceitável, enquanto uma MAD de 0,0186 é inaceitável. Tudo o que se pode concluir é que a primeira situação indica maior conformidade entre a amostra analisada e a distribuição de Benford do que a segunda situação. Em segundo lugar, a MAD pode esconder problemas significativos. Se considerarmos uma situação em que os desvios de 88 dos primeiros dois dígitos são insignificantes, ou seja próximos de zero e dois dos desvios são maiores que 4,5 por cento e menores que 4,5 por cento, respetivamente, o resultado da MAD seria cerca de 9/90 o que daria cerca de 0,1 por cento.

Agora, se considerarmos uma situação onde todos os desvios absolutos dos 90 primeiros dois dígitos são cerca de 0,1 por cento, isso também daria uma MAD de aproximadamente 0,1 por cento. Ambas as situações dariam o mesmo resultado mas considerando uma perspectiva de auditoria a primeira situação mereceria maior atenção do que a última (Nigrini, 2000).

Baseado na sua experiência (Nigrini, 2000) apresenta valores para testar a verificação da lei de Benford através da utilização da estatística MAD. O autor apresenta um valor crítico para a MAD de 0,012 para o primeiro dígito, de 0,016 para o segundo dígito e de 0,0018 para os dois primeiros dígitos, ou seja se a MAD calculada for superior ao valor crítico, rejeitamos H_0 .

2.3. Principais testes utilizados em auditoria

- Teste do primeiro dígito;
- Teste do segundo dígito;
- Teste dos dois primeiros dígitos;
- Teste dos dois últimos dígitos.

O teste do primeiro dígito é um teste preliminar, ou seja, deve ser elaborado em primeiro lugar para verificar se determinado conjunto de dados segue ou não a distribuição de Benford. Este teste é fundamental, no entanto, se o teste for utilizado para determinar possíveis duplicações de dados, numa auditoria com um grande número de registos, poderia resultar num grande número de registos a ser analisado. A análise digital foi utilizada em dados referentes a sinistros nas seguradoras e os investigadores comprovaram que grandes desvios nos gráficos dos primeiros e segundos dígitos geravam amostras alvo de auditorias muito grandes, o que dificultava a análise da duplicação de dígitos.

Se o gráfico do primeiro dígito mostrar grandes desvios entre a amostra alvo e a distribuição de Benford, os auditores devem verificar se os pressupostos da lei foram validados e considerar o uso de procedimentos analíticos alternativos, bem como usar a sua experiência profissional e o seu conhecimento referente ao cliente em análise, para

selecionar amostras alvo de auditoria (Nigrini & Mittermaier, 1997). O problema de seleção de amostras de auditoria promissoras e de tamanho desejável com base na lei de Benford foi estudado pelos autores (Gomes da Silva & Carreira, 2013).

O teste do segundo dígito tem o mesmo objetivo do teste do primeiro dígito, ou seja é um teste preliminar para verificar se determinado conjunto de dados segue ou não a distribuição de Benford. Este teste também é utilizado para se detetar possíveis arredondamentos, tal como utilizado nos estudos do (Carslaw, 1988), (Thomas, 1989) e (Jordan, et al., 2009), acima mencionados.

O teste dos dois primeiros dígitos é utilizado para identificar duplicações de dados que podem ser resultado de fraude ou de erro. Os dois primeiros dígitos de um número são os dois dígitos mais à esquerda, por exemplo, o número 2.204 tem uma combinação de dois primeiros dígitos de 22. De acordo com a lei de Benford, a maior proporção esperada para os dois primeiros dígitos é a do dígito 10, que detém 4,14 por cento de ocorrência e a menor proporção esperada é para o dígito 99, que detém 0,14 por cento de ocorrência, utilizando-se a equação (3).

O teste dos dois últimos dígitos é utilizado para identificar possíveis arredondamentos e é relevante nas situações em que os auditores suspeitam da existência de números inventados. Uma vez que as frequências esperadas da distribuição de Benford se tornam cada vez mais uniformes, próximas de 0,10, quando analisamos os dígitos mais à direita dos números (ver Tabela 2), é razoável assumirmos que quaisquer últimos dois dígitos (00 a 99) apresentam a mesma probabilidade de ocorrência.

Como exemplo de aplicação do teste dos dois últimos dígitos, consideremos um estudo onde aplicaram a análise digital nos valores de venda de um restaurante de uma cadeia de *fast-food*. Na introdução do estudo, afirmaram que o proprietário tinha inventado números de vendas de forma a diminuir o imposto sobre o rendimento. A amostra continha 226 observações, e o maior desvio foi para os dois últimos dígitos 40, ou seja as vendas que terminavam em 40, que teve uma frequência real de 6,6 por cento. Isto mostra-nos que, apesar do proprietário ter tentado criar números que lhe pareciam autênticos, não

conseguiu evitar a presença de duplicações nos dois últimos dígitos (Nigrini & Mittermaier, 1997).

2.4. Análise de sensibilidade aos testes

O objetivo do presente trabalho consiste na análise das contas de gastos e de ganhos (conta 6 e conta 7) de uma empresa nacional tendo em conta a aplicação da lei de Benford. Quando um auditor decide implementar uma análise às contas de determinada empresa, tendo em conta a aplicação da lei de Benford, deve saber se é ou não expectável que a amostra em análise esteja em conformidade com a distribuição de Benford. Esta seção tem como finalidade ilustrar as consequências que operações usuais na contabilidade podem ter sobre a distribuição de Benford.

Deste modo, efetuei uma análise de sensibilidade aos testes anteriormente apresentados comparando a distribuição de Benford com diversas amostras, construídas aleatoriamente, procurando averiguar a sua resistência aos seguintes aspetos:

- A sua dimensão;
- A multiplicação de valores;
- A contaminação de números na amostra;
- O agrupamento de parcelas de números.

Deste modo, para cada exemplo, teste a seguinte hipótese:

- H_0 : Não existe diferença estatisticamente significativa entre as distribuições observadas e a distribuição de Benford.
- H_1 : Existe diferença estatisticamente significativa entre as distribuições observadas e a distribuição de Benford.

Para testar esta hipótese apliquei as estatísticas acima descritas (estatística Z, estatística X^2 e estatística MAD), para o primeiro dígito, o segundo dígito, os primeiros dois dígitos e os últimos dois dígitos, tal como aplicaram os autores (Nigrini & Mittermaier, 1997).

2.4.1. Dimensão da amostra

Nesta seção analisei a influência da dimensão da amostra nas estatísticas Z, X^2 e MAD para os testes do primeiro dígito, do segundo dígito, dos dois primeiros dígitos e dos dois últimos dígitos. Esta análise teve como finalidade perceber se, para um determinado número de observações, se deve ou não esperar a conformidade da amostra com a distribuição de Benford.

Desta forma criei numa folha de *excel* uma amostra de 5.000 números aleatórios¹ com 5 dígitos. Seguidamente, comparei a amostra criada com a distribuição de Benford e, tendo em conta o primeiro dígito, obtive as seguintes frequências conforme demonstra o Gráfico 1.

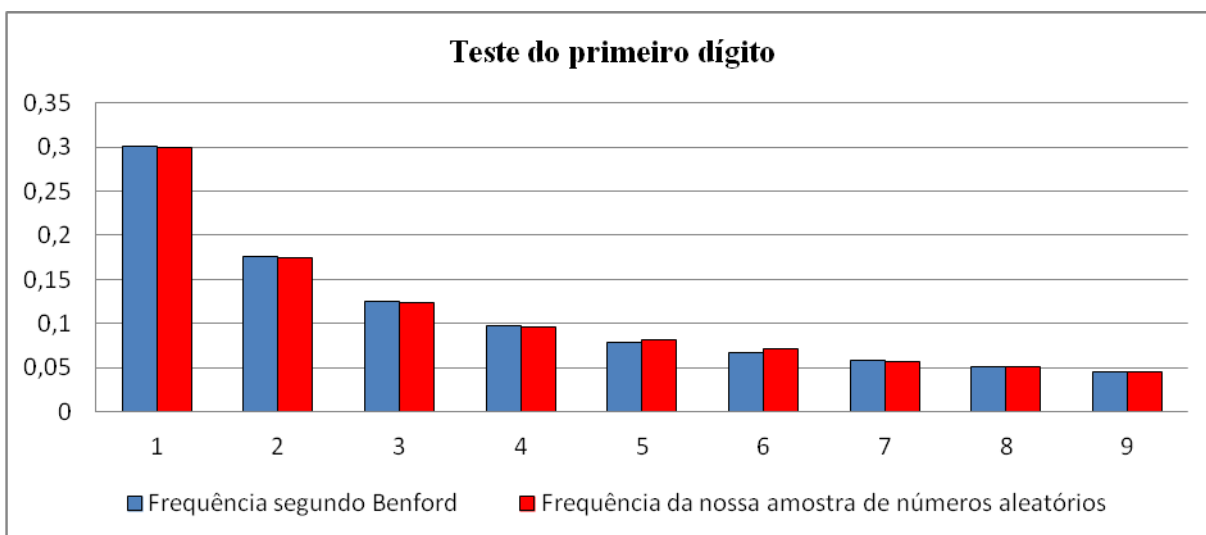


Gráfico 1 – Distribuição do primeiro dígito, com n=5.000

Observando o Gráfico 1 podemos constatar que a amostra criada de números aleatórios, contendo 5.000 elementos, aparenta seguir a distribuição de Benford para o primeiro

¹ A fórmula utilizada para a criação dos números aleatórios inteiros foi: =INT(10.000*10^ALEATÓRIO()). Este processo permite construir séries de dados compatíveis com frequências convergentes para a

dígito. Aplicando à amostra as estatísticas Z, X^2 e MAD tendo em conta que as observações esperadas correspondem à distribuição de Benford, obtive os resultados da Tabela 4.

Estatística Z				
Primeiro dígito	Quantidade Observada	Lei de Benford	Proporção Observada	Valor de Z
1	1497	0,3010	0,2994	0,2513
2	870	0,1761	0,1740	0,3882
3	618	0,1249	0,1236	0,2863
4	483	0,0969	0,0966	0,0741
5	408	0,0792	0,0816	0,6334
6	360	0,0669	0,0720	1,4297
7	286	0,0580	0,0572	0,2396
8	255	0,0512	0,0510	0,0490
9	223	0,0458	0,0446	0,3917
Total	5000	1	1	

Estatística Qui-Quadrado	
Crítico de Qui-Quadrado	15,50731306
Qui-Quadrado obtido	2,7243

Estatística MAD	
Crítico de MAD	0,0120
MAD obtido	0,0017

Crítico de Z = 1,96

Tabela 4 - Resultados dos testes Z, X^2 e MAD para o primeiro dígito com n=5.000

Analisando os resultados da Tabela 4 verificamos que os valores de Z, para todos os dígitos de 1 a 9, são inferiores ao valor crítico de Z. O X^2 obtido também apresenta um valor inferior ao X^2 crítico e o mesmo se observa na estatística MAD. Desta forma podemos afirmar que, para um nível de significância de 5% não rejeitamos H_0 , isto é, não excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

Tendo em conta o segundo dígito e comparando a amostra criada com a distribuição de Benford obtive o Gráfico 2.

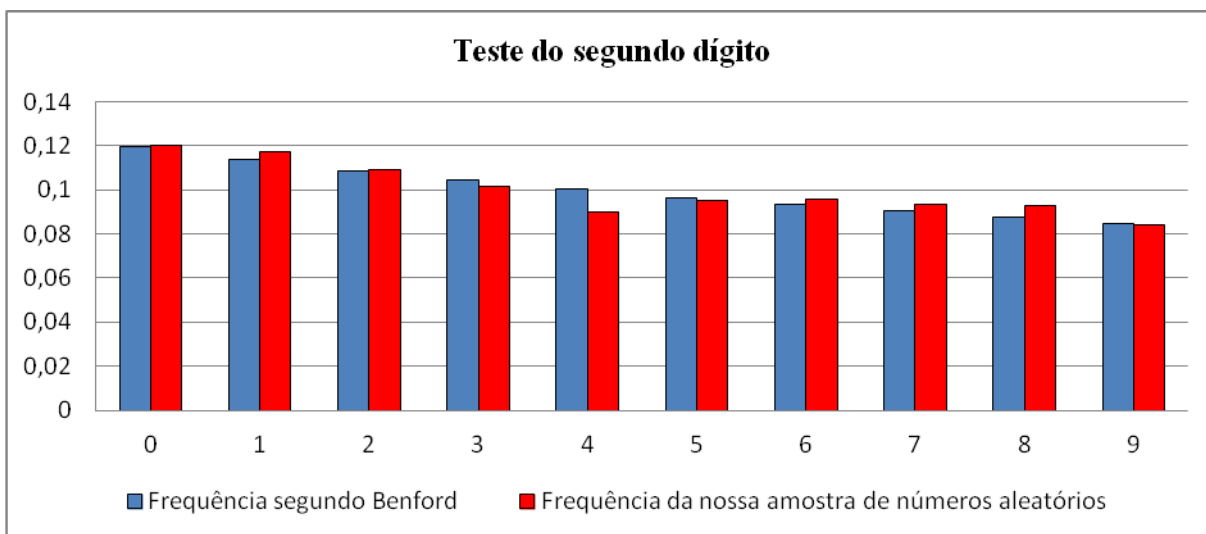


Gráfico 2 – Distribuição do segundo dígito, com n=5.000

Tal como para o primeiro dígito, a distribuição do segundo dígito aparenta indicar que a amostra criada segue a distribuição de Benford. Do mesmo modo apliquei à amostra as estatísticas Z, X^2 e MAD, tendo em conta que as observações esperadas correspondem à distribuição de Benford para o segundo dígito, e obtive os resultados apresentados na Tabela 5.

Estatística Z				
Segundo dígito	Quantidade Observada	Lei de Benford	Proporção Observada	Valor de Z
0	600	0,120	0,120	0,070
1	587	0,114	0,117	0,781
2	546	0,109	0,109	0,086
3	508	0,104	0,102	0,631
4	451	0,100	0,090	2,379
5	476	0,097	0,095	0,353
6	478	0,093	0,096	0,541
7	468	0,090	0,094	0,801
8	465	0,088	0,093	1,358
9	421	0,085	0,084	0,202
Total	5000	1	1	

Crítico de Z = 1,96

Estatística Qui-Quadrado	
Crítico de Qui-Quadrado	16,9190
Qui-Quadrado obtido	8,6846

Estatística MAD	
Crítico de MAD	0,0160
MAD obtido	0,0030

Tabela 5 - Resultados das estatísticas Z, X^2 e MAD para o segundo dígito com n=5.000

Analisando os resultados da Tabela 5 verificamos que para a estatística Z o dígito 4 apresenta um valor de Z ligeiramente superior ao valor de Z crítico, ou seja, para o dígito 4 e um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , isto é, excluimos a hipótese das frequências do dígito 4 serem compatíveis com a distribuição de Benford. Observando as estatísticas globais constatamos que os valores obtidos são inferiores aos pontos críticos. Desta forma, podemos afirmar que globalmente, para um nível de significância de 5%, não rejeitamos H_0 , isto é, não excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

Tendo em conta os dois primeiros dígitos e comparando a mesma amostra criada com a distribuição de Benford para os dois primeiros dígitos obtive o Gráfico 3.

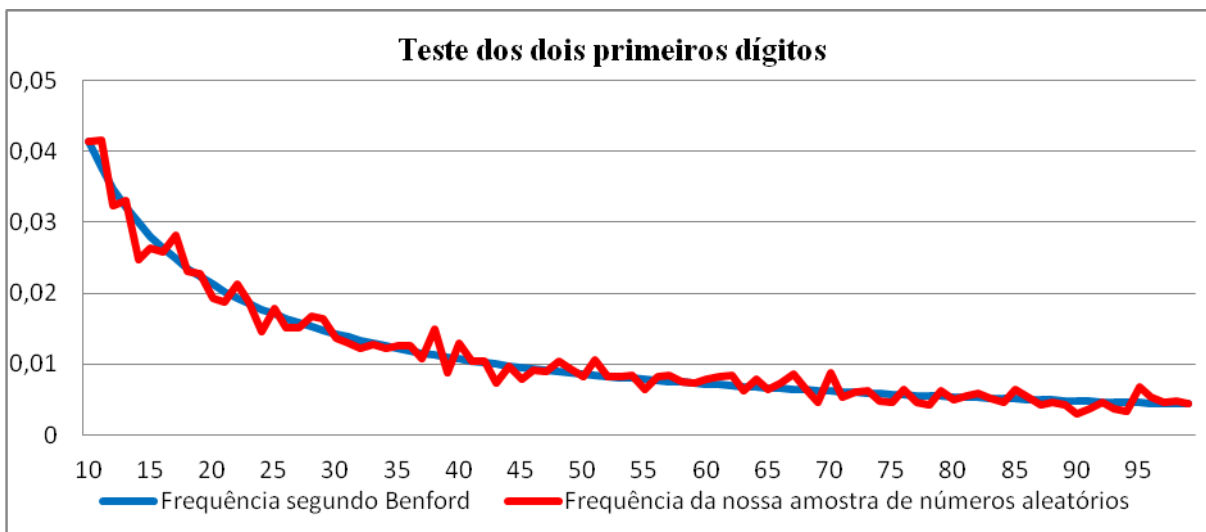


Gráfico 3 – Distribuição dos dois primeiros dígitos, com $n=5.000$

Observando o Gráfico 3 constatamos que a amostra criada apresenta um comportamento idêntico à da distribuição de Benford. De forma a verificar estatisticamente a conformidade da amostra com a distribuição de Benford apliquei, para os dois primeiros dígitos as estatísticas acima descritas. Obtive desse modo os resultados expostos na Tabela 6.

Estatística Z					Estatística Qui-Quadrado		Estatística MAD	
Dois primeiros dígitos	Quantidade Observada	Lei de Benford	Proporção Observada	Valor de Z	Crítico de Qui-Quadrado	112,0220	Crítico de MAD	0,0018
10	207	0,041	0,041	0,003	Qui-Quadrado obtido	80,4222	MAD obtido	0,0010
11	208	0,038	0,042	1,413				
...				
14	124	0,030	0,025	2,141				
...				
37	54	0,012	0,011	0,517				
38	75	0,011	0,015	2,490				
39	44	0,011	0,009	1,489				
...				
69	23	0,006	0,005	1,480				
70	44	0,006	0,009	2,385				
71	27	0,006	0,005	0,614				
...				
94	17	0,005	0,003	1,250				
95	34	0,005	0,007	2,367				
96	27	0,005	0,005	0,950				
...				
99	22	0,004	0,004	0,038				
Total	5000	1,000	1,000					
				Crítico de Z = 1,96				

Tabela 6 - Resultados das estatísticas Z, X^2 e MAD para os dois primeiros dígitos, com n=5.000

Observando os resultados da Tabela 6, verificamos que para a estatística individual apenas os valores 14, 38, 70 e 95, ou seja, apenas quatro dos noventa números apresentam valor Z superior (não acima dos 2,5) ao valor crítico de Z. Analisando as estatísticas globais verificamos que os valores obtidos são inferiores aos valores críticos, e portanto, tal como verificado anteriormente, podemos afirmar que, para um nível de significância de 5%, não rejeitamos H_0 , isto é, não excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

Por último, analisando os dois últimos dígitos da amostra criada e comparando-a com a distribuição de Benford para os mesmos dígitos obtive o Gráfico 4.

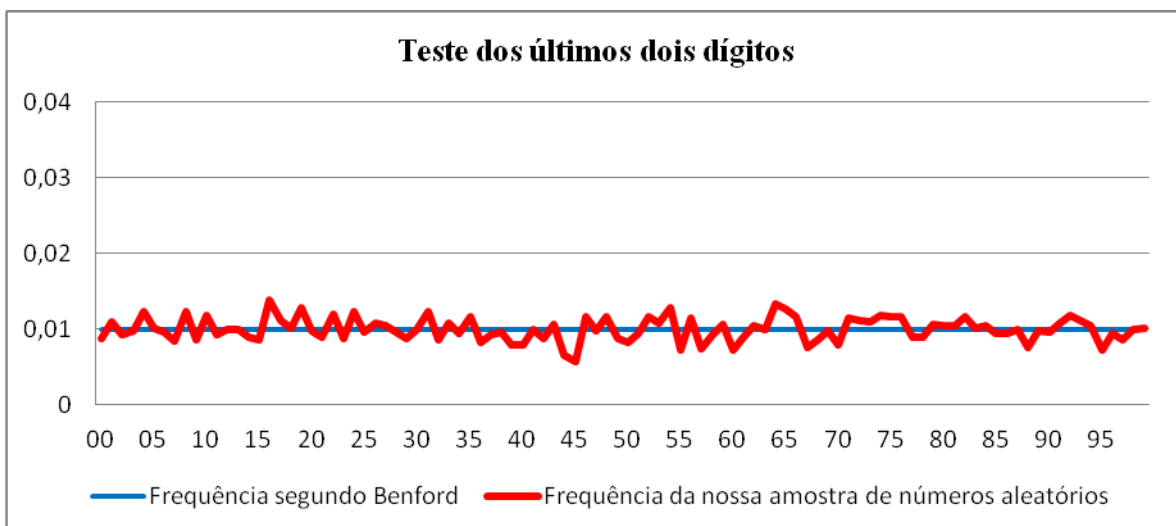


Gráfico 4 – Distribuição dos dois últimos dígitos, com n=5.000

Tal como nos testes anteriores denotamos que a amostra criada apresenta um comportamento idêntico à da distribuição de Benford. Do mesmo modo aplicando as estatísticas de teste, com a exceção da estatística MAD por não se ter um valor crítico estipulado por Nigrini, obtive os resultados apresentados na Tabela 7.

Estatística Z					Estatística Qui-Quadrado	
Dois últimos dígitos	Quantidade Observada	Lei de Benford	Proporção Observada	Valor de Z	Crítico de Qui-Quadrado	Qui-Quadrado obtido
00	44	0,010	0,009	0,853	123,225	
...		120,040
15	43	0,010	0,009	0,995		
16	69	0,010	0,014	2,701		
17	56	0,010	0,011	0,853		
18	51	0,010	0,010	0,142		
19	64	0,010	0,013	1,990		
20	49	0,010	0,010	0,142		
...		
43	53	0,010	0,011	0,426		
44	33	0,010	0,007	2,416		
45	29	0,010	0,006	2,985		
46	58	0,010	0,012	1,137		
...		
53	54	0,010	0,011	0,569		
54	64	0,010	0,013	1,990		
55	36	0,010	0,007	1,990		
56	57	0,010	0,011	0,995		
...		
59	53	0,010	0,011	0,426		
60	36	0,010	0,007	1,990		
61	45	0,010	0,009	0,711		
...		
64	67	0,010	0,013	2,416		
65	63	0,010	0,013	1,848		
...		
94	52	0,010	0,010	0,284		
95	36	0,010	0,007	1,990		
...		
99	51	0,010	0,010	0,142		
Total	5000	1,00	1			

Crítico de Z = 1,96

Tabela 7 - Resultados das estatísticas Z e X^2 para os dois últimos dígitos, com n=5.000

Analisando a Tabela 7, verificamos que, perante a estatística individual, apenas nove dos cem dois últimos dígitos apresentaram valores de Z superiores ao Z crítico. É de salientar que os valores de Z obtidos, tal como no teste para os dois primeiros dígitos, não excedem significativamente o valor crítico.

Observando a estatística qui-quadrado, verificamos que o valor de X^2 obtido é inferior ao valor crítico de X^2 , do mesmo modo que nos testes anteriores, podemos afirmar que, para um nível de significância de 5% não rejeitamos H_0 , isto é, não excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a lei de Benford.

De modo a analisar a sensibilidade dos testes, tendo em conta a dimensão da amostra, repliquei os mesmos procedimentos acima expostos, sendo que reduzi a amostra inicialmente criada para uma amostra de 2.500 números, de 1.000 números, de 500 números e de 100 números. Deste modo, aplicando a estatística individual, os valores não conformes com a distribuição de Benford foram os ilustrados na Tabela 8:

	Números não conformes p/ n=2.500	Números não conformes p/ n=1.000	Números não conformes p/ n=500	Números não conformes p/ n=100
1º Dígito	-	-	-	-
2º Dígito	6	6	6	-
2 Primeiros dígitos	14; 46; 48; 63; 69; 78; 85	14; 31; 43; 46; 63; 78	14; 19; 31; 46; 56; 63	31; 53; 93
2 Últimos dígitos	04; 06; 19; 45; 70; 83; 85; 92	25; 67; 90;	09; 67; 83	00; 08; 16; 25; 49; 51; 74; 84; 91; 92

Tabela 8 - Quadro resumo da Estatística Z aplicada ao 1º dígito, 2º dígito, 2 primeiros dígitos, 2 últimos dígitos para amostras de n=2.500, n=1.000, n=500 e n=100

Observando a Tabela 8, verificamos que para o teste do primeiro dígito, todos os dígitos estão conformes, ou seja, para um nível de significância de 5%, não rejeitamos H_0 , isto é, não excluimos a hipótese nula.

No que concerne o teste do segundo dígito, constatamos que, para as amostras de 2.500 números, 1.000 números e 500 números, o dígito 6 apresenta-se não conforme com a distribuição de Benford. Os valores de Z obtidos foram de 2,376, de 2,568 e de 2,046, respetivamente, ou seja ligeiramente superior ao valor crítico de Z (1,96).

Podemos concluir que uma amostra de 100 registos continua a apresentar uma distribuição conforme com a distribuição de Benford, relativamente ao nível dos dígitos, semelhante à compatibilidade com um maior número de registos.

Aplicando as estatísticas globais às amostras criadas obtive os resultados apresentados na Tabela 9 e na Tabela 10:

	Valores críticos p/ Qui-Quadrado	Valor p/ n=2.500	Resultado	Valor p/ n=1.000	Resultado	Valor p/ n=500	Resultado	Valor p/ n=100	Resultado
1º Dígito	15,5073	3,9553	Conforme	4,0723	Conforme	3,4090	Conforme	6,0279	Conforme
2º Dígito	16,9190	8,6544	Conforme	13,1876	Conforme	12,0313	Conforme	10,8783	Conforme
2 Primeiros dígitos	112,0220	98,2643	Conforme	97,1901	Conforme	96,6961	Conforme	75,3410	Conforme
2 Últimos dígitos	123,2252	108,1600	Conforme	112,8000	Conforme	89,6000	Conforme	126,0000	N/ Conf.

Tabela 9 - Quadro resumo da Estatística X^2 aplicada ao 1º dígito, 2º dígito, 2 primeiros dígitos, 2 últimos dígitos para amostras de n=2.500, n=1.000, n=500 e n=100

Observando a Tabela 9, verificamos que para todas as amostras, o teste do 1º dígito, 2º dígito e 2 primeiros dígitos apresentam valores de X^2 inferiores aos X^2 críticos. Dessa forma, para um nível de significância de 5%, não rejeitamos H_0 , isto é, não excluimos a hipótese das amostras serem compatíveis com a lei de Benford. Quanto ao teste dos dois últimos dígitos verificamos que para a amostra de 100 números o resultado obtido foi não conforme com a distribuição de Benford, ou seja, um número mais reduzido de registros é negativo para a conformidade.

	Valores críticos p/ MAD	Valor p/ n=2.500	Resultado	Valor p/ n=1.000	Resultado	Valor p/ n=500	Resultado	Valor p/ n=100	Resultado
1º Dígito	0,012	0,004	Conforme	0,005	Conforme	0,006	Conforme	0,021	N/ Conf.
2º Dígito	0,016	0,004	Conforme	0,009	Conforme	0,013	Conforme	0,026	N/ Conf.
2 Primeiros dígitos	0,0018	0,0016	Conforme	0,0027	N/ Conf.	0,0037	N/ Conf.	0,0074	N/ Conf.

Tabela 10 - Quadro resumo da Estatística MAD aplicada ao 1º dígito, 2º dígito e 2 primeiros dígitos para amostras de n=2.500, n=1.000, n=500 e n=100

Analisando os resultados da estatística MAD da Tabela 10, verificamos que apenas a amostra de 2.500 números apresentou para os três testes efetuados valores conformes com

a distribuição de Benford. Quanto à amostra de 100 registos os resultados foram não conformes para ambos os testes.

Conforme o simples exercício efetuado acima, mostramos que o tamanho da amostra influencia a sua distribuição, pois sem um número de registos mínimos não se torna exetável que uma amostra siga a distribuição de Benford. No entanto, podemos assumir que para a estatística individual e a estatística X^2 , uma amostra de 100 números ainda é suficiente para se conseguir tirar algumas conclusões. Tendo em conta a estatística MAD a amostra de 100 registos não apresentou resultados favoráveis, o que pode indicar-nos que esta é insuficiente para se tirar conclusões fiáveis.

2.4.2. Multiplicação dos valores

Em contabilidade, mais precisamente aquando dos lançamentos contabilísticos, ou seja, lançamento de faturas de compras, faturas de vendas, despesas bancárias, despesas diversas de fornecimentos e serviços externos entre outras, o valor total do lançamento poderá corresponder a uma multiplicação de valores, a uma soma de valores ou a um valor diferente do real quando estamos perante um erro ou uma manipulação de dados. Por exemplo, um lançamento de uma fatura de venda poderá conter:

- Um valor correspondente ao material e/ou a prestação de serviço prestada multiplicado pelo número de quantidades vendido;
- Um valor de IVA corresponde à taxa legal em vigor multiplicado pelo valor de incidência;
- O valor total que corresponde a soma da incidência e do IVA que será igual ao valor devido pelo cliente.

A distribuição de Benford apresenta duas características interessantes. A primeira consiste no fato de ser a única distribuição de dígitos de dados reais que apresenta invariância à mudança de escala, isto é, se multiplicarmos os valores de uma amostra de dados por uma constante, a distribuição não se irá alterar. Por exemplo, uma amostra de registos provenientes de valores monetários que segue a distribuição de Benford continuará a manter a mesma distribuição perante uma alteração da unidade monetária. A segunda

característica diz respeito à mudança de base dos dados. A mudança de base da função logarítmica não afeta a distribuição dos dígitos em relação à distribuição de Benford (Hill, 1995).

O autor (Boyle, 1994) também verificou que quando uma amostra de dados aleatórios é multiplicada e/ou dividida por outra variável aleatória proveniente de fontes diferentes, o conjunto de dados continua a seguir a distribuição de Benford. Este fenómeno ajuda a explicar porque certos conjuntos de números contabilísticos geralmente tendem a seguir de perto a distribuição de Benford. Um conjunto de números contabilísticos é na maioria das vezes o resultado de um processo matemático. Um exemplo simples desse processo é uma conta a receber, que é um número de itens vendidos (que vem de uma distribuição aleatória) multiplicado pelo preço de cada item (vindo de outra distribuição).

De forma a comprovar empiricamente que a multiplicação de uma amostra de Benford por outra variável aleatório não altera a sua distribuição, comparei o comportamento da amostra anteriormente criada com $n = 1.000$ registos, designada por amostra de referência (coluna **a**) da Tabela 11) com outras amostras criadas. A primeira amostra criada resultou da multiplicação dos números da amostra de referência por um número aleatório igual a 0,399 (coluna **b**) da Tabela 11). A segunda amostra criada resultou da multiplicação de apenas 10% dos números da amostra de referência por um número aleatório igual a 0,854 (coluna **c**) da Tabela 11). A terceira amostra criada resultou da multiplicação dos números da amostra de referência, sendo que 1/3 dos números foram multiplicados pela taxa reduzida de Iva (6%), 1/3 dos números multiplicados pela taxa intermédia de Iva (13%) e outro 1/3 multiplicado pela taxa normal de IVA (23%).

Os dígitos cujos resultados aparecem como não conformes com a distribuição de Benford, aplicando a estatística Z, são apresentados na Tabela 11.

Estatística Individual Z

	a)	b)	c)	d)
1º Dígito	-	-	-	-
2º Dígito	-	-	6	0
2 Primeiros dígitos	14; 31; 43; 46; 63; 78	30; 33; 50; 56; 73; 97	14; 16; 32; 43; 63; 78; 80; 99	31; 32; 39; 41; 54; 68; 78
2 Últimos dígitos	25; 67; 90	13; 16; 31; 48	25; 34; 50; 67	12; 29; 31; 43; 76

- a) Amostra de referência - Resultados não conformes p/ n=1.000
- b) Resultados não conformes p/ amostra de n=1.000 vezes um nº aleatório
- c) Resultados não conformes p/ amostra de n=1.000 sendo que 10% dos dados são multiplicados por um nº aleatório
- d) Resultados não conformes p/ amostra de n=1.000 sendo que 1/3 dos números são multiplicados pela taxa reduzida de IVA (6%), 1/3 pela taxa intermédia (13%) de IVA e 1/3 pela taxa normal (23%)

Tabela 11 - Quadro resumo da estatística Z quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a multiplicação

Tal como se previa, verificamos que as amostras criadas tendo em conta a multiplicação não alteraram de forma significativa a distribuição da amostra de referência. Deste modo, podemos concluir que, tal como (Boyle, 1994) mencionou, a multiplicação não altera a distribuição de uma amostra.

Os resultados das estatísticas globais são apresentados na Tabela 12.

Estadística Global Qui-Quadrado

	Valores críticos p/ Qui-Quadrado	a)	Resultado	b)	Resultado	c)	Resultado	d)	Resultado
1º Dígito	15,5073	4,0723	Conforme	2,5932	Conforme	3,1627	Conforme	3,5826	Conforme
2º Dígito	16,9190	13,1876	Conforme	7,7747	Conforme	12,4738	Conforme	10,8084	Conforme
2 Primeiros dígitos	112,0220	97,1901	Conforme	96,4969	Conforme	100,8462	Conforme	108,2222	Conforme
2 Últimos dígitos	123,2252	112,8000	Conforme	92,2000	Conforme	102,4000	Conforme	122,4000	Conforme

Estadística Global MAD

	Valores críticos p/ MAD	a)	Resultado	b)	Resultado	c)	Resultado	d)	Resultado
1º Dígito	0,012	0,00510	Conforme	0,00406	Conforme	0,00418	Conforme	0,00532	Conforme
2º Dígito	0,016	0,00918	Conforme	0,00738	Conforme	0,00788	Conforme	0,00912	Conforme
2 Primeiros dígitos	0,0018	0,00271	N/ Conf.	0,00260	N/ Conf.	0,00271	N/ Conf.	0,00279	N/ Conf.

- a) Amostra de referência - Valor p/ n=1.000
- b) Valor p/ n=1.000 vezes taxa um número aleatório
- c) Valor p/ n=1.000 sendo que 10% dos dados são multiplicados por um número aleatório
- d) Valor p/ n=1.000 sendo que 1/3 é multiplicado pela taxa reduzida de IVA, 1/3 pela taxa intermédia e 1/3 pela taxa normal

Tabela 12 - Quadro resumo das estatísticas X^2 e MAD quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a multiplicação de valores

Tal como na análise da estatística Z, ao analisar os resultados aplicando as estatísticas X^2 e MAD, verificamos que a multiplicação dos dados não interfere nas distribuições das amostras, pois tal como na amostra de referência, as amostras criadas com a multiplicação dos números apresentam resultados semelhantes aquando da comparação com a distribuição de Benford.

2.4.3. Contaminação de números aleatórios através de arredondamentos

Quando uma empresa pretende melhorar os seus resultados de forma ilícita, poderá sentir-se motivada para contaminar os seus lançamentos contabilísticos, aumentando o valor dos seus ganhos, por exemplo, arredondando algumas faturas de vendas para valor superior, ou diminuir o valor dos seus gastos, por exemplo arredondando algumas faturas de compras ou fornecimentos e serviços externos para um valor inferior. Deste modo, criei novas

amostras, com base na amostra de referência de 1.000 números, onde arredondei alguns números, de forma a verificar se a lei de Benford identifica que a amostra foi contaminada.

A primeira amostra criada resultou da “contaminação” de 10% dos números da amostra de referência como descrevo de seguida. Arredondei de 10 em 10 números o primeiro dígito para cima, ou seja, um número que anteriormente era de 47.836 passou a ser de 50.000. Da mesma forma “contaminei” a amostra, sendo que apenas 5% dos números foram arredondados, ou seja de 20 em 20 números o valor do primeiro dígito foi arredondado para cima tal como efetuado anteriormente. Estes procedimentos aumentaram o número de zeros a partir do segundo dígito na amostra.

Apliquei também o mesmo procedimento, mas desta vez os números foram arredondados para baixo, ou seja, um número que anteriormente era de 47.836 passou a ser de 40.000, com uma contaminação de 10% e de 5%. Modificando a amostra obtive os resultados apresentados na Tabela 13:

Estatística Individual Z

	a)	b)	c)	d)	e)
1º Dígito	-	1; 8	-	-	-
2º Dígito	-	0; 8	0; 8	0; 8	0; 8
2 Primeiros dígitos	14; 31; 43; 46; 63; 78	14; 18; 20; 30; 40; 43; 50; 59; 63; 70; 78; 80	14; 18; 20; 43; 63; 78; 80	10; 14; 18; 30; 40; 43; 59; 63; 70; 78; 80	10; 14; 18; 43; 63; 78
2 Últimos dígitos	25; 67; 90	00; 25; 67; 90; 99	00; 25; 67; 90	00; 25; 67; 90; 99	00; 25; 67; 90

- a) Amostra de referência - Números não conformes p/ n=1.000
- b) Números não conformes p/ amostra de n=1.000 c/ 10% de n^os arredondados para cima
- c) Números não conformes p/ amostra de n=1.000 c/ 5% de n^os arredondados para cima
- d) Números não conformes p/ amostra de n=1.000 c/ 10% de n^os arredondados para baixo
- e) Números não conformes p/ amostra de n=1.000 c/ 5% de n^os arredondados para baixo

Tabela 13 - Quadro resumo da estatística Z quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a contaminação de valores

Analisando a Tabela 13, verificamos que a contaminação da amostra alterou a sua distribuição, pois a distribuição das amostras criadas não segue a distribuição de Benford. No caso dos 10% de números arredondados para cima (coluna **b**) da Tabela 13) constatamos que para o teste do primeiro dígito, os dígitos 1 e 8 não foram conformes, ou

seja, para um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , isto é, excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford. Tendo em conta o teste do segundo dígito, denotamos que todas as amostras contaminadas apresentam os dígitos 0 e 8 como não conformes. Também, o teste dos últimos dois dígitos é importante aquando a existência de arredondamentos, pois verificamos que para todas as amostras contaminadas o par de dígitos 00 aparece como não conforme.

Os resultados das estatísticas globais são apresentados na Tabela 14.

Estadística Global Qui-Quadrado

	Valores críticos p/ Qui-Quadrado	a)	Result.	b)	Result.	c)	Result.	d)	Result.	e)	Result.
1º Dígito	15,507	4,072	Conf.	10,726	Conf.	4,645	Conf.	4,072	Conf.	4,072	Conf.
2º Dígito	16,919	13,188	Conf.	62,466	N/Conf.	17,782	N/Conf.	64,057	N/Conf.	18,657	N/Conf.
2 Primeiros dígitos	112,022	97,190	Conf.	191,197	N/Conf.	112,368	N/Conf.	156,476	N/Conf.	105,684	Conf.
2 Últimos dígitos	123,225	112,800	Conf.	1177,800	N/Conf.	400,200	N/Conf.	1177,800	N/Conf.	400,200	N/Conf.

Estadística Global MAD

	Valores críticos p/ MAD	a)	Result.	b)	Result.	c)	Result.	d)	Result.	e)	Result.
1º Dígito	0,012	0,00510	Conf.	0,00887	Conf.	0,00598	Conf.	0,00510	Conf.	0,00510	Conf.
2º Dígito	0,016	0,00918	Conf.	0,01781	N/Conf.	0,01075	Conf.	0,01801	N/Conf.	0,01115	Conf.
2 Primeiros dígitos	0,0018	0,00271	N/Conf.	0,00338	N/Conf.	0,00288	N/Conf.	0,00337	N/Conf.	0,00289	N/Conf.

- a) Amostra de referência - Valor p/ n=1.000
- b) Valor p/ n=1.000 c/ 10% de n^os arred. para cima
- c) Valor p/ n=1.000 c/ 5% de n^os arred. para cima
- d) Valor p/ n=1.000 c/ 10% de n^os arred. para baixo
- e) Valor p/ n=1.000 c/ 5% de n^os arred. para baixo

Tabela 14 - Quadro resumo da estatística X^2 e MAD quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta a contaminação de valores

Analisando as tabelas acima, que representam as estatísticas globais as amostras criadas com contaminação de dados, verificamos que o teste do primeiro não apresenta nenhum resultado não conforme. Observando-se o teste do segundo dígito constatamos que todas as amostras criadas apresentam resultados não conformes tanto na estatística de teste X^2 como

na estatística de teste MAD. O teste dos dois últimos dígitos também apresenta em todas as amostras criadas resultados não conformes.

Podemos concluir que a contaminação de dados altera de forma significativa as distribuições das amostras, sendo que são detetáveis pelos testes do segundo dígito e dos dois últimos dígitos. De referir que uma maior taxa de contaminação resultou também numa maior distorção da distribuição da amostra quando comparada com a distribuição de Benford.

2.4.4. Agrupamento de parcelas de números

Aquando dos lançamentos contabilísticos, o agrupamento de documentos pode ocorrer, isto é, quando existem diversos documentos referentes à mesma categoria de despesas, esses documentos são, por vezes, somados e lançados num só lançamento de forma a diminuir o trabalho da pessoa que lança os documentos. Outro agrupamento de parcelas pode dar-se nas empresas que comercializam produtos compostos, isto é, ao faturarem o valor constante na fatura corresponde a soma dos materiais utilizados e da mão-de-obra aplicada. Isto dá-se por exemplo nas empresas de construção civil que faturem mensalmente através de autos de medição. O valor constante na fatura corresponde ao valor total do auto de medição que inclui os materiais aplicados em obra bem como a mão-de-obra empregue para aplicação dos mesmos.

Através de uma amostra de números, conforme a distribuição de Benford, criada anteriormente, agrupei parcelas de números de modo a verificar o comportamento das mesmas. Somando parcelas de cinco em cinco números numa amostra de 2.500 números obtive uma nova amostra de 500 números e somando parcelas de dois em dois números numa amostra de 2.500 números obtive uma nova amostra de 1.250. Desta forma obtive os resultados constantes na Tabela 15.

Estatística Individual Z

	Números não conformes p/ amostra de n=500 resultante das somas de 5 em 5 de 2500 dados	Números não conformes p/ amostra de n=1.250 resultante das somas de 2 em 2 de 2500 dados
1º Dígito	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9	1; 2; 6; 7; 8; 9
2º Dígito	-	0; 1; 6; 7
2 Primeiros dígitos	10; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 27; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56	10; 11; 14; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 55; 61; 63; 68; 69; 72; 75; 79; 80; 81; 83; 84; 86; 87; 89; 91; 92; 93; 94; 97; 99
2 Últimos dígitos	5; 29; 58	08; 43

Tabela 15 - Quadro resumo da estatística Z quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta o agrupamento de dados

Como se pode observar na Tabela 15, verificamos que no teste do primeiro dígito, a primeira amostra criada apresenta todos os dígitos como não conformes, ou seja, para um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 para todos os dígitos, isto é, excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford. A segunda amostra também apresenta muitos primeiros dígitos como não conformes.

Seguidamente, utilizando as estatísticas globais X^2 e MAD obtive os resultados expostos na Tabela 16 e Tabela 17.

Estatística Global Qui-Quadrado

	Valores críticos p/ Qui-Quadrado	Valores p/ amostra de n=500 resultante das somas de 5 em 5 de 2500	Resultado	Valores p/ amostra de n=1.250 resultante das somas de 2 em 2 de 2500	Resultado
1º Dígito	15,5073	461,8076	N/ Conf.	278,7292	N/ Conf.
2º Dígito	16,9190	6,7668	Conforme	39,5146	N/ Conf.
2 Primeiros dígitos	112,0220	670,9473	N/ Conf.	519,1456	N/ Conf.
2 Últimos dígitos	123,2252	106,0000	Conforme	76,4000	Conforme

Tabela 16 - Quadro resumo da estatística X^2 quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta o agrupamento de dados

Analisando os resultados obtidos aplicando a estatística de teste X^2 constatamos que, no teste do primeiro dígito, nenhuma amostra apresenta resultados conformes, ou seja, para

um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , isto é, excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

Estatística Global MAD

	Valores críticos p/ MAD	Valores p/ amostra de n=500 resultante das somas de 5 em 5 de 2500	Resultado	Valores p/ amostra de n=1.250 resultante das somas de 2 em 2 de 2500	Resultado
1º Dígito	0,012	0,10242	N/ Conf.	0,03924	N/ Conf.
2º Dígito	0,016	0,00890	Conforme	0,01482	Conforme
2 Primeiros dígitos	0,0018	0,01102	N/ Conf.	0,00607	N/ Conf.

Tabela 17 - Quadro resumo da estatística MAD quanto à sensibilidade da amostra tendo em conta o agrupamento de dados

Do mesmo modo que na estatística X^2 , aplicando a estatística MAD, verificamos que os resultados não estão conformes para o teste do primeiro dígito.

Após os resultados obtidos com o agrupamento de valores, verificamos que embora os dados de base estavam em conformidade com a distribuição de Benford, o mero agrupamento desses dados destruiu essa conformidade. Convém salientar que quando o teste do primeiro dígito apresenta valores não conformes aplicando ambas as estatísticas, o auditor deve verificar se os pressupostos da lei de Benford foram validados e considerar o uso de procedimentos analíticos alternativos de modo a selecionar amostras alvo de auditoria.

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso consistiu na aplicação da lei de Benford às contas de gastos e de ganhos (conta 6 e conta 7), nos anos de 2010 e 2011, de uma empresa nacional. Pela natureza destas contas, na sua generalidade, é expectável a sua conformidade com a lei de Benford. A empresa alvo de estudo foi uma PME nacional² cujo volume de negócio médio foi superior a 3.000.000 euros, o seu ativo médio foi superior a 1.500.000 euros e teve em média mais de 50 trabalhadores nos anos em estudo. Deste modo, a empresa foi obrigada por lei a nomear um auditor para auditar as suas contas e elaborar um relatório de auditoria referente aos anos de 2010 e 2011.

O auditor da empresa em estudo não apresentou nenhuma reserva e/ou ênfase no seu relatório de auditoria, isto significa que segundo o auditor as demonstrações financeiras apresentaram de forma clara a imagem verdadeira e apropriada da empresa.

Fazem parte das contas 6 e 7 que foram analisadas os gastos e ganhos apresentados nas Tabela 18 e Tabela 19.

Contas de Gastos

62	Fornecimentos e serviços externos
621	Subcontratos
622	Serviços especializados
623	Materiais
624	Energia e fluidos
625	Deslocações, estadas e transportes
626	Serviços diversos
63	Gastos com o pessoal
68	Outros gastos e perdas
69	Gastos e perdas de financiamento

Tabela 18 - Contas de Gastos

² Os dados da PME nacional foram fornecidos com a condição de sigilo absoluto. Desta forma não será revelado mais nenhuma informação que possa comprometer o anonimato da empresa.

Contas de Ganhos

71	Vendas
72	Prestações de serviços
75	Subsídios à exploração
78	Outros rendimentos e ganhos
79	Juros, dividendos e outros rendimentos similares

Tabela 19 - Contas de Ganhos

Apliquei então a lei de Benford de forma a averiguar a conformidade das contas 6 e 7, apresentadas nas Tabela 18 e Tabela 19, com a distribuição de Benford.

Numa primeira fase, analisei a totalidade dos movimentos (números inteiros) obtidos nos extratos das contas de gastos e ganhos, excluindo os “números negativos”, ou seja, os números constantes a crédito nos gastos e os números constantes a débito nos ganhos. Este procedimento está em conformidade com o estudo de (Nigrini & Mittermaier, 1997) quando aplicaram a lei de Benford à faturação de uma empresa petrolífera.

Seguidamente efetuei uma análise pormenorizada às subcontas e eliminei todos os dados que pareciam resultar de valores atribuídos, bem como todos os valores inferiores a 10 euros. Considerei valores atribuídos os valores correspondentes às rendas, aos vencimentos, aos honorários, entre outros cujo verifiquei a repetição dos valores mensalmente ou com alguma periodicidade. Este último procedimento também surge no estudo efetuado por (Nigrini & Mittermaier, 1997).

Após a eliminação dos valores discriminados anteriormente efetuei novamente uma análise aos registos das contas 6 e 7, testando a sua conformidade com a distribuição de Benford. Tendo em conta os resultados obtidos decidi efetuar uma análise às subcontas separadamente, com o objetivo de verificar a compatibilidade de todas as subcontas com a distribuição de Benford.

Analisando os resultados obtidos com a análise às subcontas, voltei a aplicar a lei de Benford às contas 6 e 7 no seu todo, excluindo as subcontas onde a conformidade das

mesmas com a distribuição de Benford não foi previsível e apresentei algumas sugestões de auditoria.

Por último, comparei os resultados das estatísticas obtidas em 2010 e 2011, tendo em conta a totalidade dos registos das amostras “limpas”, bem como nas diferentes subcontas de forma a analisar a evolução das mesmas nos dois anos analisados.

3.1. Análise dos gastos

3.1.1. Conta de gastos de 2010

Extraindo os valores constantes nas contas de gastos de 2010, obtive uma amostra de 3.181 registos. Efetuando o teste do primeiro dígito, de forma a comparar a amostra com a distribuição de Benford, obtive o Gráfico 5.

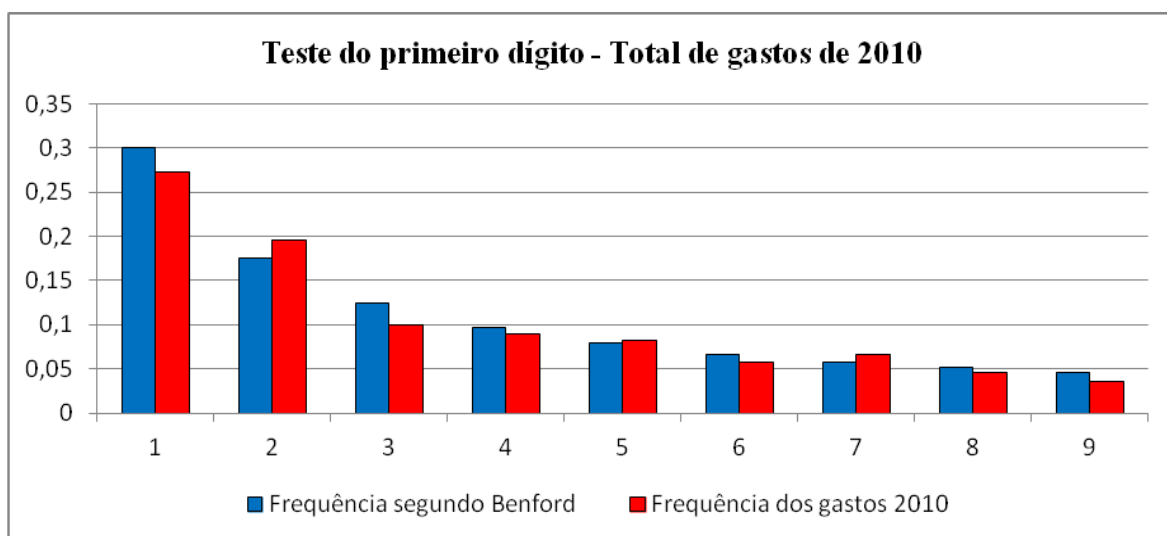


Gráfico 5 - Primeiro dígito - Total dos gastos 2010

Observando o Gráfico 5 podemos verificar que os valores de gastos de 2010 apresentam uma tendência similar à distribuição de Benford, ou seja, maiores ocorrências nos dígitos mais pequenos e menores ocorrências nos dígitos maiores. De forma a comprovar a conformidade estatística dos gastos de 2010 com a distribuição de Benford, calculei as estatísticas Z, X^2 e MAD e obtive os resultados constantes na Tabela 20.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 1; 2; 3; 6; 7; 9
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 50,7656 > Valor Crítico = 15,51
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,01299 > Valor Crítico = 0,0120

Tabela 20 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de 2010

Como podemos observar na Tabela 20, a maioria dos primeiros dígitos, analisando a estatística individual, não foram conformes com a distribuição de Benford, pois estes apresentaram um valor de Z superior ao valor de Z crítico para um nível de significância de 5%. Observando os resultados do X^2 e da MAD, constatamos que também apresentaram valores não conformes, ou seja, para um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , e portanto excluímos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

De acordo com (Nigrini & Mittermaier, 1997), quando o teste do primeiro dígito apresenta não conformidade, o auditor deve verificar se todos os pressupostos da lei de Benford estão a ser respeitados. Desta forma verificamos que a amostra analisada foi grande o suficiente, 3.181 registos. Também é expetável, segundo (Hill, 1995) e (Nigrini, 2000), que dados contabilísticos reais estejam em conformidade com a distribuição de Benford, ou seja, as contas 6 e 7 autênticas deveriam, conseqüentemente, ter compatibilidade com a lei de Benford. Resta verificar a existência na conta de gastos, de subcontas onde se possa detetar a existência de números que não ocorrem de forma natural (valores que sejam atribuídos e/ou valores que apresentam máximos e/ou mínimos estabelecidos).

Analisando de forma mais pormenorizada os movimentos de gastos, constatamos que existem subcontas cujos valores se repetem diversas vezes, como por exemplo, a subconta de trabalhos especializados, de rendas, de vencimentos, de quotizações, de despesas bancárias, entre outras³. Desta forma retirei da amostra todos os dados das subcontas que apresentavam valores atribuídos e todos os valores inferiores a 10 euros, conforme elaborado pelos autores (Nigrini & Mittermaier, 1997).

³ Não serão discriminadas quais as contas e subcontas que apresentam valores repetidos, pois isto poderá por em causa o sigilo da empresa fornecedora dos dados.

Após esta primeira “limpeza” nos dados analisados obtive uma amostra de 2.036 registros e aplicando o teste do primeiro dígito obtive o Gráfico 6.

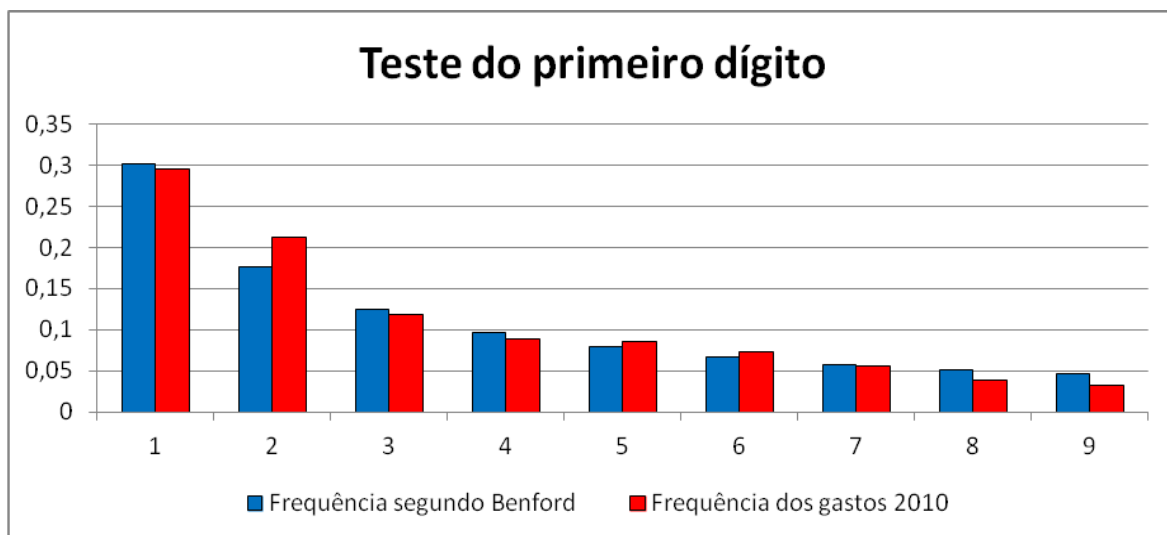


Gráfico 6 - Primeiro dígito - Gastos de 2010 após primeira “limpeza”

Observando o Gráfico 6, verificamos que a nova amostra de dados continua com um comportamento similar à distribuição de Benford, com a exceção do primeiro dígito 2 que apresenta uma frequência acima da frequência esperada. De forma a aferir a compatibilidade estatística da nova amostra com a distribuição de Benford, calculei as estatísticas e, para um nível de significância de 5%, obtive os resultados constantes na Tabela 21.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 2; 8; 9
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 32,8814 > Valor Crítico = 15,51
MAD	Conforme Valor estatística = 0,0106 < Valor Crítico = 0,0120

Tabela 21 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de 2010 após primeira “limpeza”

Observando os resultados da Tabela 21, denotamos que, perante a análise individual dos dados, apenas três dígitos foram não conformes, sendo eles o 2, o 8 e o 9. Tendo em conta os valores de Z obtidos, saliento que o valor de Z que apresentou maior desvio do valor crítico foi o referente ao primeiro dígito 2, apresentando um valor de Z igual a 4,275. Os resultados mostraram que existe um excesso do primeiro dígito 2 e uma escassez dos primeiros dígitos 8 e 9, isto poderia indicar que a empresa alterou alguns valores de gastos começados por 8 e 9 por um valor mais baixo começado por 2, de forma a diminuir eventuais valores de gastos⁴.

Examinando os resultados em termos globais, verificamos que se continua a ter um valor de X^2 acima do valor de X^2 crítico para um nível de significância de 5%, embora este apresente um valor bastante mais baixo do que o valor obtido aquando a análise da amostra total. Isto significa que a “limpeza” efetuada aos movimentos teve relevâncias positivas para a análise da conta 6.

Quanto ao resultado da estatística MAD, este apresentou um valor abaixo do valor crítico, o que significa que, para um nível de significância de 5%, não rejeitamos H_0 , ou seja, não excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

Numa segunda fase apliquei as estatísticas para o teste do segundo dígito e, para um nível de significância de 5%, obtive os resultados apresentados na Tabela 22.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 0; 1; 3; 4; 5; 7; 9
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 133,4442 > Valor Crítico = 16,9190
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0198 > Valor Crítico = 0,0160

Tabela 22 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito - Totais de gastos de 2010 após primeira “limpeza”

⁴ Denotamos que apenas consta de uma suposição, pois só tendo acesso aos documentos originais é que se poderia concluir algo de forma fidedigna.

Como podemos observar na Tabela 22, verificamos que em termos individuais, a maioria dos segundos dígitos apresentaram valores não conformes, sendo que apenas os dígitos 2, 6 e 8 apresentaram valores compatíveis com a distribuição de Benford. As estatísticas X^2 e MAD calculadas foram superiores aos valores críticos, ou seja, para um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , sendo que excluímos a hipótese nula.

O teste dos dois primeiros dígitos pode ajudar o auditor a detetar possíveis duplicações de valores. Aplicando esse teste à amostra alvo de análise, obtive os resultados expostos na Tabela 23.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 15; 17; 18; 23; 25; 27; 30; 34; 44; 46; 50; 60; 67; 75; 88; 96
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 316,3656 > Valor Crítico = 112,0220
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0032 > Valor Crítico = 0,0018

Tabela 23 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos - Totais de gastos de 2010 após primeira “limpeza”

Quanto aos resultados apresentados na Tabela 23, verificamos que apenas 16 dígitos em 90 apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford. Tendo em conta a análise individual dos dígitos, saliento que foi o par dos dois primeiros dígitos 25, cujo valor de Z foi igual a 9,304, que apresentou maior diferença com o valor crítico. Essa diferença poderá ser originada devido a possíveis duplicações desses dígitos, sendo que essas duplicações poderão ser normais, ou originadas por erro ou por manipulação de dados⁵. Quanto aos resultados em termos globais, os valores das estatísticas X^2 e MAD obtidos foram superiores aos valores críticos.

⁵ A única forma de comprovar essas duplicações seria verificar todos os documentos cujos valores se iniciassem por 25.

Por último, e de forma a detetar possíveis arredondamentos, calculei as estatísticas Z, X^2 e MAD para o teste dos dois últimos dígitos. Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 24.

Estatística de Teste	Resultados
Z	<p>Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 00; 01; 03; 04; 06; 07; 08; 09; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 20; 24; 25; 40; 42; 44; 50; 54; 60; 64; 71; 75; 78; 79; 80; 81; 82; 84; 86; 87; 88; 89; 91; 93; 95; 96; 99</p>
Qui-quadrado	<p>Não conforme Valor estatística = 1199,5599 > Valor Crítico = 123,2252</p>

Tabela 24 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos - Totais de gastos de 2010 após a primeira “limpeza”

Como apresentado na Tabela 24, verificamos que 43 dos 100 conjuntos de dois últimos dígitos apresentaram um valor de Z superior ao valor crítico. Os dois últimos dígitos 00 e 50 apresentaram valores de Z iguais a 15,957 e 21,748, respetivamente., sendo esses valores os mais distantes do valor crítico. Estes resultados vieram comprovar a existência de arredondamentos nos movimentos da conta de gastos de 2010.

Quanto ao cálculo da estatística X^2 constatamos que o valor obtido foi bastante superior ao valor crítico, ou seja, para um nível de significância de 5%, existe evidência estatística para rejeitarmos H_0 .

De forma a obter uma análise mais pormenorizada efetuei separadamente os testes do 1º dígito, 2º dígito, dois primeiros dígitos e dois últimos dígitos às subcontas dos gastos de 2010. Obtive desse modo os resultados apresentados na Tabela 25.

Conta 6		Estatísticas										
Ano 2010		1º dígito			2º dígito			Dois primeiros dígito			Dois últimos dígitos	
Sub conta	Nº Reg.	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.
		Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos	
		1,96	15,51	0,012	1,96	16,92	0,016	1,96	112,02	0,0018	1,96	123,23
621	228	1; 4 Dig. NC	20,94 NC	0,023 NC	0; 1; 5; 8 Dig. NC	45,46 NC	0,040 NC	16; 18; 20; 40; 42; 47; 48; 58; 65; 95 Dig. NC	162,15 NC	0,0069 NC	00; 20; 37; 40; 50; 80; 85 Dig. NC	1467,61 NC
622	83	- Dig. NC	6,99 Conf.	0,028 NC	- Dig. NC	10,66 Conf.	0,030 NC	18; 25; 36; 40; 75; 80; Dig. NC	101,11 Conf.	0,0101 NC	00; 40; 60; 80 Dig. NC	108,57 Conf.
623	120	- Dig. NC	6,24 Conf.	0,021 NC	- Dig. NC	4,89 Conf.	0,015 Conf.	18; 24; 33 Dig. NC	73,85 Conf.	0,0700 NC	10; 13; 18; 27; 33; 53 Dig. NC	148,33 NC
624	219	1; 2; 3; 5; 6; 7; 9 Dig. NC	163,99 NC	0,076 NC	- Dig. NC	3,25 Conf.	0,010 Conf.	11; 16; 17; 36; 45; 49; 50; 54; 55; 57; 59; 60; 61; 62; 64; 66; 68; 72; 73; 74; 75; 77 Dig. NC	340,53 NC	0,0097 NC	36; 45; 50; 54; 57; 59; 60; 61; 62; 64; 66 Dig. NC	235,34 NC
625	643	2; 6 Dig. NC	30,46 NC	0,016 NC	0; 3; 5; 8 Dig. NC	67,18 NC	0,026 NC	12; 18; 23; 25; 30; 46; 48; 50; 69; 72 Dig. NC	301,49 NC	0,0043 NC	00; 10; 12; 16; 25; 29; 47; 50; 71; 72; 75; 91; 93; 97 Dig. NC	1016,88 NC
626	189	1; 9 Dig. NC	27,71 NC	0,036 NC	5 Dig. NC	25,30 NC	0,029 NC	10; 14; 15; 30; 50; 83; Dig. NC	182,23 NC	0,0075 NC	05; 11; 14; 50; 54; 83 Dig. NC	318,41 NC
63	154	1; 5; 7; 8 Dig. NC	39,98 NC	0,048 NC	2; 5 Dig. NC	21,54 NC	0,030 NC	13; 15; 36; 40; 41; Dig. NC	179,80 NC	0,0812 NC	10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 34; 36; 40; 51; 70; Dig. NC	308,34 NC
68	266	2; 4 Dig. NC	19,26 NC	0,025 NC	0; 3; 4; 6; 7 Dig. NC	50,35 NC	0,037 NC	10; 13; 14; 17; 18; 19; 26; 29; 31; 56; 60; 62; 75 Dig. NC	220,40 NC	0,0081 NC	10; 18; 20; 24; 30; 31; 55; 56; 60; 62; 75 Dig. NC	341,52 NC
69	134	1; 2; 4; 5; 8 Dig. NC	52,49 NC	0,056 NC	3; 5 Dig. NC	12,93 Conf.	0,024 NC	13; 24; 25; 26; 27; 29; 68; 75; 77; 81; 86 Dig. NC	176,58 NC	0,0093 NC	27; 61; 83 Dig. NC	89,88 Conf.

Tabela 25 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de gastos de 2010

Tal como ilustrado na Tabela 25, a subconta 624 referente aos gastos efetuados em energia e fluídos apresentou, para o primeiro dígito, os maiores desvios quando comparada com a distribuição de Benford. Ao analisar de forma mais detalhada a subconta 624, verifiquei que a maioria das despesas lançadas nesta subconta dizia respeito a despesas de gasóleo. Se considerarmos que cada despesa de gasóleo lançada refere-se ao custo de um depósito de gasóleo numa viatura da empresa, podemos considerar que esta subconta detém um máximo estabelecido, pois uma viatura apenas conseguirá meter gasóleo até ao máximo do seu depósito. Ao analisar os testes dos dois primeiros dígitos e dos dois últimos dígitos verificamos que existem duplicações de valores numa escala entre 40 e 70, o que em média corresponde ao custo de um depósito de gasóleo. Esta observação pode justificar o fato desta subconta apresentar resultados não conformes com a distribuição de Benford, pois tal como evidenciado anteriormente, não são expectáveis seguirem a distribuição de Benford as amostras cujos valores contenham mínimos ou máximos estabelecidos.

No que concerne os dois últimos dígitos observamos que foram as subcontas 621 referente a subcontratos e a subconta 625 referente a deslocações, estadas e transporte que apresentaram maiores diferenças quando comparadas com a distribuição de Benford.

Em termos da subconta 621, se considerarmos que todos os subcontratos que a empresa contrata são numa primeira fase orçamentados, ou seja, a empresa não adjudica qualquer subcontrato sem primeiro obter um orçamento, podemos considerar que os arredondamentos não ocorreram por erro ou manipulação de dados, mas de forma legal. Analisando de forma detalhada os valores de Z obtidos para os dois últimos dígitos, verificamos que foram os dois últimos dígitos 00 e 50 os que apresentaram maiores diferenças quando comparada com o valor crítico, sendo que o Z obtido foi de 33,759 e 10,463, respetivamente. A existência de arredondamentos, neste caso, poderá ser considerada normal, pois aquando um orçamento é comum as empresas arredondarem os valores para 00 ou 50.

De salientar que os únicos movimentos que constituem a conta 63 são os correspondentes aos outros gastos com pessoal, pois os movimentos referentes aos vencimentos foram retirados aquando da primeira “limpeza” dos gastos, visto que os valores se repetiam

mensalmente e não eram suscetíveis de estarem em conformidade com a distribuição de Benford.

Visto termos verificado que a subconta 624 não apresentava ser compatível com a distribuição de Benford, decidi efetuar uma segunda “limpeza” e eliminá-la da amostra alvo de análise. Para finalizar, comparei os resultados obtidos nos gastos de 2010 com a amostra total inicial e a amostra “limpa”⁶. Obtive dessa forma os resultados apresentados na Tabela 26.

Conta 6 Ano 2010		Estatísticas										
		1º dígito			2º dígito			Dois primeiros dígitos			Dois últimos dígitos	
Descrição	Nº Reg.	Z	Qui-quad.	MAD	Z	Qui-quad.	MAD	Z	Qui-quad.	MAD	Z	Qui-quad.
		Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos	
		1,96	15,5	0,012	1,96	16,92	0,016	1,96	112	0,0018	1,96	123,23
Amostra Inicial	3.181	1; 2; 3; 6; 7; 9	50,77	0,013	0; 2; 3; 4; 5; 9	211,48	0,020	11; 12; 13; 14; 19; 23; 24; 25; 32; 33; 34; 37; 38; 39; 40; 43; 44; 46; 50; 51; 52; 55; 60; 63; 67; 73; 75; 79; 82; 84; 88; 91	412,14	0,0031	00; 01; 02; 03; 04; 05; 09; 10; 15; 16; 18; 19; 21; 22; 23; 25; 37; 41; 42; 44; 46; 47; 50; 51; 58; 60; 63; 64; 68; 69; 71; 72; 73; 75; 78; 79; 81; 82; 83; 84; 86; 87; 88; 89; 90; 91; 92; 93; 94; 95; 96; 99	3401,36
		Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC
Amostra "limpa"	1.817	2; 7; 8; 9	44,35	0,014	0; 1; 3; 4; 5; 7; 9	146,56	0,022	10; 15; 18; 23; 25; 30; 40; 44; 46; 50; 59; 60; 64; 67; 73; 75; 88	327,08	0,0035	00; 04; 06; 07; 08; 09; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 20; 24; 25; 40; 42; 44; 50; 54; 58; 59; 60; 64; 68; 71; 72; 73; 74; 75; 78; 79; 80; 81; 84; 86; 87; 89; 91; 93; 96; 99	1280,69
		Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC

Tabela 26 - Comparação dos resultados das estatísticas dos gastos de 2010 da amostra inicial e da amostra “limpa”

⁶ A mostra “limpa” contém todos os registos com a exceção dos valores atribuídos, dos valores inferiores a 10 euros e dos valores da subconta 624.

Analisando os dados expostos na Tabela 26, verificamos que a amostra “limpa” apresenta uma melhoria nos resultados obtidos quando comparado com a amostra inicial. No entanto, a amostra continua a apresentar, para um nível de significância de 5%, resultados não conformes com a distribuição de Benford para todos os testes efetuados.

3.1.2. Conta de gastos em 2011

Para a análise dos gastos de 2011 repeti todos os passos efetuados com a análise dos gastos de 2010, recolhendo a totalidade dos dados obtive uma amostra de 3.532 registros. Representando a distribuição de Benford e a distribuição dos gastos de 2011 obtive o Gráfico 7.

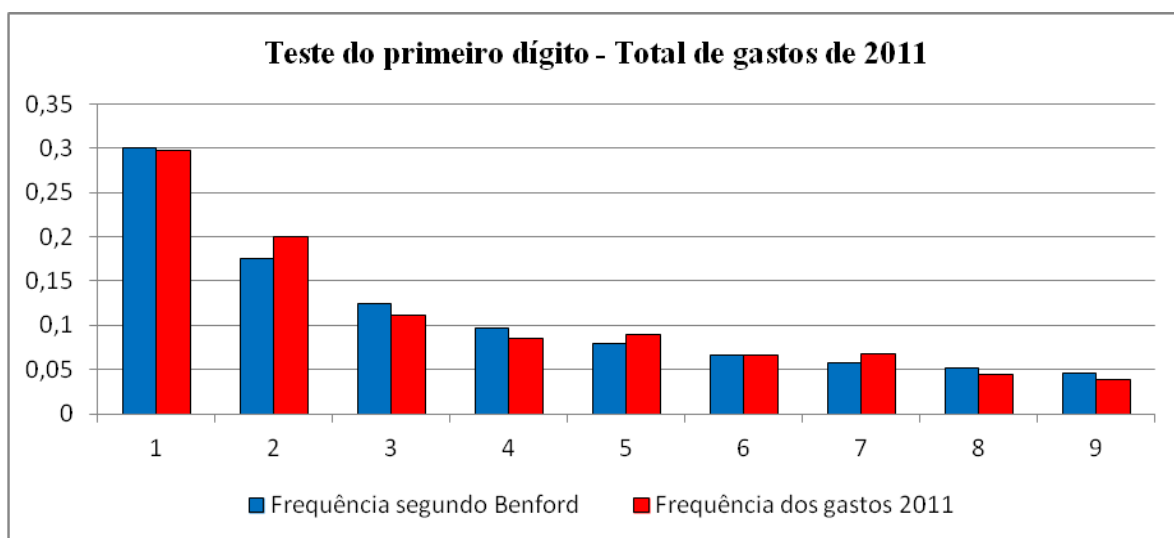


Gráfico 7 - Primeiro dígito - Total dos gastos 2011

No que concerne aos gastos de 2011, tal como verificado para os gastos de 2010, verificamos um comportamento semelhante entre a distribuição dos gastos de 2011 e a distribuição de Benford. De forma a quantificar a conformidade da amostra com a distribuição de Benford relativa ao primeiro dígito e a cada um dos dígitos na primeira posição, calculei as estatísticas e obtive os resultados constantes na Tabela 27.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 2; 3; 4; 5; 7; 9
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 39,1169 > Valor Crítico = 15,51
MAD	Conforme Valor estatística = 0,0096 < Valor Crítico = 0,0120

Tabela 27 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de 2011

Analisando a Tabela 27 e tendo em conta a análise individual dos dígitos, verificamos que, tal como ocorreu com os gastos de 2010, a maioria dos primeiros dígitos, apresentaram resultados não conformes com a distribuição de Benford, pois o valores calculados de Z foram superiores ao valor crítico, para um nível de significância de 5%. Saliento que os valores de Z obtidos não apresentaram uma diferença significativa com o valor de Z crítico. O primeiro dígito que apresentou maior diferença entre o valor de Z obtido e o valor crítico foi o primeiro dígito 2, onde o resultado do Z foi de 3,669.

Examinando o resultado do X^2 , constatamos que este foi superior ao X^2 crítico, isto significa que, para um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , e portanto excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford. Quanto ao valor calculado da estatística MAD verificamos que o valor obtido foi inferior ao valor crítico, o que significa que, para um nível de significância de 5%, não rejeitamos H_0 , e portanto admitimos a veracidade da hipótese nula.

Tal como para os gastos de 2010, efetuou-se uma “limpeza” dos dados analisados. Após este procedimento resultou uma amostra de 2.450 registos e comparando a amostra com a distribuição de Benford para o teste do primeiro dígito obtive o Gráfico 8.

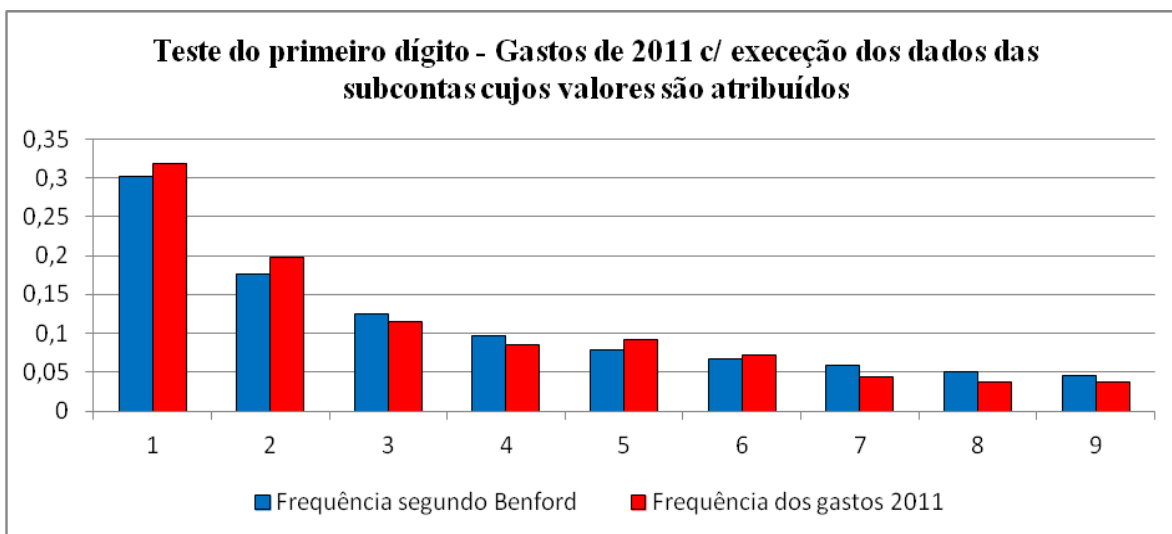


Gráfico 8 - Primeiro dígito - Gastos de 2011 após primeira “limpeza”

Observando o Gráfico 8 verificamos que os valores de gastos de 2011 continuam a evidenciar um comportamento semelhante com a distribuição de Benford. Os resultados das estatísticas, para o primeiro dígito, apresentam-se na Tabela 28.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 2; 5; 7; 8
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 39,8349 > Valor Crítico = 15,51
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0125 > Valor Crítico = 0,0120

Tabela 28 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito - Totais de gastos de após primeira “limpeza”

Tal como constatamos na Tabela 28, após ter efetuado a “limpeza” de alguns registos dos movimentos da conta 6, a quantidade de primeiros dígitos não conformes diminui, ficando com apenas quatro dígitos, o 2, 5, 7 e 8. Saliento que perante os valores de Z calculados verifiquei um excesso de primeiros dígitos 2 e 5 e uma escassez de primeiros dígitos 7 e 8. Tal como na análise feita para os gastos de 2010, podemos admitir a existência de alguma manipulação de valores, sendo que os registos de gastos que detinham como primeiro

dígito o 7 e o 8 foram alterados para os primeiros dígitos 2 e 5, com o intuito de diminuir o montante de gastos e por conseguinte apresentar melhores resultados⁷.

Em termos globais, verificamos que o valor de X^2 obtido não sofreu muitas alterações quando comparada com a amostra inicial de gastos. Quanto à estatística MAD verificamos que o valor obtido passou de conforme para não conforme quando comparado com a amostra de dados de todos os movimentos da conta de gastos de 2011, sendo que a diferença dos resultados não foi significativa.

Seguidamente calculei as estatísticas para o segundo dígito e obtive os resultados apresentados na Tabela 29.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 0; 1; 3; 5; 6
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 125,7672 > Valor Crítico = 16,9190
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0180 > Valor Crítico = 0,0160

Tabela 29 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito - Totais de gastos de 2011 após primeira “limpeza”

Como podemos observar na Tabela 29, os resultados foram similares aos resultados obtidos aquando da análise dos gastos de 2010. Verificamos que a maioria dos segundos dígitos apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford, sendo que os dois segundos dígitos que apresentaram maiores diferenças entre o Z obtido e o Z crítico foram os dígitos 0 e 5, apresentando um valor de Z de 9,136 e 5,069, respetivamente. Ambos os segundos dígitos 0 e 5 apresentaram um excesso de ocorrência.

⁷ Tal como referido anteriormente, esta suposição só poderia ser validada com uma auditoria aos documentos cujos primeiros dígitos fossem 2, 5, 7 e 8. Apenas dessa forma se poderia aprovar a veracidade dos dados.

As estatísticas X^2 e MAD foram superiores aos valores críticos, isto significa que, para um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , e portanto excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

Efetuada o teste dos dois primeiros dígitos à amostra, com o intuito de detetar possíveis duplicações de dígitos, obtive os resultados expostos na Tabela 30.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 10; 11; 15; 20; 25; 26; 28; 30; 32; 40; 41; 43; 44; 46; 50; 59; 60; 76; 80; 84; 86;
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 299,8936 > Valor Crítico = 112,0220
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,00296 > Valor Crítico = 0,0018

Tabela 30 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos - Totais de gastos de 2011 após primeira “limpeza”

A Tabela 30 mostra-nos que, tendo em conta a estatística Z, 21 dos 90 dígitos apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford. De salientar que todos os valores de Z obtidos para os diferentes dois primeiros dois dígitos não foram significativamente diferentes do valor crítico, sendo que os valores de Z acima do valor crítico encontraram-se no intervalo [2.037; 6.548]. Quanto aos resultados em termos globais, a estatística X^2 e MAD calculadas foram superiores aos valores críticos, desta forma, para um nível de significância de 5%, rejeitamos H_0 , ou seja, excluimos a hipótese nula.

A Tabela 31 apresenta os resultados das estatísticas aplicadas ao teste dos dois últimos dígitos.

Estatística de Teste	Resultados
Z	<p>Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 00; 01; 04; 06; 07; 08; 09; 10; 11; 12; 14; 15; 17; 20; 24; 25; 27; 28; 30; 33; 39; 40; 41; 43; 46; 50; 51; 54; 60; 63; 64; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 81; 82; 83; 86; 87; 88; 91; 92; 93; 96; 98;</p>
Qui-quadrado	<p>Não conforme Valor estatística = 1495,7960 > Valor Crítico = 123,2252</p>

Tabela 31 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos - Totais de gastos de 2011 após primeira “limpeza”

Quanto ao teste dos dois últimos dígitos, tal como nos gastos de 2010, verificamos que, aplicando a estatística Z, 49 dos 100 dígitos apresentam valores não conformes com a distribuição de Benford, o que vem comprovar a existência de possíveis arredondamentos nos movimentos da conta de gastos de 2011. Saliento que foram os dois últimos dígitos 00 e 50 que apresentaram maiores diferenças entre o valor de Z obtido e o valor crítico, apresentando um Z igual a 25,076 e 14,112, respectivamente.

Quanto ao resultado da estatística X^2 constatamos que o valor obtido foi bastante superior ao valor crítico, o que nos revela que, para um nível de significância de 5%, existe evidência estatística para rejeitarmos H_0 . Este resultado era previsível considerando a ocorrência de arredondamentos nos movimentos da conta.

De forma a obter uma análise mais pormenorizada, tal como efetuado para o ano de 2010, realizei separadamente os testes do 1º dígito, 2º dígito, dois primeiros dígitos e dois últimos dígitos às subcontas dos gastos de 2011. Obtive desse modo os resultados apresentados na Tabela 32.

Conta 6 Ano 2011		Estatísticas										
Sub conta	Nº Reg.	1º dígito			2º dígito			Dois primeiros dígito			Dois últimos dígitos	
		Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.
		Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos	
		1,96	15,51	0,012	1,96	16,92	0,016	1,96	112	0,0018	1,96	123,23
621	395	1; 4; 8 Dig. NC	20,99 NC	0,021 NC	0; 3; 6; 9 Dig. NC	56,62 NC	0,028 NC	23; 28; 30; 33; 40; 45; 47; 54; 75; 80; Dig. NC	236,50 NC	0,0054 NC	00; 03; 09; 10; 11; 13; 23; 25; 34; 40; 43; 48; 50; 60; 63; 64; 67; 75; 77; 80; 85; 88; 89; 91; 93 Dig. NC	2602,22 NC
622	124	- Dig. NC	7,88 Conf.	0,020 NC	- Dig. NC	2,56 Conf.	0,013 Conf.	16; 50; 59; 87 Dig. NC	106,78 Conf.	0,0079 NC	00; 26; 28; 50; 89 Dig. NC	172,77 NC
623	132	1 Dig. NC	7,93 Conf.	0,023 NC	0 Dig. NC	12,25 Conf.	0,024 NC	12; 25; 61; 95 Dig. NC	102,68 Conf.	0,0075 NC	10; 12; 15; 17; 20; 25; 31; 61 Dig. NC	221,03 NC
624	222	1; 3; 5; 6; 7 Dig. NC	174,65 NC	0,071 NC	1; 5; 7 Dig. NC	23,30 NC	0,029 NC	12; 24; 25; 54; 59; 60; 62; 64; 65; 66; 67; 68 Dig. NC	325,41 NC	0,0092 NC	27; 52; 54; 59; 60; 65; 66; 67 Dig. NC	245,57 NC
625	667	2; 6; 7 Dig. NC	31,72 NC	0,019 NC	0 Dig. NC	11,29 Conf.	0,010 NC	20 Dig. NC	104,61 Conf.	0,0036 NC	00; 04; 07; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 20; 25; 26; 30; 31; 35; 40; 46; 50; 56; 60; 63; 64; 74; 75; 76; 79; 81 Dig. NC	426,70 NC
626	196	1; 8; 9 Dig. NC	31,39 NC	0,037 NC	1; 5 Dig. NC	36,40 NC	0,030 NC	15; 25; 26; 27; 29; 50; 79 Dig. NC	237,28 NC	0,0079 NC	05; 10; 11; 15; 25; 29; 54; 79 Dig. NC	242,78 NC
63	157	1; 4; 6; 8 Dig. NC	35,24 NC	0,044 NC	0; 1; 5; 7; 9 Dig. NC	39,99 NC	0,044 NC	14; 15; 25; 34; 40 Dig. NC	302,47 NC	0,0091 NC	12; 14; 15; 16; 18; 20; 34; 40; 54 Dig. NC	455,10 NC
68	433	1; 4; 5; 7; 8; 9 Dig. NC	64,21 NC	0,034 NC	0; 2; 3; 4 Dig. NC	104,34 NC	0,033 NC	10; 15; 24; 29; 30; 31; 33; 48; 50; 57; 59; 60; 61; 99 Dig. NC	344,58 NC	0,0072 NC	00; 03; 06; 10; 15; 16; 17; 28; 30; 31; 39; 41; 48; 50; 51; 57; 60; 6; 73; 76; 99 Dig. NC	502,57 NC
69	124	2; 3; 4 Dig. NC	22,91 NC	0,038 NC	4; 5; 6 Dig. NC	24,24 NC	0,037 NC	14; 24; 55; 64; 71; 79; 85 Dig. NC	126,17 NC	0,0083 NC	19; 55; 76; 98 Dig. NC	100,19 Conf.

Tabela 32 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de gastos de 2011

Analisando a Tabela 32, verificamos que os resultados obtidos foram bastante similares aos resultados obtidos para o ano de 2010. As justificações expostas para os gastos de 2010 são idênticas às justificações que se poderiam expor para os gastos de 2011, não existindo nenhuma alteração significativa entre os resultados dos dois anos.

Seguidamente efetuei, tal como para os gastos de 2010, a comparação entre a amostra inicial dos gastos de 2011 e a amostra “limpa” que exclui os valores da subconta 624. Obtive desse modo os resultados apresentados na Tabela 33.

Conta 6 Ano 2011		Estatísticas										
Descrição	Nº Reg.	1º dígito			2º dígito			Dois primeiros dígito			Dois últimos dígitos	
		Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.
		Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos	
		1,96	15,5	0,012	1,96	16,9	0,016	1,96	112	0,0018	1,96	123,23
Amostra Inicial	3.532	2; 3; 4; 5; 7; 9	39,12	0,010	0; 1; 2; 3; 5; 6; 8; 9	123,17	0,016	10; 11; 12; 13; 15; 19; 23; 25; 26; 30; 31; 32; 33; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 46; 50; 53; 56; 60; 63; 69; 72; 75; 76; 80; 82; 84; 86; 89; 96	390,65	0,0030	00; 01; 02; 03; 05; 06; 07; 09; 10; 12; 15; 18; 20; 22; 24; 25; 30; 36; 37; 39; 40; 41; 43; 44; 46; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 56; 58; 60; 62; 63; 64; 68; 69; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 81; 82; 83; 84; 86; 87; 88; 89; 91; 92; 93; 94; 95; 96; 97; 98	2315,06
		Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC
Amostra "limpa"	2.228	1; 2; 6; 7; 8	51,37	0,015	0; 1; 3; 5; 6; 7	134,72	0,019	10; 15; 20; 25; 26; 28; 30; 40; 41; 43; 44; 46; 50; 69; 76; 80; 86	320,57	0,0032	00; 01; 04; 06; 07; 08; 09; 10; 11; 12; 14; 15; 20; 24; 25; 26; 28; 30; 31; 39; 40; 41; 43; 46; 50; 51; 52; 53; 60; 63; 64; 67; 68; 69; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 81; 82; 83; 86; 87; 88; 91; 92; 93; 96; 98	1659,34
		Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC

Tabela 33 - Comparação dos resultados das estatísticas dos gastos de 2011 da amostra inicial e da amostra “limpa”

Comparando os resultados expostos na Tabela 33, verificamos que em termos individuais a amostra “limpa” apresentou um menor número de dígitos não conformes. No que concerne as estatísticas globais verificamos que a amostra “limpa” apresentou, para o teste do primeiro dígito e o teste do segundo dígito, uma distribuição mais distante da distribuição

de Benford quando comparada com a amostra inicial. Quanto aos testes dos dois primeiros dígitos e dois últimos dígitos verificamos o oposto, ou seja, a amostra “limpa” apresentou uma distribuição mais próxima da distribuição de Benford do que a amostra inicial.

3.1.3. Sugestões de Auditoria

Após a aplicação da lei de Benford às contas de gastos de 2010 e 2011, e considerando os resultados após a “limpeza” da conta, podemos sugerir ao auditor a análise pormenorizada do seguinte:

- Os documentos de gastos de 2010 cujo primeiro dígito foi 2, 7, 8 e 9, dando prioridade ao primeiro dígito 2, pois foi o que apresentou um valor de Z maior;
- Os documentos da subconta 69 de 2010 cujo primeiro dígito foi 2 e 8;
- Os documentos de gastos de 2010 cujos dois primeiros dígitos foram 25, pelos mesmos motivos apresentados no primeiro ponto;
- Os documentos de gastos de 2011 cujo primeiro dígito foi 1, 2, 6, 7 e 8, dando prioridade aos primeiros dígitos 1, 2 e 7, pois foram os que apresentaram um valor de Z maior;
- Os documentos da subconta 68 de 2011 cujo primeiro dígito foi 1, 4, e 7;
- Os documentos de gastos de 2011 cujos dois primeiros dígitos foram 15, 30 e 50, pelos mesmos motivos apresentados no ponto anterior;
- Averiguar, para 2010 e 2011, se os arredondamentos efetuados foram legítimos, ou seja verificar os documentos cujos dois últimos dígitos foram 00 e 50, nomeadamente os documentos da subconta 621.

3.2. Análise da conta de ganhos

3.2.1. Conta de ganhos de 2010

Analisando os movimentos referentes às contas de ganhos de 2010, com a exceção dos movimentos cujos valores eram inferiores a 10 euros e os valores negativos (valores lançados a débito), tal como utilizado por (Nigrini & Mittermaier, 1997), obtive uma

amostra de 805 registros. Comparando a distribuição da amostra com a distribuição de Benford para o primeiro dígito, obtive o Gráfico 9.

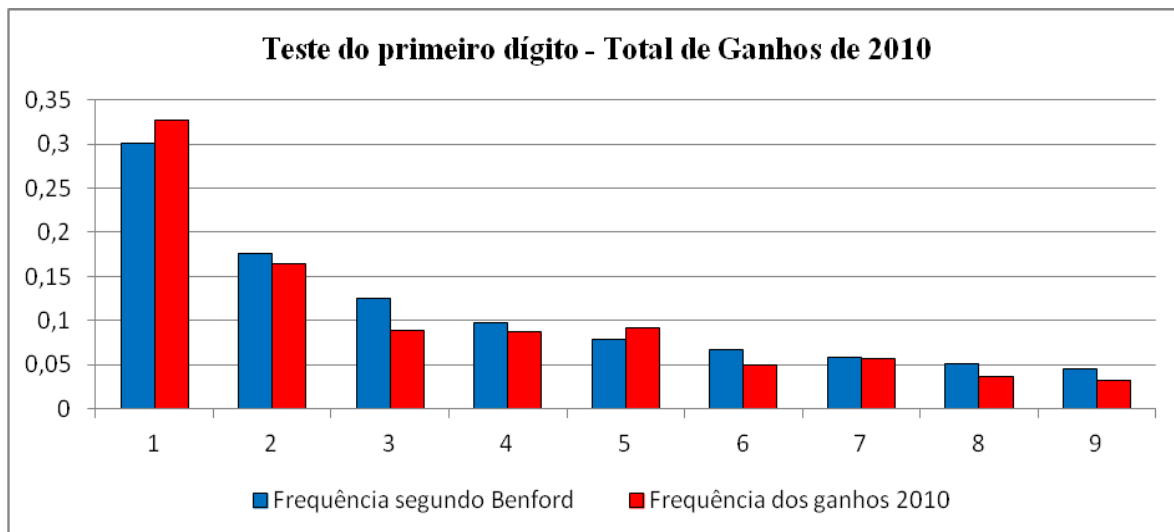


Gráfico 9 – Primeiro dígito - Total dos ganhos 2010

Conforme podemos observar no Gráfico 9, os valores de ganhos de 2010 apresentaram a mesma tendência que a distribuição de Benford, ou seja maiores probabilidades de ocorrência nos dígitos mais pequenos. Conseguimos ainda detetar a existência de um excesso de primeiros dígitos 1 e 5 e uma escassez nos outros primeiros dígitos.

Calculando as estatísticas relativas ao teste do primeiro dígito de forma a comprovar se a compatibilidade dos ganhos de 2010 com a distribuição de Benford, obtive os resultados representados na Tabela 34.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 1; 3
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 17,2605 > Valor Crítico = 15,51
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0139 > Valor Crítico = 0,0120

Tabela 34 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito – Ganhos 2010

Analisando a Tabela 34, verificamos que em termos individuais, apenas os primeiros dígitos 1 e 3 apresentaram valores não conformes. Saliento a existência de um excesso do primeiro dígito 1 e uma escassez do primeiro dígito 3, sendo que os valores de Z obtidos foram 2,510 e 2,300, respectivamente.

Tendo em conta a análise global da amostra, constatamos que, para um nível de significância de 5%, as estatísticas X^2 e MAD apresentaram valores superiores aos seus valores críticos, embora se verifique apenas uma pequena diferença.

Seguidamente efetuei o teste do segundo dígito de modo a verificar se a distribuição da amostra era compatível com a distribuição de Benford. Desse modo obtive os resultados apresentados na Tabela 35.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 0; 2; 4; 9
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 69,7058 > Valor Crítico = 16,9190
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0221 > Valor Crítico = 0,0160

Tabela 35 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito – Ganhos 2010

Analisando os resultados da Tabela 35, verificamos que em termos individuais os segundos dígitos 0, 2, 4 e 9 apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford. Examinando os valores obtidos de Z para esses dígitos constatamos que existe um excesso do segundo dígito 0 e uma escassez de segundos dígitos 2, 4 e 9. Este fato poderá ter ocorrido devido a possíveis arredondamentos efetuados⁸. De salientar que ambos os valores obtidos de Z não foram significativamente diferentes do valor crítico, sendo que foi o segundo dígito 0 que apresentou maiores diferenças, com um valor de Z igual a 7,130.

Quanto aos resultados em termos globais, para um nível de significância de 5%, os resultados das estatísticas X^2 e MAD obtidos foram superiores aos valores críticos, isto

⁸ Tal como na análise dos gastos, apenas se poderá averiguar a veracidade dos dados comprovando os dados com os documentos contabilísticos.

significa que rejeitamos a hipótese nula, e portanto excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford. De destacar que ambos os resultados obtidos não apresentaram grandes diferenças quando comparadas com os valores críticos das estatísticas.

Efetuada o teste dos dois primeiros dígitos, com a finalidade de detetar duplicações nos dígitos, obtive as estatísticas ilustradas da Tabela 36.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 12; 18; 20; 24; 26; 27; 28; 39; 40; 50; 54; 71; 83
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 233,9902 > Valor Crítico = 112,0220
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0047 > Valor Crítico = 0,0018

Tabela 36 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos – Ganhos 2010

Como podemos verificar na Tabela 36, apenas 13 dos 90 pares de segundos dígitos apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford. De referir que todos os valores de Z obtidos superiores ao valor crítico estiveram incluídos no intervalo [1,978; 6,285], ou seja, não excederam de forma significativamente o valor crítico, sendo os dois primeiros dígitos 20, 40 e 50 os que apresentaram frequências mais afastadas das frequências esperadas.

Em termos globais, os resultados obtidos foram superiores aos valores críticos, o que nos conduz à rejeição da hipótese nula.

Com o objetivo de detetar a presença de arredondamentos estatisticamente significativos, efetuei o teste dos dois últimos dígitos e obtive os valores expostos na Tabela 37.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 00; 01; 03; 04; 06; 08; 09; 10; 11; 13; 20; 23; 25; 26; 30; 32; 33; 34; 35; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 46; 47; 49; 50; 51; 52; 58; 60; 61; 62; 63; 64; 68; 71; 72; 73; 77; 78; 79; 80; 81; 84; 86; 88; 89; 90; 92; 93; 94; 97; 98
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 6345,1860 > Valor Crítico = 123,2252

Tabela 37 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos – Ganhos de 2010

Quanto ao teste dos dois últimos dígitos, verificamos que, em termos individuais, 56 dos 100 pares de dígitos apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford, o que veio comprovar a presença de arredondamentos nos registos da amostra analisada. Examinando de forma pormenorizada os valores de Z obtidos, saliento que foram os dois últimos dígitos 00 e 50 que apresentaram maiores diferenças quando comparadas com o valor crítico, com valor de Z igual a 73,308 e 21,236, respetivamente. Este fato comprova a existência de arredondamentos nos movimentos de ganhos de 2010. Se considerarmos que a empresa vende produtos de valor significativo e que antes de cada venda elabora sempre um orçamento, torna-se evidente a ocorrência de arredondamentos. Por exemplo, um determinado produto que custaria 54.980 euros facilmente seria orçamentado por 55.000 ou por 54.950 euros. É comum as empresas apresentarem orçamentos cujo valor seja arredondado às dezenas, neste caso em estudo verificamos que a empresa apresentou uma tendência em arredondar os seus valores de venda para números acabados em 00 ou em 50.

Globalmente, verificamos que, para um nível de significância de 5%, existe evidência estatística para rejeitarmos a hipótese nula, pois o X^2 obtido foi superior ao valor crítico. Este resultado veio novamente comprovar a existência de arredondamentos nos valores de vendas da empresa em análise.

De forma a obter uma análise mais pormenorizada decidi realizar separadamente os testes do 1º dígito, 2º dígito, dois primeiros dígitos e dois últimos dígitos às subcontas dos ganhos de 2010. Obtive desse modo os resultados constantes na Tabela 38.

Conta 7		Estatísticas										
Ano 2010		1º dígito			2º dígito			Dois primeiros dígito			Dois últimos dígitos	
Sub conta	Nº Reg.	Z	Qui-quad.	MAD	Z	Qui-quad.	MAD	Z	Qui-quad.	MAD	Z	Qui-quad.
		Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos	
		1,96	15,51	0,012	1,96	16,92	0,016	1,96	112,02	0,0018	1,96	123,23
71	610	1; 5	23,76	0,021	0; 2	20,50	0,015	16; 21; 24; 28; 54; 67	135,73	0,0043	00; 01; 04; 06; 09; 10; 11; 15; 18; 19; 25; 26; 27; 30; 34; 35; 36; 38; 39; 40; 42; 44; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 58; 60; 61; 62; 64; 68; 71; 72; 73; 80; 83; 84; 88; 89; 90; 92; 93; 94; 95; 97; 98	6459,51
		Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	Conf.	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC
72	159	2; 3; 4; 9	34,07	0,044	0; 1; 4; 6; 9	142,36	0,064	12; 18; 20; 27; 40; 45; 50; 60; 70; 73; 80	550,92	0,0129	00; 08; 15; 20; 33; 40; 60; 77; 78; 80	774,96
		Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC
75	6	Falta de amostra suficiente para obter resultados										
78	23	Falta de amostra suficiente para obter resultados										
79	7	Falta de amostra suficiente para obter resultados										

Tabela 38 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de ganhos de 2010

Como podemos constatar na Tabela 38, os resultados obtidos foram bastante semelhantes aos resultados obtidos com a análise da totalidade da conta de ganhos. Os dois últimos dígitos foram os que apresentaram resultados menos conformes com a distribuição de Benford e tal como verificado anteriormente, conseguimos verificar que os ganhos apresentaram arredondamentos nos seus registos.

3.2.2. Conta de ganhos de 2011

Analisando os movimentos referentes às contas de ganhos de 2011 e, tal como para o ano de 2010, excluí os valores inferiores a 10 euros e os valores negativos, obtendo dessa forma uma amostra de 746 registos. Comparando a distribuição da amostra com a distribuição de Benford para o primeiro dígito, obtive o Gráfico 10.

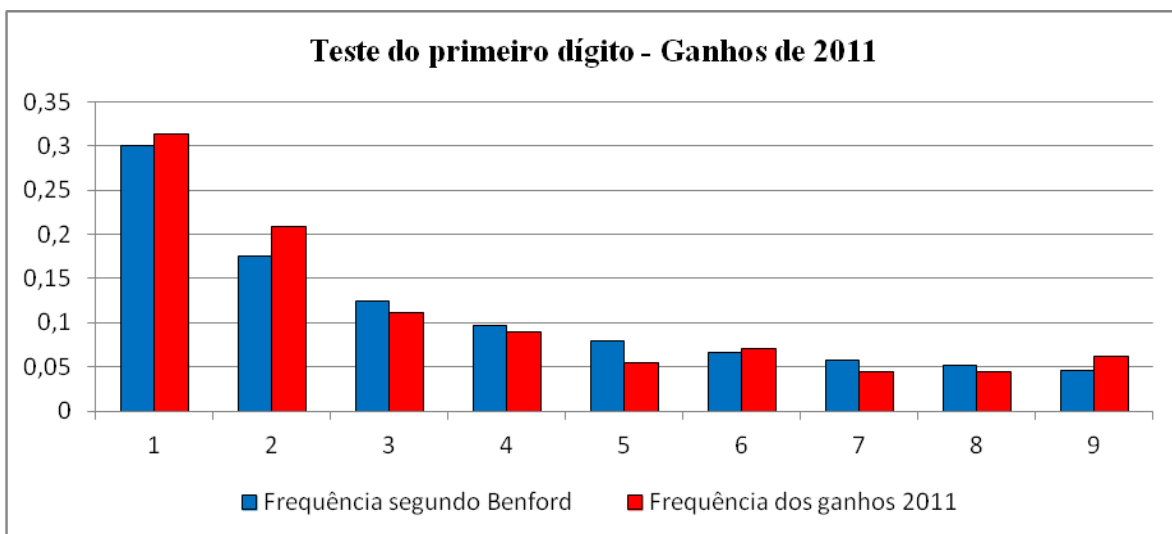


Gráfico 10 – Primeiro dígito – Ganhos de 2011

Observando o Gráfico 10, verificamos que os valores de ganhos de 2011 apresentaram maiores números de registos cujo primeiro dígito foi 1, seguido do primeiro dígito 2, do primeiro dígito 3 e assim sucessivamente. Visualmente, conseguimos destacar maiores diferenças entre a amostra analisada e a distribuição de Benford nos primeiros dígitos 2, 5 e 9. Efetuando os testes para a conformidade do primeiro dígito, obtive os resultados apresentados na Tabela 39.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 2; 5; 9
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 18,6524 > Valor Crítico = 15,51
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0143 > Valor Crítico = 0,0120

Tabela 39 - Resultados das estatísticas para o teste do 1º dígito – Ganhos de 2011

Analisando os resultados obtidos, verificamos que, em termos individuais, apenas os primeiros dígitos 2, 5 e 9 apresentaram valores não conformes. Tendo em conta o Gráfico 10, podemos constatar que existe um excesso dos primeiros dígitos 2 e 9 e uma escassez do primeiro dígito 5. De realçar que, embora esses dígitos tenham apresentado estatísticas Z

que indicam não conformidade, os Z obtidos não foram superiores a 2,450, ou seja, a diferença entre os valores de Z obtidos e o valor crítico foi pequena.

Quanto à análise global da amostra, e tal como observado nos ganhos de 2010, verificamos que os resultados apresentaram valores superiores aos valores críticos, embora se verifique que a diferença foi menor em comparação com os resultados obtidos com a análise dos gastos.

Aplicando o teste do segundo dígito de forma a verificar a compatibilidade dos ganhos de 2011 com a distribuição de Benford obtive os resultados da Tabela 40.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 0; 1; 2; 5; 8
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 40,6258 > Valor Crítico = 16,9190
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0194 > Valor Crítico = 0,0160

Tabela 40 - Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito – Ganhos de 2011

Observando a Tabela 40, verificamos que os segundos dígitos 0, 1, 2, 5 e 8 apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford. Examinando os valores de Z obtidos para esses dígitos, constatamos a existência de um excesso dos segundos dígitos 0 e 2, e de uma escassez dos segundos dígitos 1, 5 e 8. Este fato poderá ter ocorrido devido a possíveis arredondamentos efetuados⁹, embora os valores de Z obtidos pouco se diferenciaram do respetivo valor crítico, encontrando-se no intervalo [2,070; 4,142].

Em termos globais, os valores das estatísticas foram superiores aos valores críticos, ou seja para um nível de significância de 5%, rejeitamos a hipótese nula, excluindo a veracidade da mesma.

⁹ Tal como referido na análise dos ganhos de 2010, apenas se poderá averiguar a veracidade dos dados comprovando os dados com os documentos contabilísticos.

Os resultados obtidos aquando do teste dos dois primeiros dígitos apresentam-se na Tabela 41.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 12; 20; 22; 27; 40; 51; 59; 60; 62; 66; 73; 90
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 146,3162 > Valor Crítico = 112,0220
MAD	Não conforme Valor estatística = 0,0037 > Valor Crítico = 0,0018

Tabela 41 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois primeiros dígitos – Ganhos de 2011

Quando analisada a Tabela 41, denotamos que, em termos individuais, apenas 12 dos 90 pares de segundos dígitos apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford. De reforçar que os valores de Z obtidos superiores ao valor crítico encontraram-se no intervalo [2,014; 3,401], ou seja, não excederam de forma significativa o valor crítico.

Quanto às estatísticas globais, verificamos que os resultados de X^2 e MAD apresentaram valores próximos dos valores críticos. Embora para um nível de significância de 5%, continuamos a rejeitar hipótese nula, e portanto excluimos a hipótese dos dados serem compatíveis com a distribuição de Benford.

Quanto à existência de arredondamentos, os resultados do teste dos dois últimos dígitos apresentam-se na Tabela 42.

Estatística de Teste	Resultados
Z	Não conformidade dos dígitos, c/ Valor crítico = 1,96: 00; 01; 02; 03; 07; 09; 10; 13; 18; 20; 24; 25; 26; 27; 29; 32; 33; 38; 39; 40; 41; 42; 44; 48; 49; 50; 52; 54; 58; 59; 60; 61; 67; 69; 71; 72; 75; 77; 78; 80; 84; 85; 86; 89; 90; 93; 96
Qui-quadrado	Não conforme Valor estatística = 4921,5600 > Valor Crítico = 123,2252

Tabela 42 - Resultados das estatísticas para o teste dos dois últimos dígitos – Ganhos de 2011

Verificamos então que em termos individuais, 47 dos 100 pares de dígitos apresentaram valores não conformes com a distribuição de Benford, o que vem comprovar a existência de arredondamentos nos registos da amostra em análise. De referir que foram os dois últimos dígitos 00 e 50, com Z igual a 65,697 e 15,653, respetivamente, os que apresentaram maiores desvios, tal como verificado com a análise dos ganhos de 2010.

Quanto ao resultado da estatística X^2 , constatamos que o valor obtido foi bastante superior ao valor crítico, ou seja, para um nível de significância de 5%, existe evidência estatística para rejeitarmos H_0 e excluirmos a hipótese dos dados estarem em conformidade com a distribuição de Benford. Este resultado veio reafirmar a existência de arredondamentos nos registos da amostra de ganhos de 2011. As possíveis justificações para esses arredondamentos são similares ao justificado na análise dos ganhos de 2010.

Tal como efetuado em 2010, decidi realizar separadamente os testes do 1º dígito, do 2º dígito, dos dois primeiros dígitos e dos dois últimos dígitos para as subcontas dos ganhos de 2011, obtendo os resultados apresentados na Tabela 43.

Conta 7 Ano 2011		Estatísticas										
		1º dígito			2º dígito			Dois primeiros dígito			Dois últimos dígitos	
Sub conta	Nº Reg.	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui- quad.	MAD	Z	Qui-quad.
		Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos			Valores críticos	
		1,96	15,51	0,012	1,96	16,92	0,016	1,96	112	0,0018	1,96	123,23
71	374	9	17,76	0,018	2; 4; 8	24,41	0,023	12; 36; 59; 62; 66; 68	123,44	0,0047	00; 32; 33; 37; 40; 50; 60; 75; 80; 90	2394,45
		Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC
72	351	2; 5	15,28	0,017	0; 1; 2	42,35	0,029	20; 22; 27; 40; 60; 84; 90; 94	166,15	0,0057	00; 08; 10; 20; 33; 40; 50; 60; 75; 78; 80	2794,58
		Dig. NC	Conf.	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC	NC	Dig. NC	NC
75	3	Falta de amostra suficiente para obter resultados										
78	15	Falta de amostra suficiente para obter resultados										
79	3	Falta de amostra suficiente para obter resultados										

Tabela 43 - Resultado dos testes aplicado às diferentes subcontas de ganhos de 2011

Os resultados expostos na Tabela 43 foram semelhantes aos resultados obtidos na análise da totalidade dos ganhos de 2011. Os resultados com maiores divergências quando comparados com a distribuição de Benford verificaram-se no teste dos dois últimos dígitos, o que veio também comprovar a existência de arredondamentos nas subcontas de ganhos de 2011.

3.2.3. Sugestões de Auditoria

Após a aplicação da lei de Benford às contas de ganhos de 2010 e 2011, podemos sugerir ao auditor a análise pormenorizada do seguinte:

- Os documentos da subconta 71 de 2010 cujo primeiro dígito foi 1 e 5;
- Os documentos da subconta 72 de 2010 cujo primeiro dígito foi 2 e 4;
- Os documentos de ganhos de 2010 cujos dois primeiros dígitos foram o 20, 40 e 50;
- Os documentos da subconta 71 de 2011 cujo primeiro dígito foi 9;
- Os documentos da subconta 72 de 2011 cujo primeiro dígito foi 2 e 5;
- Os documentos de ganhos de 2011 cujos dois primeiros dígitos foram 90;
- Averiguar, para 2010 e 2011, se os arredondamentos efetuados foram legítimos, ou seja verificar os documentos cujos dois últimos dígitos foram 00 e 50, em ambas as subcontas.

3.3. Comparação dos anos 2010 e 2011

Por fim, comparei os resultados obtidos nas amostras “limpas” de gastos e ganhos, bem como nas diferentes subcontas entre 2010 e 2011 para os todos os testes efetuados. Desta forma, para o teste do primeiro dígito, obtive os resultados apresentados na Tabela 44.

Gastos	2010	2011	Variações	2010	2011	Variações	2010	2011	Variações
	Quant. De Z's NC			Qui-quadrado			MAD		
Total da conta 6	4	5	1	44,35	51,37	7,02	0,014	0,015	0,001
621	2	3	1	20,94	20,99	0,05	0,023	0,021	-0,002
622	0	0	0	6,99	7,88	0,89	0,028	0,020	-0,008
623	0	1	1	3,24	7,93	4,69	0,021	0,023	0,002
625	2	3	1	30,46	31,72	1,26	0,016	0,019	0,003
626	2	3	1	27,71	31,39	3,67	0,036	0,037	0,002
63	4	4	0	39,98	35,24	-4,74	0,048	0,044	-0,005
68	2	6	4	19,26	64,21	44,95	0,025	0,034	0,009
69	5	3	-2	52,49	22,91	-29,58	0,056	0,038	-0,018
Ganhos									
Total da conta 7	2	3	1	17,26	18,65	1,39	0,014	0,014	0,000
71	2	1	-1	23,76	17,76	-6,00	0,021	0,018	-0,003
72	4	2	-2	34,07	15,28	-18,79	0,044	0,017	-0,027

Tabela 44 - Comparação do teste do primeiro dígito 2010/2011

Para o teste do primeiro dígito, podemos observar na Tabela 44 que os gastos de 2010 apresentaram, na maioria das subcontas, uma distribuição mais próxima com a distribuição de Benford comparativamente com 2011. Foram as subcontas 68 e 69 as que apresentaram maiores variações entre 2010 e 2011, sendo que a subconta 68 apresentou um maior número de primeiros dígitos não conformes de 2010 para 2011 e que a subconta 69 apresentou uma diminuição de primeiros dígitos não conformes de 2010 para 2011. Verificamos que para as subcontas de ganhos de 2011, a amostra analisada apresentou uma distribuição mais próxima com a distribuição de Benford do que a amostra de 2010.

Em termos da conta 6 e 7 na sua globalidade, verificamos que as contas de gastos e de ganhos apresentaram uma distribuição mais próxima da distribuição de Benford em 2010 quando comparado com 2011.

Tendo em conta os resultados obtidos para o teste do segundo dígito obtive a Tabela 45.

Gastos	2010	2011	Variações	2010	2011	Variações	2010	2011	Variações
	Quant. De Z's NC			Qui-quadrado			MAD		
Total da conta 6	7	6	-1	146,56	134,72	-11,84	0,022	0,019	-0,003
621	4	4	0	45,46	56,62	11,16	0,040	0,028	-0,012
622	0	0	0	10,66	2,56	-8,10	0,030	0,013	-0,017
623	0	1	1	4,89	12,25	7,36	0,015	0,024	0,009
625	4	1	-3	67,18	11,29	-55,89	0,026	0,010	-0,016
626	1	2	1	25,30	36,40	11,10	0,029	0,030	0,001
63	2	5	3	21,54	39,99	18,45	0,302	0,044	-0,258
68	5	4	-1	50,35	104,34	53,99	0,037	0,033	-0,004
69	2	3	1	12,93	24,24	11,30	0,025	0,037	0,013
Ganhos									
Total da conta 7	4	5	1	69,71	40,63	-29,08	0,022	0,019	-0,003
71	2	3	1	20,50	24,41	3,91	0,015	0,023	0,008
72	5	3	-2	142,36	42,35	-100,01	0,064	0,029	-0,034

Tabela 45 - Comparação do teste do segundo dígito 2010/2011

Observando a Tabela 45, verificamos que as maiores variações entre 2010 e 2011 obtiveram-se nas subcontas, 625 e 68. Tal como verificado no teste do primeiro dígito, a amostra dos gastos de 2010 apresentou uma distribuição mais próxima com a distribuição de Benford do que a amostra de gastos de 2011. Quanto aos ganhos, verificamos que a subconta 71 apresentou um maior número de segundos dígitos não conformes em 2011 quando comparado com 2010. A subconta 72 apresentou uma distribuição mais próxima com a distribuição de Benford em 2011.

Observando os resultados para a totalidade dos registos, a conta de gastos apresentou melhores resultados em 2011 do que em 2010. Quanto à conta de ganhos, na sua globalidade, em termos individuais apresentou melhores resultados em 2010 quando comparado com 2011 e em termos globais apresentou melhores resultados em 2011 quando comparado com 2010.

Confrontando 2010 e 2011 tendo em conta os resultados obtidos no teste dos dois primeiros dígitos, obtive os resultados apresentados na Tabela 46.

Gastos	2010	2011	Variações	2010	2011	Variações	2010	2011	Variações
	Quant. De Z's NC			Qui-quadrado			MAD		
Total da conta 6	17	17	0	327,08	320,57	-6,51	0,004	0,003	-0,000
621	10	10	0	162,15	236,50	74,34	0,007	0,005	-0,002
622	6	4	-2	101,11	106,78	5,67	0,010	0,008	-0,002
623	3	4	1	73,85	102,68	28,83	0,070	0,008	-0,063
625	10	1	-9	301,49	104,61	-196,88	0,004	0,004	-0,001
626	6	7	1	182,23	237,28	55,05	0,008	0,008	0,000
63	5	5	0	179,80	302,47	122,67	0,081	0,009	-0,072
68	13	14	1	220,40	344,58	124,18	0,008	0,007	-0,001
69	11	7	-4	176,58	126,17	-50,41	0,009	0,008	-0,001
Ganhos									
Total da conta 7	13	12	-1	233,99	146,32	-87,67	0,005	0,004	-0,001
71	6	6	0	135,73	123,44	-12,29	0,004	0,005	0,000
72	11	8	-3	550,92	166,15	-384,78	0,013	0,006	-0,007

Tabela 46 - Comparação do teste dos dois primeiros dígitos 2010/2011

Examinando as variações calculadas na Tabela 46, verificamos que as maiores variações entre 2010 e 2011 foram obtidas nas subcontas 625. Para as subcontas de ganhos, os resultados obtidos foram semelhantes aos resultados obtido aquando do teste do primeiro dígito, ou seja a distribuição dos ganhos de 2011 aproxima-se mais com a distribuição de Benford do que a distribuição de ganhos de 2010.

Na sua globalidade, tanto a conta de gastos como a conta de ganhos apresentaram uma distribuição mais próxima com a distribuição de Benford em 2011 quando comparado com 2010.

Analisando os resultados obtidos no teste dos dois últimos dígitos para 2010 e 2011, obtive as variações expostas Tabela 47.

Gastos	2010	2011	Variações	2010	2011	Variações
	Quant. De Z's NC			Qui-quadrado		
Total da conta 6	44	54	10	1280,69	1659,34	378,65
621	7	25	18	1467,61	2602,22	1.134,60
622	4	5	1	108,57	172,77	64,21
623	6	8	2	148,33	221,03	72,70
625	14	28	14	1016,88	426,70	-590,17
626	6	8	2	318,41	242,78	-75,63
63	13	9	-4	308,34	455,10	146,76
68	11	21	10	341,52	502,57	161,05
69	3	4	1	89,88	100,19	10,31
Ganhos						
Total da conta 7	56	47	-9	6345,19	4921,56	-1.423,63
71	50	10	-40	6459,51	2394,45	-4.065,06
72	10	11	1	774,96	2794,58	2.019,62

Tabela 47 - Comparação do teste dos dois últimos dígitos 2010/2011

Como podemos observar a Tabela 47, foi no teste dos dois últimos dígitos que se verificaram as maiores variações entre 2010 e 2011. Observamos que a subconta 621 apresentou resultados menos conformes com a distribuição de Benford em 2011, ou seja podemos assumir a existência de um maior número de arredondamentos em 2011. Outra subconta de gastos que apresentou variações significativas foi a subconta 625, mas desta vez os resultados foram de maior conformidade com a distribuição de Benford em 2011. No que concerne as subcontas de ganhos, verificamos que para a subconta 71 apresentou resultados mais conformes com a distribuição de Benford em 2011. Quanto à subconta 72 podemos observar que em termos individuais não houve uma variação significativa. Em termos globais, a variação foi bastante significativa, apresentando valores mais conformes com a distribuição de Benford em 2010.

Analisando as contas 6 e 7 na sua globalidade, verificamos que os gastos apresentaram resultados mais próximos da distribuição de Benford em 2010 quando comparado com 2011. O contrário se verificou com os ganhos, tendo sido o ano de 2011 o que apresentou resultados mais próximos da distribuição de Benford, quando comparado com 2010.

4. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho consistiu na aplicação da lei de Benford para a avaliação da qualidade dos registos contabilísticos nas contas 6 e 7 de uma empresa nacional e confrontar os resultados da auditoria dessa empresa com os resultados obtidos. Desta forma, verificamos que ambas as contas apresentaram distribuições não conformes com a distribuição de Benford, o que nos leva a suspeitar da existência de alguns desvios nas contas analisadas. Comparando os resultados obtidos com o relatório de auditoria, constatamos que os resultados obtidos não reforçam a qualidade da informação financeira, ou seja, não concordantes com o conteúdo do relatório de auditoria.

De salientar que a lei de Benford não se aplica a todos os conjuntos de números contabilísticos e portanto, o auditor deverá saber selecionar as amostras de dados nas quais seja espectral a sua conformidade com a distribuição de Benford. Aquando da seleção da amostra deverá ter-se em atenção o tamanho da amostra, pois uma amostra de registos muito pequena poderá distorcer as probabilidades de ocorrência dos dígitos. A amostra de dados não poderá conter nem máximos nem mínimos, pois este fato também poderá alterar as probabilidades de ocorrência dos dígitos. O auditor deverá ter consciência que poderão existir tipos de manipulações ou fraudes que não são detetáveis com esta técnica de análise digital.

A aplicação da lei de Benford não deve ser vista como um exame definitivo da qualidade dos registos contabilísticos, mas sim como uma ferramenta de ajuda para o auditor selecionar amostra alvo de auditoria. A lei de Benford fornece as frequências esperadas para cada dígito. Os dados contabilísticos que não estejam em conformidade com a distribuição de Benford, seja por fatores humanos ou por algum tipo de erro, podem ser detetados por uma ferramenta analítica. Esta não conformidade pode ser identificada e mensurada pelas estatísticas Z, χ^2 e MAD. A ocorrência de desvios entre as frequências esperadas e as frequências dos dados analisados indica-nos que os dados sofreram algum tipo de manipulação ou contaminação.

Os resultados obtidos no estudo de caso evidenciaram a aplicabilidade da lei de Benford

para o processo de auditoria, pois esta detetou não conformidades em todos os testes aplicados. Algumas não conformidades foram justificadas pela natureza das operações subjacentes aos registos. Os desvios mais significativos ocorreram no teste dos dois últimos dígitos nas contas de ganhos e na subconta de subcontratos, o que se comprovou ter sido devido a arredondamentos efetuados pela empresa e pelas empresas de subcontratos da mesma. Esses resultados deveriam de ser confrontados com os documentos que originaram os registos de forma a comprovar se os arredondamentos são ou não legítimos.

Este trabalho vem reforçar a importância da aplicação da análise digital nas auditorias, tanto de auditores internos, auditores externos como também por fiscais da Autoridade Tributária.

O Decreto-Lei nº 198/2012, publicado a 24 de Agosto introduz, principalmente, a obrigação de comunicação de faturas e documentos de transporte à Autoridade Tributária e Aduaneira (AT), através de um ficheiro denominado SAFT-PT, com o intuito de combater a economia informal e a evasão fiscal. Uma proposta de estudo futuro seria a aplicação da lei de Benford aos ficheiros SAFT-PT enviados mensalmente pelas empresas nacionais à Autoridade Tributária, com o intuito de averiguar a qualidade dos mesmos quando comparados com a distribuição de Benford. Tal como verificado ao longo deste trabalho, é expectável que os registos de faturação de uma empresa estejam em conformidade com a distribuição de Benford. Deste modo, a aplicação da lei de Benford aos ficheiros SAFT-PT das empresas nacionais poderia servir para a seleção das empresas alvo de fiscalização.

5. BIBLIOGRAFIA

- Baralexis, S., 2004. Creative accounting in small advancing countries: The. *Managerial Auditing Journal*, Volume 19, nº3, pp. 440-461.
- Boyle, J., 1994. An application of Fourier series to the most significant digit problem. *American Mathematical Monthly*, pp. 879-886.
- Browne, M. W., 1998. Following Benford's Law, or Looking Out for N^o.1. *The New York Times*, 4 August.
- Carslaw, C. A. P. N., 1988. Anomolies in Income Numbers: Evidence of Goal Oriented Behavior. *The Accounting Review*, Abril, Volume LXIII nº2, pp. 321-327.
- Chalayer, S., 1994. *Identification et motivations des pratiques de lissage des résultats comptables des entreprises françaises cotées en Bourse*, SAINT ETIENNE: Université de Saint-Etienne - Faculté de Droit, Economie et Gestion.
- Dos Santos, J. et al., 2009. Aplicações da lei de Newcomb-Benford na auditoria tributária do imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISS). *Revist Contabilidade & Finanças*, Janeiro/Abril, Volume 20, pp. 79-94.
- Durtschi, C., Hillison, W. & Pacini, C., 2004. The Effective Use of Benford's Law to Assist in Detecting Fraud in Accounting Data. *Journal of Forensic Accounting*, pp. 17-34.
- Francischetti, C. E., 2007. *Aplicação da lei dos números anômalos ou Lei de Newcomb-Benford para o controle das demonstrações financeiras das organizações*, Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba.
- Gomes da Silva, C. & Carreira, P. M. R., 2013. Selecting Audit Samples Using Benford's Law. *AUDITING: A Journal of Practice & Theory*, May, Volume 32, pp. 53-65.
- Hill, T. P., 1995. A Statistical Derivation of the Significant Digit Law. *Statistical Science*, Volume 10, pp. 354-363.
- Hill, T. P., 1998. The first digit phenomenon. *American Scientists*, Volume 86, pp. 358-363.
- Jensen, M. C. & Meckling, W. H., 1976. Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Financial Economics*, October, Volume V. 3, N^o4, pp. 305-360.
- Johnson, P., 2005. Fraud Detection with Benford's Law. *Accountancy Ireland*, August, Volume 37, pp. 16-17.

- Jordan, C. E., Clark, S. J. & Hames, C., 2009. Manipulating Sales Revenue To Achieve Cognitive Reference Points: An Examination Of Charge U.S. Public Companies. *The Journal os Applied Business Research*, pp. 95-104.
- Mendes, C. A. & Rodrigues, L. L., 2007. Determinantes da Manipulação Contabilística. *Revista de Estudos Politécnicos*, Volume Vol IV, nº7, pp. 189-210.
- Ming-Chia, C. & Yuan-Cheng, T., 2010. Earnings Management Types and Motivation: A Study in Taiwan. *Social Behavior and Personality*, Volume 38, pp. 955-962.
- Moreira, J. A. C., 2006. *Are Financing Needs a Constraint to Earnings Management? Evidence for Private Portuguese Firms*. Faculdade de Economia, Universidade do Porto: s.n.
- Mota, M. C. d., 2009. Fraude - Lançamentos no Razão Geral. *Auditoria*, Julho.
- Newcomb, S., 1881. Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers. *Americcan Journal of Mathematics*, Volume 4, pp. 39-40.
- Nigrini, M., 1998. Digital Analysis: a Computer-Assisted Data Analysis Tecnology for Internal Auditors. *Institute of Internal Auditors*.
- Nigrini, M., 1999. I've Got Your Number. *Journal of Accountancy*, May.pp. 79-83.
- Nigrini, M. J., 2000. "Digital Analysis Using Benford's Law: Tests & Statistics for Auditors". Canadá: Global Audit Publications.
- Nigrini, M. J., 2000. *Continuous Auditing*, Kansas: University of Kansas.
- Nigrini, M. J. & Mittermaier, L. J., 1997. The Use of Benford's Law as an Aid in Analytical Procedures. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, pp. 52-67.
- PCAOB, P. C. A. O. B., 2002. http://pcaobus.org/Standards/Auditing/Pages/AU316.aspx#ps-pcaob_b4cff962-2515-4a2e-9232-fab0b1c42eae. [Online] Available at: http://pcaobus.org/Standards/Auditing/Pages/AU316.aspx#ps-pcaob_b4cff962-2515-4a2e-9232-fab0b1c42eae [Acedido em 10 Novembro 2012].
- Thomas, J. K., 1989. Unusual Patterns in Reported Earnings. *The Accounting Review*, Outubro.pp. 773-787.
- Tödter, K.-H., 2009. Benford's Law as an Indicator of Fraud in Economics. *Journal Compilation*, pp. 339-351.