



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

MESTRADO

CONTABILIDADE, FISCALIDADE E FINANÇAS EMPRESARIAIS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO

LEI DE BENFORD E DETECÇÃO DE FRAUDE CONTABILÍSTICA -
APLICAÇÃO À INDÚSTRIA TRANSFORMADORA EM PORTUGAL

Por: Maria João Maurício Ferreira

SETEMBRO - 2013



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

MESTRADO

CONTABILIDADE, FISCALIDADE E FINANÇAS EMPRESARIAIS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO

LEI DE BENFORD E DETECÇÃO DE FRAUDE CONTABILÍSTICA -
APLICAÇÃO À INDÚSTRIA TRANSFORMADORA EM PORTUGAL

Por: Maria João Maurício Ferreira

ORIENTAÇÃO:

PROFESSORA DOUTORA MARIA JOÃO COELHO GUEDES

RESUMO

Sendo a fraude um tema crítico e por vezes factor de distorções muito relevantes, ao nível do relato contabilístico das organizações, justifica-se a crescente preocupação dos vários stakeholders que, directa ou indirectamente, estão relacionados com essas mesmas organizações. A informação contida nas demonstrações financeiras tem que ser fiável por vários motivos consoante os utilizadores. Os accionistas para decidirem como aplicar o seu dinheiro, os empregados para saberem se fazem parte de uma organização financeiramente saudável, os fornecedores para saberem se podem vender a mercadoria a prazo, os bancos para poderem atribuir crédito, entre outros.

Neste campo os auditores têm um papel fulcral de apoio e certificação da informação contida nessas demonstrações financeiras. Mas cada vez mais é necessário que a auditoria seja efectuada a um número maior de registos contabilísticos para garantir a fiabilidade da mesma, aumentando para isso a amostra, consumindo tempo e recursos.

É neste sentido que a Lei de Benford pode ser um contributo de valor acrescentado, uma vez que permite a análise de grandes quantidades de dados de uma forma simples, rápida e eficaz, com os recursos informáticos que existem à disposição nos nossos dias.

Este trabalho visa precisamente explorar e mostrar que esta teoria aplicada às empresas portuguesas, é de facto uma mais-valia que poderá ser um contributo importante na prevenção e detecção de fraudes, ou apenas para identificar erros e duplicações nos registos contabilísticos.

Palavras Chave: Lei de Benford, fraude, Demonstrações Financeiras, auditoria.

ABSTRACT

Being Fraud a critical issue and sometimes very relevant factor of distortions, at the level of accounting reporting from organizations, it justifies the growing concern of various stakeholders that directly or indirectly are related to those organizations. The information contained in financial statements must be reliable for several reasons depending on the users. Shareholders to decide how to apply their money, the employees to find out if they are part of an organization financially healthy, the suppliers to find out if they can sell the goods in time, the banks in order to assign credit, among others.

In this matter auditors have a role key to support and certification of the information contained in these financial statements. But increasingly, it is necessary, that the auditing is carried out to a larger number of records to ensure is reliability. For that the samples needs to be increased, consuming time and resources.

It is in this sense that Benford's Law can be a value-added contribution, since it allows the analysis of large amounts of data in a simple, fast and effective way, with the computing resources that are available today.

This study specifically aims to explore, and show that this theory applied to Portuguese companies is indeed an asset which can be an important contribution in the prevention and detection of fraud, or just to identify errors and duplications in the accounting records.

Key words: Benford's Law, fraud, Financial Statements, auditing.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Doutora Maria João Guedes, enquanto minha orientadora, pela compreensão, paciência, disponibilidade para as várias revisões efectuadas e pelos valiosos conselhos que permitiram que este trabalho tenha sido realizado.

Quero também agradecer o contributo do meu irmão, Rui João, por um lado por ler esta dissertação e fazer algumas revisões, mas também pelo apoio que sempre me tem dado ao longo do meu percurso académico.

Por último, gostaria de agradecer a gentileza da Informa D&B, por prontamente me ter disponibilizado a Base de Dados, sobre a qual incidiu o estudo empírico constante nesta dissertação, e sem a qual não teria sido possível fazer este tipo de trabalho.

A todos um muito obrigado.

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	I
ABSTRACT	II
AGRADECIMENTOS	III
ÍNDICE GERAL.....	IV
ÍNDICE DE TABELAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ABREVIATURAS	VIII
CAPITULO I- INTRODUÇÃO.....	1
CAPITULO II - REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A FRAUDE, CONCEITOS GERAIS.....	3
2.1.1 <i>Teoria da Agência</i>	4
2.2 O PAPEL DA AUDITORIA ENQUANTO INSTRUMENTO DE DETECÇÃO DE FRAUDE.....	5
2.3 LEI DE BENFORD	5
2.3.1 <i>Características da Lei de Benford</i>	9
2.3.2 <i>Aplicabilidade da Lei de Benford</i>	11
2.3.3 <i>Lei de Benford e Auditoria</i>	12
2.4 TESTES ESTATÍSTICOS	13
2.4.1 <i>Estatística Qui Quadrado</i>	14
2.4.2 <i>Estatística Z</i>	14
2.4.3 <i>Desvio Absoluto à Média</i>	15
CAPITULO III – DADOS E ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO	16
3.1 DADOS	16
3.2 HIPÓTESES E ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO	16
3.2.1 <i>Conformidade com a Lei de Benford</i>	16
3.2.2 <i>Hipóteses a testar</i>	18
CAPITULO IV - ANÁLISE EMPÍRICA.....	19
4.1 ANÁLISE PELO VOLUME DE VENDAS	19
4.1.1 <i>Análise Volume de Vendas Global</i>	19
4.1.1.1 <i>Primeiros e segundos dígitos</i>	19
4.1.2 <i>Análise 1º e 2º Dígitos Volume de Vendas por Sectores Actividade</i>	20
4.1.2.1 <i>Grupo 1 - CAE 10 e 11</i>	20
4.1.2.2 <i>Grupo 2 - CAE 13, 14 e15</i>	21

4.1.2.3 Grupo 3 - CAE 24 e 25.....	25
4.1.2.4 Grupo 4 - CAE 26, 27, 28, 29, 30 e 33.....	26
4.1.2.5 Grupo 5 - CAE 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 31e 32.....	27
4.1.3 Análise Primeiro e Segundo Dígitos do Volume de Vendas por Antiguidade.....	28
4.1.3.1 Grupo de Empresas com ano constituição até 1985.....	28
4.1.3.2 Grupo de Empresas ano constituição de 1986 a 2011.....	29
4.1.4 Análise Volume de Vendas por Dimensão da Empresa.....	30
4.1.4.1 Grupo de Empresas até 49 Colaboradores.....	30
4.1.4.2 Grupo de Empresas de 50 a 99 Colaboradores.....	31
4.1.4.3 Grupo de Empresas com 100 ou mais Colaboradores.....	32
CAPITULO V – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E INVESTIGAÇÃO FUTURA.....	34
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
5.2 CRÍTICAS E LIMITAÇÕES.....	35
5.3 INVESTIGAÇÃO FUTURA.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
ANEXO.....	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I: % de vezes que cada Número Natural 1 a 9 é usado em 1º Dígito em números, verificado em 20.229 observações.....	6
Tabela II: Frequência esperada de cada valor de acordo com a Lei de Benford (LB).....	8
Tabela III: Frequência esperada cada conjunto dos dois primeiros dígitos de acordo com LB ...	9
Tabela IV: Valores críticos para o Desvio Absoluto à Média	15
Tabela V: Totais de empresas por grupos de sectores de actividade	17
Tabela VI: Totais de empresas por grupos de antiguidade	17
Tabela VII: Totais de empresas por grupos de intervalos por dimensão	18
Tabela VIII: Pontos Críticos – Estatística Z e χ^2	18
Tabela IX: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas total	20
Tabela X: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 1	21
Tabela XI: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2.....	22
Tabela XII: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2–CAE 13	23
Tabela XIII: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2–CAE 14	24
Tabela XIV: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2–CAE 15.....	25
Tabela XV: Lei de Benford - dos 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 3	26
Tabela XVI: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 4	27
Tabela XVII: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 5	28
Tabela XVIII: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas, empresas até 1985	29
Tabela XIX: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas, empresas. 1986 a 2011 ...	30
Tabela XX: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos Volume Vendas, emp.. até 49 Empregados.....	31
Tabela XXI: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos Volume Vendas emp. 50 a 99 Empregados.....	32
Tabela XXII: Lei de Benford - 1º e 2ºs Dígitos Volume Vendas emp. 100 mais Empregados ...	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Frequências esperadas - primeiro e segundo dígitos de acordo com a LB.....	8
Figura 2: Frequências esperadas - conjunto dos dois primeiros dígitos de acordo com a LB.....	9
Figura 3: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	20
Figura 4: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	21
Figura 5: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	22
Figura 6: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	23
Figura 7: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	24
Figura 8: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	25
Figura 9: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	26
Figura 10: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	27
Figura 11: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	28
Figura 12: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	29
Figura 13: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	30
Figura 14: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	31
Figura 15: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	32
Figura 16: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB.....	33

ABREVIATURAS

AC – Contagem do dígito observada;

AP – Proporção do Dígito observada;

CAE – Classificação Actividades Económicas;

CEE – Comunidade Económica Europeia;

DAM – Desvio Absoluto à Média;

EC – Contagem do dígito esperada de acordo com a Lei de Benford;

EP – Proporção do Dígito esperada de acordo com a Lei de Benford;

EUA – Estados Unidos da América;

ISA – International Standard on Auditing;

JCOE – Jornal Oficial das Comunidades Europeias;

LB – Lei de Benford;

Libor – London Interbank Offered Rate;

CAPITULO I- INTRODUÇÃO

A fraude é um problema que pode afectar qualquer entidade ou instituição e que existe desde que existem organizações na nossa sociedade. Os malefícios que causa são inúmeros, tendo levado à falência grandes empresas com consequências económicas e sociais desastrosas. Conforme as organizações vão ficando mais complexas também os esquemas fraudulentos se vão tornando mais elaborados dificultando a sua prevenção e detecção.

Por outro lado, a crise económica e financeira que actualmente se atravessa, veio também mostrar muitas fragilidades, ao nível da gestão das organizações e de quem tem como missão controlar e prevenir esses esquemas de fraude.

Os auditores como intervenientes de relevo neste campo, vêem-se confrontados cada vez mais com um intrincado de relações entre empresas ou grupos de empresas, que muitas vezes dificulta o seu trabalho, por um lado, e por outro lado encontram-se as empresas de menor dimensão cujos controlos internos são bastante incipientes. Como se sabe estas últimas empresas constituem a maioria do tecido empresarial em Portugal.

Já utilizada em países como os Estados Unidos da América (EUA) na análise das declarações de rendimentos, a Lei de Benford apresenta-se como uma ferramenta poderosa e de fácil utilização, para detecção de desvios nas rubricas das demonstrações financeiras, que poderão ser indiciadores de esquemas fraudulentos, ou pelo menos alertar para erros que por vezes a amostragem não revela.

Este trabalho pretende mostrar, de uma forma simples e clara, a utilidade da Lei de Benford como ferramenta de apoio em auditoria. Para tal foi aplicada esta lei aos dados financeiros do exercício de 2011, mais especificamente ao Volume de Vendas das 3.000 maiores empresas da Indústria Transformadora em Portugal.

O trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos, tendo o capítulo da introdução como ponto de partida. No segundo capítulo está a revisão de literatura, com a apresentação da definição da Lei de Benford. Aqui pode-se também encontrar alguns exemplos de aplicação e limitações desta mesma lei. É efectuada também uma pequena revisão dos testes estatísticos

que usualmente estão associados à Lei de Benford. O terceiro capítulo contém informação sobre os dados e as hipóteses a testar de acordo com a Lei de Benford. O quarto capítulo é dedicado à análise dos resultados obtidos aos Dígitos que figuram como primeiro e como segundo dígito nos números que compõem os dados analisados. Finalmente o quinto capítulo apresenta as conclusões do trabalho, algumas limitações encontradas no decorrer do mesmo e algumas sugestões para futuros trabalhos.

CAPITULO II - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A FRAUDE, CONCEITOS GERAIS

A Fraude é um tema que está em destaque nos dias de hoje, sendo um conceito muito abrangente, pois pode tomar várias formas como a apropriação indevida de activos, evasão fiscal, burla, moeda falsa, venda de obras de arte falsificadas, falsificação de documentos, demonstrações financeiras forjadas e ou adulteradas, entre outras. “Pode-se dizer que fraude são todos os actos realizados de forma intencional por pessoas, individuais ou coletivas, que proporcionam vantagens, efectivas ou potenciais para alguém, ou causam danos a terceiros e violam as boas práticas sociais ou a lei.” (Pimenta, 2012, pág. 9).

Desde que existem relações sociais e comerciais, que se pode considerar que existem fraudes, no entanto como objecto de estudo, o tema ganhou terreno já no Século XX, sendo pela primeira vez feita referência à expressão “crimes de colarinho branco” (Sutherland, 1940), para definir essencialmente crimes financeiros como demonstrações financeiras deturpadas, manipulação de bolsa de valores, subornos com vista a obtenção de contratos mais favoráveis, desfalques e desvios de fundos, perpetrados por supostos respeitáveis homens de negócios.

A crise que se desencadeou no segundo semestre de 2007 nos EUA e que alastrou à Europa veio trazer à luz do dia muitas fragilidades nas empresas e principalmente ao nível do sistema financeiro, relacionadas em muitos casos com fraude. Algumas mudanças se avizinham na forma como a sociedade vê as empresas financeiras e não só, ao nível da regulação das mesmas. Nas últimas décadas tem-se debatido a ideia de que os mercados se devem regular por si próprios, mas esta crise volta a colocar o Estado como uma peça importante como regulador de algumas actividades (Kemper, 2010), de forma a evitar novas situações de falências como as que aconteceram, ou não aconteceram porque os respectivos governos o evitaram.

Em Portugal temos o caso do Banco Português de Negócios cujos esquemas fraudulentos levaram à descapitalização do banco com consequências nefastas para todos, tanto para investidores e acionistas como para o erário público, levando ao agravar da crise económica e social no país.

No caso deste trabalho em particular, a palavra fraude irá referir-se à fraude contabilística, ou seja ao nível das demonstrações financeiras. Esta forma de fraude, embora não seja a mais relevante em número de fraudes detectadas, é aquela que maiores custos apresenta (Association of Certified Fraud Examiners, 2012). Neste campo as principais formas de fraude incluem, sobrevalorização dos valores das vendas e dos valores dos activos por um lado e subvalorização dos valores dos custos e das obrigações por outro lado (Odueke e Weir, 2012).

2.1.1 TEORIA DA AGÊNCIA

A Teoria da Agência, é definida como um contrato que contém o quadro conceptual das relações que se estabelecem entre os acionistas (Principal) e os gestores (Agente), em que os primeiros delegam nos segundos as competências de gestão das empresas de que são proprietários (Jensen & Meckling, 1976). Eisenhardt (1989), refere que um dos principais problemas entre principal e agente surge quando há objectivos diferentes e posições diferentes face aos riscos.

A existência de assimetria de informação entre o principal e o agente pode conduzir a comportamentos abusivos por parte do agente uma vez que este detém informação privilegiada. Nesse sentido, é muito importante que a informação divulgada pelo agente seja fidedigna, no sentido de o principal tomar as melhores decisões. A auditoria assume aqui um papel importante como instrumento de credibilização da informação contida no relato financeiro e também como ferramenta de controlo de eventuais comportamentos desviantes dos gestores.

As distorções nas demonstrações financeiras podem ser provenientes de erros, irregularidades ou fraude, sendo que esta última necessita ser analisada e investigada com mais rigor do que as anteriores, uma vez que provêm de actos intencionais e como tal tendem a ser repetidos.

2.2 O PAPEL DA AUDITORIA ENQUANTO INSTRUMENTO DE DETECÇÃO DE FRAUDE

A fraude ao nível do relato financeiro envolve distorções intencionais que normalmente incluem a omissão e alteração dos valores registados na contabilidade, devendo os responsáveis pela gestão serem os primeiros a terem preocupação com a prevenção da fraude e a implementar comportamentos éticos e códigos de conduta e boas práticas, de acordo com a International Standard on Auditing (ISA) 240. No entanto, e na maioria das vezes, os responsáveis por tais actos são os próprios órgãos de gestão das entidades.

O auditor enquanto agente independente da organização onde presta auditoria tem como dever manter cepticismo profissional ao longo da auditoria, tendo presente a possibilidade de que possam existir distorções materiais nas demonstrações financeiras em análise devido a fraude, mesmo que a experiência passada não indique a existência de fraude nem falta de honestidade da gestão da organização que está a ser auditada (ISA, 200).

A ISA (520) é dedicada aos procedimentos analíticos que os auditores devem seguir nas suas auditorias. Definindo procedimentos analíticos com sendo “avaliações de informação financeira feitas através do estudo de relacionamentos plausíveis tanto entre dados financeiros como entre dados não financeiros. Os procedimentos analíticos também abrangem a investigação de flutuações e relacionamentos identificados que sejam consistentes com outra informação relevante ou que se desviem significativamente das quantias previstas”.

2.3 LEI DE BENFORD

Em 1881 Simon Newcomb, astrónomo e matemático canadiano, reparou que as tabelas de logaritmos usadas para os cálculos matemáticos estavam muito mais usadas nas primeiras folhas do que nas últimas, levando a concluir que os Números Naturais¹ (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) figurando como primeiro dígito (o primeiro dígito é o que figura mais à esquerda no número) num dado número não ocorrem com a mesma probabilidade. Refere também que os Números Naturais como segundo dígito ainda apresentam diferenças na probabilidade de ocorrência,

¹ A série de Números Naturais como primeiro dígito exclui o zero, pois este não conta como primeiro dígito de qualquer número (conjunto de dígitos que pode conter o zero em qualquer posição após o primeiro dígito).

mas à medida que se analisam esses números como terceiro, quarto e seguintes dígitos as diferenças de probabilidade de ocorrência vão-se tornando cada vez menores até serem irrelevantes (Newcomb,1881).

O artigo publicado por Newcomb passou praticamente despercebido até que em 1938, Frank Benford, um Engenheiro Eléctrico e Físico americano, tal com havia feito Newcomb quase seis décadas antes, reparou que as tabelas de logaritmos apresentavam as primeiras folhas, respeitantes aos números mais baixos (1 e 2), muito mais usadas do que as que respeitavam aos restantes Números Naturais (Benford,1938).

Para testar a sua teoria, Benford (1938), recolheu uma série de dados compostos por 20.229 observações, relativos a 20 tipos de dados em áreas tão diferenciadas como, áreas de rios em milhas quadradas, população em número de pessoas, taxas de mortalidade em percentagens, dados de custos em valor, ponto de congelamento de compostos químicos em graus centígrados, pesos atómicos, entre outros, dando origem a 20 grupos de dados cujas entradas vão desde 91 registos a 5.000, como consta da Tabela I.

Tabela I: % de vezes que cada Número Natural 1 a 9 é usado em 1º Dígito em números, verificado em 20.229 observações

Group	Title	First Digit									Count
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Rivers, Area	31.0	16.4	10.7	11.3	7.2	8.6	5.5	4.2	5.1	335
B	Population	33.9	20.4	14.2	8.1	7.2	6.2	4.1	3.7	2.2	3259
C	Constants	41.3	14.4	4.8	8.6	10.6	5.8	1.0	2.9	10.6	104
D	Newspapers	30.0	18.0	12.0	10.0	8.0	6.0	6.0	5.0	5.0	100
E	Spec. Heat	24.0	18.4	16.2	14.6	10.6	4.1	3.2	4.8	4.1	1389
F	Pressure	29.6	18.3	12.8	9.8	8.3	6.4	5.7	4.4	4.7	703
G	H.P. Lost	30.0	18.4	11.9	10.8	8.1	7.0	5.1	5.1	3.6	690
H	Mol. Wgt.	26.7	25.2	15.4	10.8	6.7	5.1	4.1	2.8	3.2	1800
I	Drainage	27.1	23.9	13.8	12.6	8.2	5.0	5.0	2.5	1.9	159
J	Atomic Wgt.	47.2	18.7	5.5	4.4	6.6	4.4	3.3	4.4	5.5	91
K	n ⁱ , Raiz(n), ...	25.7	20.3	9.7	6.8	6.6	6.8	7.2	8.0	8.9	5000
L	Design	26.8	14.8	14.3	7.5	8.3	8.4	7.0	7.3	5.6	560
M	Digest	33.4	18.5	12.4	7.5	7.1	6.5	5.5	4.9	4.2	308
N	Cost Data	32.4	18.8	10.1	10.1	9.8	5.5	4.7	5.5	3.1	741
O	X-Ray Volts	27.9	17.5	14.4	9.0	8.1	7.4	5.1	5.8	4.8	707
P	Am. League	32.7	17.6	12.6	9.8	7.4	6.4	4.9	5.6	3.0	1458
Q	Black Body	31.0	17.3	14.1	8.7	6.6	7.0	5.2	4.7	5.4	1165
R	Addresses	28.9	19.2	12.6	8.8	8.5	6.4	5.6	5.0	5.0	900
S	n ¹ , n ² ,...n!	25.3	16.0	12.0	10.0	8.5	8.8	6.8	7.1	5.5	900
T	Death Rate	27.0	18.6	15.7	9.4	6.7	6.5	7.2	4.8	4.1	418
	Average	30.6	18.5	12.4	9.4	8.0	6.4	5.1	4.9	4.7	1011
	Probable Error	+/-0.8	+/-0.4	+/-0.4	+/-0.3	+/-0.2	+/-0.2	+/-0.2	+/-0.2	+/-0.3	----

Fonte: Benford Frank, *The Law of Anomalous Numbers*, Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 78, Nº 4 (Mar. 1938), pp. 553.

Ao calcular as médias das frequências de ocorrência dos dígitos 1 a 9, Frank Benford, verifica que estas se aproximam da distribuição logarítmica dada pela Equação (1) não seguindo uma probabilidade igual de 1/9 (+/- 11,11%) para todos os dígitos, verificando-se um forte

enviesamento a favor dos dígitos iniciais. A média de frequência do dígito 1 é de 30,6% que se verifica ser aproximadamente igual ao Log (Log definido aqui como Logaritmo de base 10) de 2. A média de frequência de ocorrência do dígito 2 é de 18,5% o que é aproximadamente o resultado do Log de 3/2. Assim, Benford define a fórmula para a frequência do primeiro dígito como:

$$Fa = \log\left(\frac{a+1}{a}\right) \text{ Equação (1)}$$

Em que Fa é a frequência com ocorre o dígito a em primeiro lugar num número, sendo $a \in \{1, 2, \dots, 9\}$.

Exemplo para o 1 como primeiro dígito: $F1 = \log\left(\frac{1+1}{1}\right) = \log(2) = 0,30103$

Ainda de acordo com Benford (1938), a fórmula para a probabilidade de ocorrência de cada um dos Números Naturais como segundo dígito é dada pela seguinte equação:

$$Fb = \sum_{i=1}^9 \log\left(\frac{ab+1}{ab}\right) \text{ Equação (2)}$$

Em que Fb é a frequência com ocorre o dígito b em segundo lugar num número e $b \in \{0, 1, \dots, 9\}$.

Exemplo para o zero como segundo dígito: $F0 = \log((10+1)/10) + \log((20+1)/20) + \log((30+1)/30) + \log((40+1)/40) + \log((50+1)/50) + \log((60+1)/60) + \log((70+1)/70) + \log((80+1)/80) + \log((90+1)/90) = 0,1197$.

Como a Lei de Benford efectua uma análise aos dígitos dos números das observações em estudo, as casas decimais se existirem são ignoradas, e quando a análise é efectuada ao primeiro dígito do número, o zero não conta, pois não há números inteiros com zeros à esquerda (Raimi, 1985). Daí que a Tabela II não tenha frequência no Primeiro Dígito para o Dígito zero.

Esta particularidade na ocorrência dos primeiros dígitos num número, chamada Lei de Benford (LB), embora não seja de aplicação universal, tem um leque muito abrangente de aplicação a

diferentes tipos de dados e no entanto, continua a surpreender de tal forma que tem dado origem a diversa literatura sobre o tema, entre matemáticos, estatísticos, economistas, engenheiros, físicos e amadores, na busca de uma explicação para o fenómeno (Raimi, 1976).

Na tabela seguinte, de acordo com as equações acima mencionadas foram encontradas as probabilidades de ocorrência dos Números Naturais como primeiro e segundo dígito.

Tabela II: Frequência esperada de cada valor de acordo com a Lei de Benford (LB)

Dígito	Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0,0000	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
Total	1	1

Fonte: Benford Frank, *The Law of Anomalous Numbers*, Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 78, Nº 4 (Mar. 1938), pp. 554.

Através da Figura 1, pode-se ver a representação gráfica da Tabela II, onde melhor se visualiza que a distribuição de frequência do Segundo Dígito é mais uniforme do que a que se verifica em relação ao Primeiro Dígito. Esta uniformização vai sendo acentuada conforme se avança para o Terceiro Dígito e seguintes.

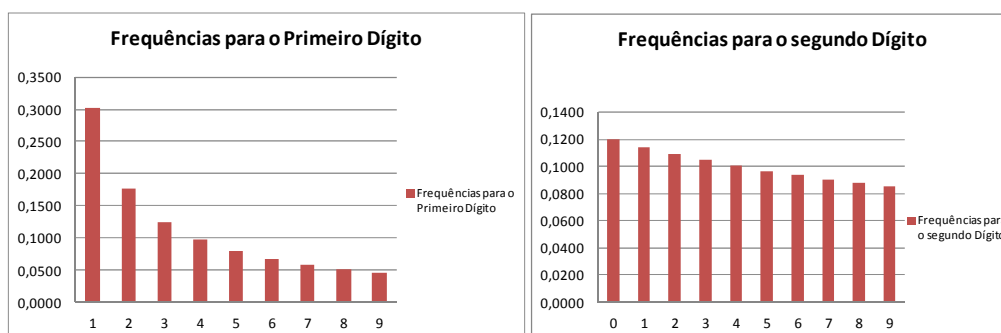


Figura 1: Frequências esperadas - primeiro e segundo dígitos de acordo com a LB
Fonte: Elaboração própria com base na Tabela II.

A Equação (1) adaptada, aplica-se também para calcular a frequência com que ocorrem os dois primeiros dígitos em conjunto, definindo para este efeito $a \in \{10, 11, \dots, 99\}$, tendo como resultado as frequências esperadas constantes na Tabela III e na Figura 2.

Tabela III: *Frequência esperada cada conjunto dos dois primeiros dígitos de acordo com LB*

Dois 1ºs Dígitos	Frequência Lei Benford	Dois 1ºs Dígitos	Frequência Lei Benford	Dois 1ºs Dígitos	Frequência Lei Benford	Dois 1ºs Dígitos	Frequência Lei Benford
10	4,14%	33	1,30%	56	0,77%	79	0,55%
11	3,78%	34	1,26%	57	0,76%	80	0,54%
12	3,48%	35	1,22%	58	0,74%	81	0,53%
13	3,22%	36	1,19%	59	0,73%	82	0,53%
14	3,00%	37	1,16%	60	0,72%	83	0,52%
15	2,80%	38	1,13%	61	0,71%	84	0,51%
16	2,63%	39	1,10%	62	0,69%	85	0,51%
17	2,48%	40	1,07%	63	0,68%	86	0,50%
18	2,35%	41	1,05%	64	0,67%	87	0,50%
19	2,23%	42	1,02%	65	0,66%	88	0,49%
20	2,12%	43	1,00%	66	0,65%	89	0,49%
21	2,02%	44	0,98%	67	0,64%	90	0,48%
22	1,93%	45	0,95%	68	0,63%	91	0,47%
23	1,85%	46	0,93%	69	0,62%	92	0,47%
24	1,77%	47	0,91%	70	0,62%	93	0,46%
25	1,70%	48	0,90%	71	0,61%	94	0,46%
26	1,64%	49	0,88%	72	0,60%	95	0,45%
27	1,58%	50	0,86%	73	0,59%	96	0,45%
28	1,52%	51	0,84%	74	0,58%	97	0,45%
29	1,47%	52	0,83%	75	0,58%	98	0,44%
30	1,42%	53	0,81%	76	0,57%	99	0,44%
31	1,38%	54	0,80%	77	0,56%		
32	1,34%	55	0,78%	78	0,55%		

Fonte: Elaboração própria com base na Equação (1) adaptada ao conjunto dos dois primeiros dígitos.

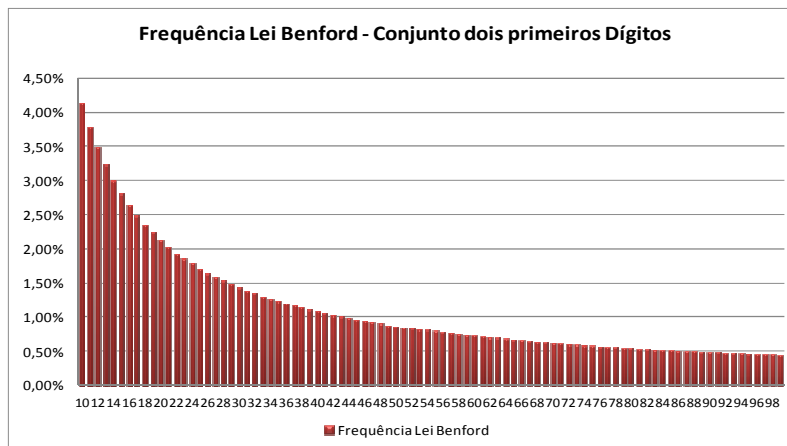


Figura 2: Frequências esperadas - conjunto dos dois primeiros dígitos de acordo com a LB

Fonte: Elaboração própria com base na Tabela III.

Esta é uma lei que se aplica a grandes quantidades de dados, por um lado e por outro, Benford (1938) verificou, ao analisar dados de diversas fontes, que o tipo de dados que melhor segue a Lei de Benford, são aqueles que são provenientes de fontes em que não há uma relação entre os dados individualmente considerados.

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DA LEI DE BENFORD

Se um determinado grupo de dados, numa dada unidade de medida, segue a Lei de Benford, então esses dados ao serem convertidos em outra unidade de medida, ou seja, se forem multiplicados por uma constante diferente de zero, continuarão a seguir a Lei de Benford e seguem uma distribuição logarítmica de frequência cumulativa $\text{Log}(n + 1)$ para o primeiro dígito igual a n ou inferior, tendo sido definido este teorema como Invariância de Escala

(Pinkham, 1961). Utilizando três exemplos de grupos da tabela de dados de Frank Benford, Raimi (1969) chega à mesma conclusão. Inclusive no caso do grupo R – Addresses, em que conclui que este grupo mesmo não sendo passível de multiplicação por uma constante (porque se refere a endereços), ainda assim segue a distribuição logarítmica $\text{Log}(n + 1)$, porque segue uma série de sequências geométricas que obedecem à Lei de Benford (Raimi, 1976). A Invariância de Escala refere-se então ao pressuposto de que, se os primeiros dígitos dos números obedecem a algum tipo lei de distribuição, essa lei deve ser passível de aplicação independente da unidade de medida desses números (Hill, 1995a).

Isto significa que, do ponto de vista de análise de integridade de dados ou de detecção de fraude, se todos os dados em análise forem multiplicados por uma constante o teste de probabilidade de ocorrência dos dígitos não irá detectar nenhuma irregularidade (Nigrini, 2012).

Normalmente as fórmulas para a Lei de Benford são obtidas tendo por base o Logaritmo de base 10, mas se a Lei de Benford tem a característica de Invariância de Escala decorre que também tem a característica de Invariância de Base, ou seja se os dados a serem analisados forem transformados noutra base diferente da base 10, então as frequências críticas da Lei de Benford devem ser calculadas tendo como base não o Logaritmo de base 10, mas sim o Logaritmo da mesma base em que estão os dados (Raimi, 1976, Hill, 1995 e Nigrini, 2012).

Para que se possa aplicar a Lei de Benford os dados têm que ser aleatórios, entendendo-se como aleatórios para este propósito que os dez dígitos (0, 1, 2, ...9) tenham igual possibilidade de acontecerem como primeiro ou segundo dígito (Raimi, 1985). Existem muitos tipos de dados que não se adequam a serem analisados à luz da Lei de Benford, como os números de telefone, ou raízes quadradas (Hill, 1995), ou seja dados que de alguma forma sejam manipulados (Nigrini, 1999). Por exemplo a Lei de Benford não se pode aplicar aos números de telefone fixo em Portugal, pois todos os números começam pelo dígito dois. Também não se pode aplicar ao segundo dígito porque é atribuído por zonas, nem pode ser aplicada aos dois primeiros dígitos pelo mesmo motivo. Veja-se o caso de Lisboa em que os números de telefone fixo começam por 21, como tal o primeiro dígito é sempre dois, o segundo dígito será sempre um e conseqüentemente os dois primeiros dígitos começam por dois e um.

2.3.2 APLICABILIDADE DA LEI DE BENFORD

A Lei de Benford tem sido aplicada a muitas áreas de estudo, em vários lugares do mundo. No campo dos estudos socioeconómicos. Varian (1972) sugere a sua utilização na detecção de possíveis desvios em dados recolhidos dos censos efectuados em São Francisco e também dados previsionais, concluindo que estes seguem de perto a distribuição de frequência do primeiro dígito de acordo com a Lei de Benford. A análise de preços de bens de supermercado antes e após a introdução do Euro em dez países da União Europeia, na generalidade, verifica a conformidade com a Lei de Benford (Sehity, 2005). Ao invés o estudo ao segundo dígito da taxa de juro Libor no período 2005 a 2008, revelou algumas não conformidades (Abrantes-Metz e outros, 2011). Judge e Schechter (2009) concluíram através do estudo de dois diferentes tipos de dados em nove países/regiões, Paraguai, Gana, México, Paquistão, Peru, Vietnam, Bangladesh, KwaZulu e Estados Unidos, que os dados provenientes dos Estados Unidos são de melhor qualidade do que os de países em desenvolvimento.

Uma das primeiras aplicações conhecidas da Lei de Benford às demonstrações financeiras, foi efectuada a 220 empresas da Nova Zelândia, onde se concluiu a existência de incongruências na distribuição dos dois primeiros dígitos dos Resultados dessas empresas em que se verificava uma elevada frequência do dígito zero por oposição a uma baixa frequência do dígito nove, aparentemente devido ao facto de os números terem sido arredondados (Carslaw, 1988). Muitos outros estudos neste âmbito se seguiram como, os resultados anuais das empresas cotadas na bolsa de valores de Taiwan no período entre 1981 e 2005 concluindo que os números dos resultados haviam sido arredondados (Guan e outros, 2008).

Analisando a Tabela I, verifica-se que o que melhor segue distribuição logarítmica, ou Lei de Benford é a média das frequências dos 20 grupos e não cada grupo individualmente, sendo que cada grupo tem unidades de medida diferentes, justificando a sua aplicação a diferentes áreas de estudo como os censos, cotações de acções, dados fiscais e dados contabilísticos, com o intuito de descobrir desvios ou mesmo fraudes (Hill, 1995).

Os dados recolhidos das situações do dia-a-dia da vida real, assim como dados provenientes de diferentes distribuições desde que obtidos de forma aleatória (não enviesada), são os que

melhor se ajustam à Lei de Benford (Hill, 2011). Também os dados que não estão limitados por intervalos de valores ou dados respeitantes a valores de mercado e de empresas, seguem a Lei de Benford, proporcionando uma ferramenta poderosa de análise que poderá apoiar os auditores a detectar erros e fraudes (Nigrini, 1999). Desvios entre os valores observados e os valores esperados devem ser objecto de atenção pois podem ser sinal de irregularidades (Nigrini e Mittermaier, 1997).

No entanto, é necessário ter algum cuidado nas análises a efectuar caso se encontrem desvios entre os dados observados e a frequência esperada, pois o que pode à primeira vista parecer fraude pode apenas ser o resultado de falta de controlos ou controlos pouco adequados ou ainda práticas desadequadas na manutenção dos registos contabilísticos (Nigrini, 2000b).

2.3.3 LEI DE BENFORD E AUDITORIA

Nigrini (2000) sugere a Lei de Benford como ferramenta a incluir nos procedimentos analíticos adequados a utilizar pelos auditores de forma a cumprir os requisitos das normas de auditoria relativos a prevenção e detecção de fraudes.

No campo dos procedimentos analíticos que os auditores devem ter em conta nas suas auditorias a Análise Digital² proporciona de forma rápida e eficiente análises entre os valores observados e os valores constantes na Lei de Benford, que poderão ser depois complementados com testes mais pormenorizados, caso se detectem desvios (Nigrini e Mittermaier, 1997; Durtschi et al, 2004).

De acordo com Association of Certified Fraud Examiners, (2012) as pequenas empresas são as que continuam mais vulneráveis face à fraude, pois na maioria das vezes não têm recursos humanos e técnicos para implementar medidas de prevenção e combate. Sendo estas empresas as que constituem o principal tecido industrial em Portugal, é um campo onde os auditores têm muitas vezes trabalho acrescido e onde a Lei de Benford pode ser uma mais-valia significativa, uma vez que proporciona uma base sólida e eficaz de análise, ao permitir efectuar um teste de forma rápida a toda a população ao invés de usar a amostragem.

² Análise Digital refere-se à comparação por via informática de padrões de números observados com um padrão específico, neste caso com o padrão da Lei de Benford (Nigrini, 1997)

Este tipo de teste inclusive ajuda a proteger os auditores, no que respeita ao risco de não detectar erros materialmente relevantes, decorrentes do uso da amostragem, (Nigrini e Miller, 2009).

2.4 TESTES ESTATÍSTICOS

A análise de conformidade dos dados é feita através dos resultados de contagem e respectiva frequência dos valores que se encontram como primeiro dígito, segundo dígito, ou dois primeiros dígitos por contrapartida das frequências esperadas de acordo com a Lei de Benford para esses mesmos dígitos:

- **Teste ao Primeiro Dígito:** Compara a frequência observada de cada primeiro dígito a com a frequência esperada para esse mesmo dígito na primeira posição da tabela da Lei de Benford, com $a \in \{1, 2, \dots, 9\}$.
- **Teste ao Segundo Dígito:** Compara a frequência observada de cada segundo dígito a com a frequência esperada para esse mesmo dígito na segunda posição da tabela da Lei de Benford, com $a \in \{0, 1, 2, \dots, 9\}$.
- **Teste aos Dois Primeiros Dígitos:** Compara a frequência observada para cada dois primeiros dígitos a com a frequência esperada para esses mesmos dois primeiros dígitos da Lei de Benford, com $a \in \{10, 11, \dots, 99\}$.

Os dois primeiros testes de conformidade são os mais usados e servem para medir a razoabilidade dos dados. O teste aos dois primeiros dígitos em conjunto tem como objectivo averiguar se as possíveis discrepâncias existentes entre as frequências observadas e esperadas serão duplicações provenientes de fraude, erros ou apenas falhas nos registos (Nigrini e Mittermaier, 1997).

Os testes estatísticos, neste caso, servem para aferir a conformidade dos dados com a Lei de Benford. Esta conformidade pode ser aferida numa base de teste global a todos os dígitos ou através de uma análise mais detalhada dígito a dígito (Nigrini, 2012).

Cleary e Thibodeau (2005) sugerem que sejam efectuados os dois tipos testes, uma vez que o teste global só por si possibilita uma menor probabilidade de ocorrência do chamado Erro de

Tipo I (em estatística, o Erro de Tipo I consiste em rejeitar a hipótese nula quando é verdadeira), mas os resultados podem ser menos esclarecedores do que uma análise dígito a dígito.

Os testes são sempre baseados em hipóteses, pretendendo-se testar a hipótese nula contra a hipótese 1:

Hipótese nula, ou H0 – Os dados em análise estão conforme a Lei de Benford;

Hipótese 1, ou H1 – Os dados não estão conforme a Lei de Benford.

2.4.1 ESTATÍSTICA QUI QUADRADO

O teste do Qui Quadrado (χ^2), para efeitos deste trabalho, é usado para comparar as contagens dos dígitos reais com as contagens esperadas de acordo com a Lei de Benford (Nigrini, 2012). Este é um teste à totalidade dos dígitos em análise.

O resultado obtido é comparado com o valor crítico de χ^2 com $k - 1$ graus de liberdade, para um dado nível de confiança. Os valores críticos do χ^2 podem ser obtidos através de tabela específica.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k ((AC - EC)^2) / EC \text{ Equação (3)}$$

Onde: AC – contagem real do dígito i , EC - contagem esperada de acordo com a Lei de Benford do dígito i , com $i = 1, 2, 3 \dots$ até k para o primeiro dígito, $k = 8$. Para o segundo dígito $i = 0, 1, 2, 3 \dots$ até k . Neste caso $k = 9$.

2.4.2 ESTATÍSTICA Z

O Teorema do Limite Central diz-nos que mesmo não se conhecendo a distribuição estatística da população em análise, para grandes amostras, a distribuição tende sempre para uma Distribuição Normal. Considerando-se como grandes, amostras com dimensões superiores 30 observações. Assim, de acordo com o Teorema do Limite Central:

- Seja qual for a distribuição de partida, Z , converge para uma Distribuição Normal Standardizada, conforme a amostra aumenta: $Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \approx N(0, 1)$

Estatística de teste Z aplicada a proporções (Durtschi et al, 2004; Nigrini, 2012):

$$Z \text{ observado} = \frac{|AP - EP| - \left(\frac{1}{2N}\right)}{\sqrt{\frac{EP(1-EP)}{N}}} \text{ Equação (4)}$$

Onde: AP – Proporção observada; EP – Proporção esperada; N – Dimensão da amostra e $\left(\frac{1}{2N}\right)$ - Factor de correcção de continuidade, sendo que só é usado quando menor que |AP-EP|.

O Z crítico é obtido através de tabela específica da Distribuição Normal, para um dado nível de confiança. É um teste individual a cada dígito e deve complementar o teste do χ^2 .

2.4.3 DESVIO ABSOLUTO À MÉDIA

O Desvio Absoluto à Média (DAM) é calculado somando os desvios entre as frequências observadas para cada dígito e as frequências esperadas de acordo com a Lei de Benford e dividindo essa soma pelo número de frequências (nove para o 1º Dígito e dez para o 2º Dígito). O DAM deve ser lido como um valor absoluto (Nigrini, 2000). Como o nome indica é um desvio médio entre as frequências observadas e aquelas que constam na Lei de Benford.

$$DAM = \left(\sum_{i=1}^K |AP - EP|\right) / K \text{ Equação (5)}$$

Onde: AP – Proporção observada; EP – Proporção esperada; $K \in \{1, 2, \dots, 9\}$, para o 1º Dígito e $K \in \{0, 1, 2, \dots, 9\}$, para o 2º Dígito.

O valor obtido no cálculo do DAM tem que ser comparado com os valores críticos, criados por Nigrini (2000) baseado nas observações efectuadas, tendo sido actualizados em Nigrini (2012).

Tabela IV: Valores críticos para o Desvio Absoluto à Média

Intervalos de conformidades para o DAM				
Posição dos Dígitos	Conformidade total	Conformidade aceitável	Conformidade marginalmente aceitável	Não Conformidade
Primeiro Dígito	0,000-0,006	0,006-0,012	0,012-0,015	>0,015
Segundo Dígito	0,000-0,008	0,008-0,010	0,010-0,012	>0,012
Primeiros dois Dígitos	0,000-0,012	0,012-0,018	0,018-0,022	>0,022

Fonte: Elaboração própria, adaptado de: Nigrini, Mark J. (2012), *Benford's Law: Applications for Forensing Accounting, Auditing, and Fraud Detection*, New Jersey: Wiley Corporate F&A.

CAPITULO III – DADOS E ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO

3.1 DADOS

Vão ser analisados os dados financeiros de 2011, nomeadamente Volume de Vendas, das 3.000 maiores empresas pertencentes à indústria transformadora, de acordo com os CAE constantes em Anexo.

Os dados foram cedidos gentilmente pela empresa Informa D&B. A Base de Dados em análise contém empresas que têm desde 37 até 2.156 empregados. Em termos de antiguidade, existe uma empresa com data de início de actividade no ano de 1866 até empresas com início em 2011.

3.2 HIPÓTESES E ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO

3.2.1 CONFORMIDADE COM A LEI DE BENFORD

Pretende-se avaliar se as empresas portuguesas pertencentes aos códigos CAE da Industria Transformadora seguem a Lei de Benford, usando para tal os dados referentes ao Volume de Vendas de 2011.

Primeiro procede-se ao cálculo da frequência dos Dígitos que figuram como primeiro dígito e do segundo dígito do Volume de Vendas e análise estatística para as 3.000 empresas. De seguida procede-se ao cálculo da frequência dos Dígitos que figuram como primeiro dígito e do segundo dígito do Volume de Vendas e análise estatística, mas separando as empresas da seguinte forma:

- Por CAE, sendo que alguns terão que ficar agregados, tentou-se juntar empresas de sectores de actividade de alguma forma similares, como se pode ver na Tabela V. Esta desagregação irá dar origem a cinco grupos de empresas. O primeiro contempla a Industria Alimentar e de Bebidas, com 420 empresas. O segundo será composto pelo grupo de empresas pertencentes à Industria Têxtil, Vestuário e Produtos de Couro (onde se inserem as empresas de calçado), com 984 empresas. O terceiro grupo inclui as Industrias Metalúrgicas e de Produtos Metálicos, com 417 empresas. A fabricação de Equipamentos, Máquinas, Automóveis representa o quarto grupo, com 369

empresas. Por fim o quinto grupo inclui as restantes Industrias, onde se encontram empresas que vão desde a fabricação de pasta de papel, produtos farmacêuticos, entre outros, contando com as restantes 810 empresas.

Tabela V: Totais de empresas por grupos de sectores de actividade

CAE 2 DIGITOS	DESCRITIVO - INDUSTRIA TRANSFORMADORA	Nº EMPRESAS
Grupo 1 - Total CAE 10/11	Industrias Alimentar e de Bebidas	420
Grupo 2 - Total CAE 13/14/15	Industrias Têxtil, Vestuário e Produtos de Couro	984
Grupo 3 - Total CAE 24/25	Industrias Metalúrgicas e de Produtos Metálicos	417
Grupo 4 - Total CAE 26/27/28/29/30/33	Industrias de fabrico de Equipamentos, Máquinas, Automóveis	369
Grupo 5 - Total CAE 12/16/17/18/19/20/21/22/23/31/32	Industrias de fabrico de pasta de papel, produtos farmacêuticos, produtos quimicos, entre outros	810
Total Empresas em análise		3.000

Fonte: Elaboração própria.

- Por antiguidade dividindo entre empresas mais antigas e mais recentes, resumidos na Tabela VI. Assumindo para este trabalho, como sendo mais antigas as empresas com ano de constituição até 1985 (ano anterior à entrada de Portugal na então CEE) e as empresas mais recentes aquelas que foram constituídas entre 1986 e 2011. Neste caso serão constituídos dois grupos de empresas.

Tabela VI: Totais de empresas por grupos de antiguidade

Número de Empresas por antiguidade	
INTERVALO ANO DE CONSTITUIÇÃO	Nº EMPRESAS
Grupo1 - <1986	1.318
Grupo 2 - [1986;2011]	1.682
Total Empresas em análise	3.000

Fonte: Elaboração própria.

- Por dimensão da empresa, tendo sido constituídos três grupos de empresas de acordo com o número de empregados de cada uma, como consta resumido na Tabela VII. Esta divisão foi feita com base nos critérios dos escalões das PMEs (JOCE, 1996). Assim, um primeiro grupo de empresas é constituído por empresas com número de empregados até 49 inclusive, com 899 empresas. O segundo grupo com dimensão entre 50 e 99 empregados inclusive, conta com 1238 empresas. O terceiro grupo contempla as empresas com 100 ou mais empregados, contando com 863 empresas.

Tabela VII: Totais de empresas por grupos de intervalos por dimensão

INTERVALOS Nº EMPREGADOS	Nº EMPRESAS
Grupo 1 - [0;49]	899
Grupo 2 - [50;99]	1.238
Grupo 3 - ≥ 100	863
Nº Total de Empresas	3.000

Fonte: Elaboração própria.

3.2.2 HIPÓTESES A TESTAR

Pretende-se analisar com esta estatística de teste os desvios entre os valores encontrados na análise da frequência dos Dígitos que se encontram como primeiro e segundo dígito, e os valores esperados segundo a Lei de Benford, formulando para tal as seguintes hipóteses:

H0: AP=EP;

H1: AP \neq EP \rightarrow Teste Bilateral.

Onde: AP – Proporção observada; EP – Proporção esperada conforme Lei de Benford.

O ponto crítico a partir do qual se rejeita a hipótese de os dados seguirem a Lei de Benford depende do nível de significância (α). A Tabela VIII apresenta os pontos críticos para a estatística de teste Z e para χ^2 com $k - 1 = 8$ graus de liberdade para o primeiro dígito e $k - 1 = 9$ graus de liberdade para o segundo dígito, com $\alpha=1\%$, 5% , 10% .

Tabela VIII: Pontos Críticos – Estatística Z e χ^2

Pontos Críticos para Estatística Z de $\alpha/2$ e χ^2 de α					
Estatística Z de $\alpha/2$			χ^2 de α		
α	$\alpha/2$	Ponto Crítico	α	Ponto Crítico 1º Dígito (K-1=8)	Ponto Crítico 2º Dígito (K-1=9)
$\alpha=1\%$	$\alpha/2=0,5\%$	2,576	$\alpha=1\%$	20,09	21,666
$\alpha=5\%$	$\alpha/2=2,5\%$	1,96	$\alpha=5\%$	15,507	16,919
$\alpha=10\%$	$\alpha/2=5\%$	1,645	$\alpha=10\%$	13,362	14,684

Fonte: Elaboração própria, adaptado de: Newbold, Paul e outros, *Statistics for Business and Economics*, Pearson International Edition, 8ª Edição, 2013.

Rejeita-se H0, ou seja rejeita-se a hipótese de os valores obtidos em cada resultado serem iguais aos respectivos valores esperados para cada dígito no caso da Estatística Z, ou para cada conjunto de dígitos no caso do χ^2 , se os respectivos valores observados forem superiores aos correspondentes valores críticos para cada α . Como se pode ver pela Tabela VIII, quanto maior for o α ou nível de significância, menor é o valor do ponto crítico, ou seja maior será o

rigor. Normalmente nos testes estatísticos é usado o $\alpha=5\%$, mas a escolha depende do maior ou menor rigor que se pretenda aplicar aos testes.

CAPITULO IV - ANÁLISE EMPÍRICA

4.1 ANÁLISE PELO VOLUME DE VENDAS

Aqui pretende-se analisar a concordância da frequência dos primeiros dois dígitos do Volume de Vendas das empresas constantes da base de dados com as frequências esperadas para os mesmos dígitos, segundo a Lei de Benford

4.1.1 ANÁLISE VOLUME DE VENDAS GLOBAL

Apresenta-se aqui o resultado dos cálculos de frequência dos dois primeiros dígitos do Volume de Vendas para as 3.000 empresas. De referir que do total de 3.000 empresas da Base de Dados, há quatro delas cujos Volume de Vendas apresentam valor zero, daí que o total em análise seja de 2.996 empresas.

4.1.1.1 PRIMEIROS E SEGUNDOS DÍGITOS

A análise ao primeiro e ao segundo dígito do Volume de Vendas ao nível do teste do DAM não revela qualquer não conformidade com a Lei de Benford, no entanto o teste do χ^2 mostra inconformidade para um nível de significância de 1%, para o primeiro dígito.

Pode-se dizer que pelo teste do χ^2 se rejeita H_0 , ou seja rejeita-se hipótese de conformidade dos dados do Volume de Vendas com a Lei de Benford, para um nível de significância de 1%, como consta na Tabela VIII.

A verificação do teste individual através da Estatística Z revela que as Inconformidades encontram-se em dois Dígitos ao nível da primeira posição dos dígitos, o Dígito 1 que revela inconformidade para $\alpha=1\%$, o dígito 6 com inconformidade para $\alpha=5\%$ e os dígitos 4 e 8 com $\alpha=10\%$. Pelo teste Z, verifica-se que se rejeita H_0 para os dígitos 1 e 6 com nível de significância de 1% e 5% e também para os dígitos 4 e 8 com nível de significância de 10%, respectivamente. Ao nível do segundo dígito verifica-se que o Dígito 2 também se apresenta não conforme com a Lei de Benford para um nível de significância de 10%, como se pode verificar na Tabela IX. A Figura 3 mostra de forma mais clara os Dígitos não conformes.

Tabela IX: Lei de Benford - 1^{os} e 2^{os} Dígitos do Volume Vendas total

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao VN total das empresas										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	370	0	359	0,0000	0,1197	0,0000	0,1235		0,6158
1	822	349	902	341	0,3010	0,1139	0,2744	0,1165	3,1618***	0,4190
2	544	297	528	326	0,1761	0,1088	0,1816	0,0991	0,7641	1,6737*
3	384	301	374	313	0,1249	0,1043	0,1282	0,1005	0,5074	0,6617
4	321	278	290	301	0,0969	0,1003	0,1071	0,0928	1,8624*	1,3394
5	262	305	237	290	0,0792	0,0967	0,0874	0,1018	1,6423	0,9184
6	230	285	201	280	0,0669	0,0934	0,0768	0,0951	2,1145**	0,2982
7	181	273	174	271	0,0580	0,0904	0,0604	0,0911	0,5281	0,1151
8	130	284	153	262	0,0512	0,0876	0,0434	0,0948	1,8868*	1,3663
9	122	254	137	255	0,0458	0,0850	0,0407	0,0848	1,2756	0,0100
Totais	2.996	2.996	2.996	2.996	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,00986	χ2 observado 1º Dígito			23,47197***			
DAM observado 2º Dígito			0,00426	χ2 observado 2º Dígito			7,96259			

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

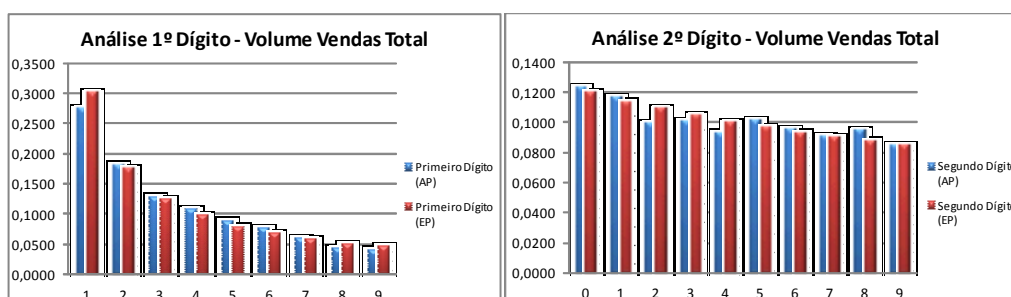


Figura 3: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1^{os} 2^{os} Dígitos conforme LB

As análises parciais à Base de Dados que se seguem têm como objectivo identificar se existe algum sector de actividade em que a incidência de inconformidades seja mais significativa.

4.1.2 ANÁLISE 1º E 2º DÍGITOS VOLUME DE VENDAS POR SECTORES ACTIVIDADE

Para esta análise as 3.000 empresas foram agregadas de acordo com o Anexo 1. Segue-se a análise de cada um dos cinco grupos de empresas, obtidos com a agregação de CAEs como explicado no Capítulo III.

4.1.2.1 GRUPO 1 - CAE 10 E 11

O Grupo 1 contempla os CAE da indústria alimentar e das bebidas. Na análise global, como consta na Tabela X, pelo DAM (0,01252), encontra-se inconformidade com a Lei de Benford ao nível do segundo dígito pois o valor crítico é de 0,012. No entanto essa inconformidade não tem eco na análise do χ^2 , pois os valores observados encontram-se dentro dos valores críticos para os três níveis de significância. No que respeita à análise da Estatística Z, verifica-se um

desvio estatisticamente significativo no Dígito 3 ao nível do segundo dígito para um nível de significância de 5%.

Tabela X: Lei de Benford - 1^{os} e 2^{os} Dígitos do Volume Vendas do Grupo 1

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo 1										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	52	0	50	0,0000	0,1197	0,0000	0,1238		
1	138	47	126	48	0,3010	0,1139	0,3286	0,1119	1,1773	0,0513
2	81	51	74	46	0,1761	0,1088	0,1929	0,1214	0,8380	0,7513
3	49	30	52	44	0,1249	0,1043	0,1167	0,0714	0,4389	2,1259**
4	32	44	41	42	0,0969	0,1003	0,0762	0,1048	1,3529	0,2226
5	32	46	33	41	0,0792	0,0967	0,0762	0,1095	0,1366	0,8083
6	22	43	28	39	0,0669	0,0934	0,0524	0,1024	1,0968	0,5505
7	23	33	24	38	0,0580	0,0904	0,0548	0,0786	0,1788	0,7570
8	20	45	21	37	0,0512	0,0876	0,0476	0,1071	0,2180	1,3327
9	23	29	19	36	0,0458	0,0850	0,0548	0,0690	0,7664	1,0846
Totais	420	420	420	420	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,01332	χ2 observado 1º Dígito			6,12011			
DAM observado 2º Dígito			0,01252	χ2 observado 2º Dígito			9,94996			

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

Através da Figura 4 pode-se verificar que de facto onde o desvio é mais pronunciado é precisamente no Dígito 3 que se encontra como segundo dígito.

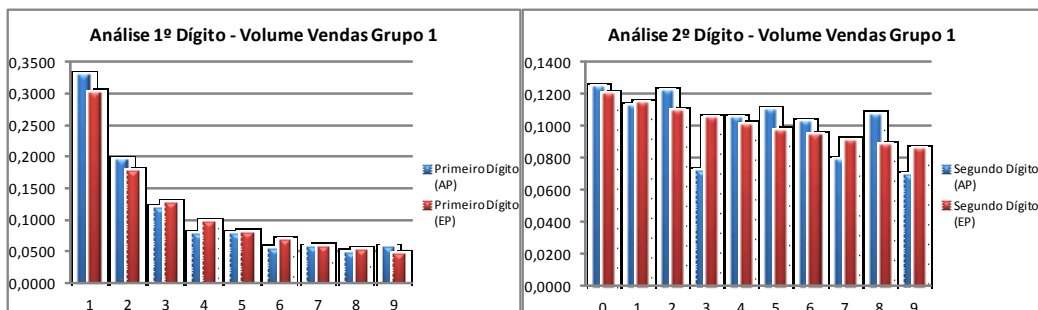


Figura 4: Freqüências Observadas vs Freq. Esperadas 1^{os} 2^{os} Dígitos conforme LB

4.1.2.2 GRUPO 2 - CAE 13, 14 E 15

O Grupo 2 contempla a Indústria Têxtil, Vestuário e Produtos de Couro (que na sua maioria corresponde à Indústria do Calçado). Das 984 empresas da Base de Dados, 3 delas não apresentam valores no seu Volume de Vendas, daí que o total em análise sejam 981 empresas.

A Tabela XI e Figura 5, apresenta inconformidades tanto pela análise global como pela análise individual ao nível do primeiro dígito do Volume de Vendas. Tanto pelo DAM como pelo teste do χ^2 verificam-se inconformidades significativas, apresentando o χ^2 , uma inconformidade com

a Lei de Benford para um $\alpha=1\%$. Pela análise individual através da Estatística Z, verificam-se inconformidades para $\alpha=1\%$ nos dígitos 1, 5 e 6 e uma inconformidade com $\alpha=5\%$, no dígito 4.

Assim, verifica-se que se rejeita H_0 para os Dígitos 1, 5 e 6 do primeiro dígito com nível de significância de 1% e rejeita-se H_0 para o dígito 4 com nível de significância de 5%, ou seja rejeita-se a hipótese de as frequências observadas, para os Dígitos referidos figurarem como primeiro dígito dos números dos Volumes de Vendas, serem semelhantes às frequências esperadas, segundo a Lei de Benford, para os níveis de significância referidos.

Neste grupo verifica-se que a frequência do Dígito 1 como primeiro dígito é substancialmente inferior à respectiva frequência esperada, sendo, por seu turno, que as frequências observadas dos Dígitos 5 e 6 são muito superiores às frequências esperadas para os mesmos Dígitos. Também para o Dígito 4, embora com nível de significância superior, se constata que a frequência observada é superior à frequência esperada.

Tabela XI: Lei de Benford - 1^{os} e 2^{os} Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo 2										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	123	0	117	0,0000	0,1197	0,0000	0,1254		0,5011
1	239	109	295	112	0,3010	0,1139	0,2436	0,1111	3,8846***	0,2237
2	158	99	173	107	0,1761	0,1088	0,1611	0,1009	1,1941	0,7437
3	114	101	123	102	0,1249	0,1043	0,1162	0,1030	0,7787	0,0885
4	119	89	95	98	0,0969	0,1003	0,1213	0,0907	2,5287**	0,9461
5	105	106	78	95	0,0792	0,0967	0,1070	0,1081	3,1716***	1,1517
6	98	92	66	92	0,0669	0,0934	0,0999	0,0938	4,0655***	0,0438
7	69	78	57	89	0,0580	0,0904	0,0703	0,0795	1,5859	1,1287
8	38	95	50	86	0,0512	0,0876	0,0387	0,0968	1,6928*	0,9707
9	41	89	45	83	0,0458	0,0850	0,0418	0,0907	0,5177	0,5859
Totais	981	981	981	981	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,02439	χ2 observado 1º Dígito			50,0115***			
DAM observado 2º Dígito			0,00650	χ2 observado 2º Dígito			5,74454			

* Desvio significativo para $\alpha=10\%$. ** Desvio significativo para $\alpha=5\%$. *** Desvio significativo para $\alpha=1\%$

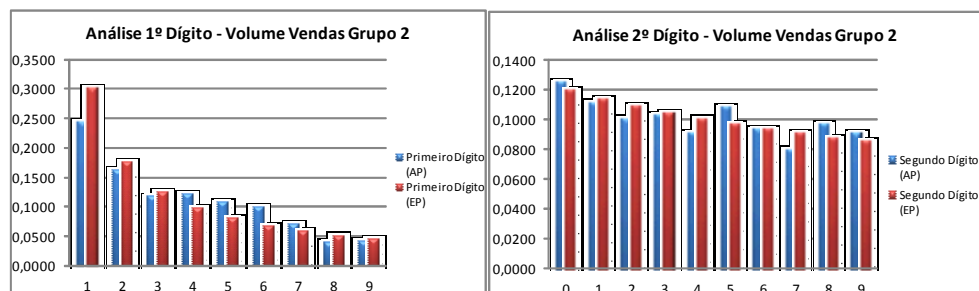


Figura 5: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1^{os} 2^{os} Dígitos conforme LB

Em função dos resultados obtidos neste grupo justifica-se uma análise detalhada a cada CAE que compõe o mesmo, para averiguar se haverá um CAE com resultados com mais inconformidades que outro

Grupo 2 – CAE 13: Fabricação de têxteis

Tabela XII: Lei de Benford - 1^{os} e 2^{os} Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2–CAE 13

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo CAE 13										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	30	0	24	0,0000	0,1197	0,0000	0,1508		1,2413
1	50	23	60	23	0,3010	0,1139	0,2513	0,1156	1,4534	0,0749
2	43	13	35	22	0,1761	0,1088	0,2161	0,0653	1,3880	1,8564*
3	25	20	25	21	0,1249	0,1043	0,1256	0,1005	0,0294	0,0607
4	25	15	19	20	0,0969	0,1003	0,1256	0,0754	1,2496	1,0527
5	16	27	16	19	0,0792	0,0967	0,0804	0,1357	0,0638	1,7418*
6	10	22	13	19	0,0669	0,0934	0,0503	0,1106	0,8005	0,7110
7	15	14	12	18	0,0580	0,0904	0,0754	0,0704	0,8976	0,8605
8	9	12	10	17	0,0512	0,0876	0,0452	0,0603	0,2186	1,2355
9	6	23	9	17	0,0458	0,0850	0,0302	0,1156	0,8840	1,4198
Totais	199	199	199	199	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,02200	χ2 observado 1º Dígito			8,20457			
DAM observado 2º Dígito			0,02391	χ2 observado 2º Dígito			14,85129			

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

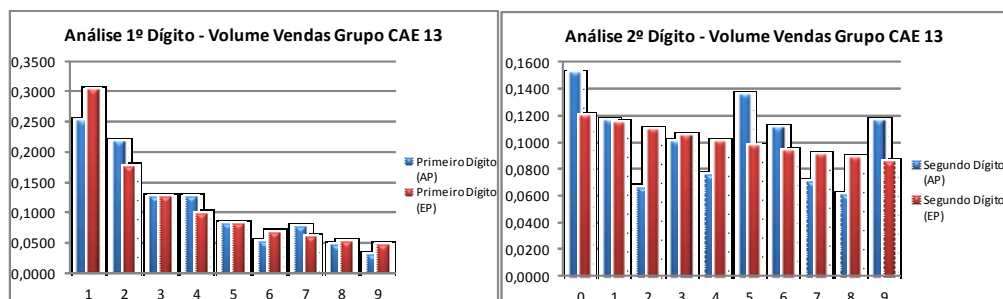


Figura 6: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1^{os} 2^{os} Dígitos conforme LB

Como se pode constatar pela Tabela XII e Figura 6, nas empresas pertencentes ao CAE 13, apenas se encontram desvios significativos para o teste individual, para os Dígitos 2 e 5 como segundos dígitos, com um nível de significância de 10%.

Grupo 2 – CAE 14: Indústria do vestuário

Tabela XIII: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2–CAE 14

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo 2 - CAE 14											
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado		
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito	
0	0	63	0	59	0,0000	0,1197	0,0000	0,1286			
1	124	50	148	56	0,3010	0,1139	0,2531	0,1020	2,2656**	0,7546	
2	65	55	86	53	0,1761	0,1088	0,1327	0,1122	2,4651**	0,1708	
3	52	49	61	51	0,1249	0,1043	0,1061	0,1000	1,1914	0,2396	
4	59	47	47	49	0,0969	0,1003	0,1204	0,0959	1,6819*	0,2483	
5	60	46	39	47	0,0792	0,0967	0,1224	0,0939	3,4634***	0,1333	
6	53	39	33	46	0,0669	0,0934	0,1082	0,0796	3,5601***	0,9710	
7	43	45	28	44	0,0580	0,0904	0,0878	0,0918	2,7222***	0,0359	
8	16	49	25	43	0,0512	0,0876	0,0327	0,1000	1,7562*	0,8935	
9	18	47	22	42	0,0458	0,0850	0,0367	0,0959	0,8477	0,7859	
Totais	490	490	490	490	1	1	1	1			
DAM observado 1º Dígito			0,03444	χ2 observado 1º Dígito			48,83048***				
DAM observado 2º Dígito			0,00742	χ2 observado 2º Dígito			3,76345				

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

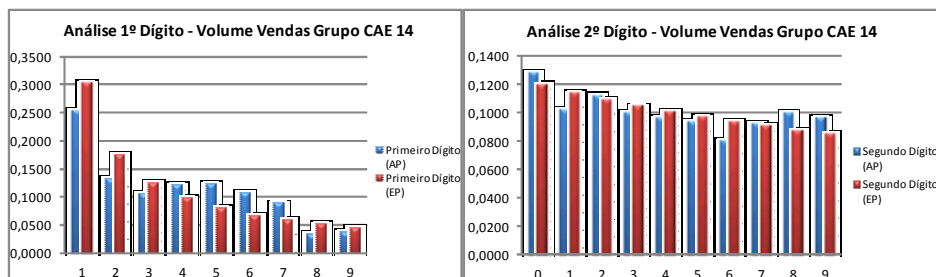


Figura 7: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB

A Indústria do Vestuário é aquela que apresenta maiores desvios dentro do Grupo 2. A Tabela XIII mostra, ao nível dos Dígitos que figuram como primeiro dígito, desvios consideráveis. Para α=1% encontram-se desvios nos Dígitos 5,6 e 7. Os Dígitos 1 e 2 apresentam desvios para um α=5% e desvios para nível de significância de 10% encontram-se os Dígitos 4 e 8. A análise global, pelo DAM e pelo χ2 também apresenta desvios relevantes. Pela Figura 7 pode-se de facto ver que o gráfico relativo a primeiro dígito apresenta as barras com desvios significativos.

Grupo 2 – CAE 15: Indústria do couro e dos produtos do couro

Tabela XIV: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 2–CAE 15

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo 2 - CAE 15											
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado		
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito	
0	0	30	0	35	0,0000	0,1197	0,0000	0,1027			
1	65	36	88	33	0,3010	0,1139	0,2226	0,1233	2,8578***	0,4134	
2	50	31	51	32	0,1761	0,1088	0,1712	0,1062	0,1411	0,0518	
3	37	32	36	30	0,1249	0,1043	0,1267	0,1096	0,0032	0,1983	
4	35	27	28	29	0,0969	0,1003	0,1199	0,0925	1,2269	0,3487	
5	29	33	23	28	0,0792	0,0967	0,0993	0,1130	1,1658	0,8456	
6	35	31	20	27	0,0669	0,0934	0,1199	0,1062	3,5009***	0,6506	
7	11	19	17	26	0,0580	0,0904	0,0377	0,0651	1,3605	1,4050	
8	13	34	15	26	0,0512	0,0876	0,0445	0,1164	0,3816	1,6416	
9	17	19	13	25	0,0458	0,0850	0,0582	0,0651	0,8790	1,1162	
Totais	292	292	292	292	1	1	1	1			
DAM observado 1º Dígito			0,02756			χ2 observado 1º Dígito			24,62963***		
DAM observado 2º Dígito			0,01453			χ2 observado 2º Dígito			8,72877		

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

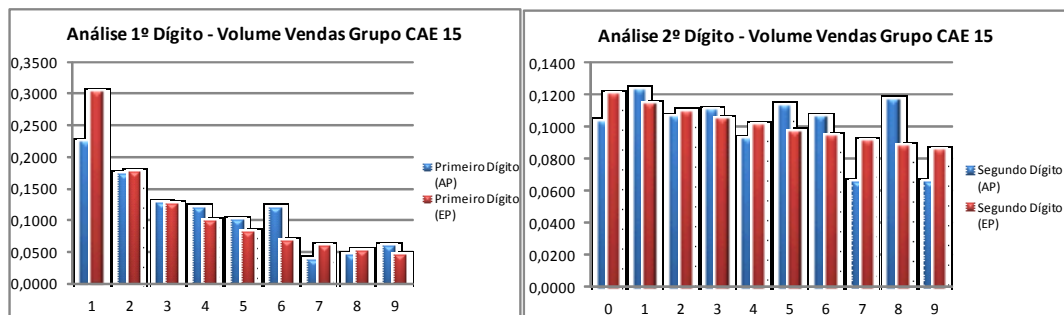


Figura 8: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB

Por último, a análise do CAE 15, Indústria do couro e dos produtos do couro, revela inconformidades ao nível do Primeiro dígito nos testes globais e nos testes individuais, para um $\alpha=1\%$, embora menos relevantes do que a Indústria do Vestuário, como revelam a Tabela XIV e a Figura 8.

4.1.2.3 GRUPO 3 - CAE 24 E 25

O Grupo 3 inclui as empresas da indústria metalúrgica e a fabricação de produtos metálicos, sendo que neste grupo não se detectam desvios significativos ao nível da análise individual, pela estatística Z, não se rejeita a hipótese de as frequências com que ocorrem os Dígitos 1 a 9 tanto para o primeiro como para o segundo dígito seguirem a Lei de Benford, como se pode confirmar pela Tabela XV e Figura 9.

Tabela XV: Lei de Benford - dos 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 3

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo 3										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	49	0	50	0,0000	0,1197	0,0000	0,1175		0,0613
1	119	44	126	47	0,3010	0,1139	0,2854	0,1055	0,6437	0,4612
2	79	37	73	45	0,1761	0,1088	0,1894	0,0887	0,6518	1,2389
3	58	52	52	44	0,1249	0,1043	0,1391	0,1247	0,7998	1,2807
4	38	46	40	42	0,0969	0,1003	0,0911	0,1103	0,3164	0,5985
5	35	34	33	40	0,0792	0,0967	0,0839	0,0815	0,2687	0,9635
6	33	44	28	39	0,0669	0,0934	0,0791	0,1055	0,8980	0,7679
7	26	37	24	38	0,0580	0,0904	0,0624	0,0887	0,2760	0,0302
8	15	33	21	37	0,0512	0,0876	0,0360	0,0791	1,2960	0,5226
9	14	41	19	35	0,0458	0,0850	0,0336	0,0983	1,0735	0,8878
Totais	417	417	417	417	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,01219	χ2 observado 1º Dígito			5,98712			
DAM observado 2º Dígito			0,01116	χ2 observado 2º Dígito			6,76391			

* Desvio significativo para $\alpha=10\%$. ** Desvio significativo para $\alpha=5\%$. *** Desvio significativo para $\alpha=1\%$

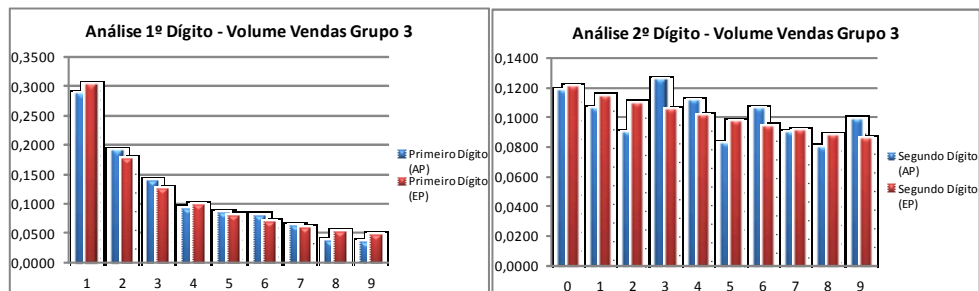


Figura 9: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB

4.1.2.4 GRUPO 4 - CAE 26, 27, 28, 29, 30 E 33

Nas Indústrias de fabrico de máquinas e equipamentos que compõem o Grupo 4, verifica-se que o DAM tanto para o primeiro como para o segundo dígito apresenta valores superiores ao aceitável de acordo com a Tabela IV, registando não conformidade com a Lei de Benford. No caso do teste individual encontramos um desvio significativo para um $\alpha=5\%$, no dígito 0, em segundo dígito, rejeitando-se a hipótese de o dígito zero seguir a Lei de Benford em segundo dígito dos Volumes de Vendas, como consta na Tabela XVI e Figura 10.

Tabela XVI: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas do Grupo 4

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo 4										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	31	0	44	0,0000	0,1197	0,0000	0,0840		2,0307**
1	102	49	111	42	0,3010	0,1139	0,2764	0,1328	0,9737	1,0610
2	75	43	65	40	0,1761	0,1088	0,2033	0,1165	1,3014	0,3920
3	48	41	46	38	0,1249	0,1043	0,1301	0,1111	0,2200	0,3410
4	41	31	36	37	0,0969	0,1003	0,1111	0,0840	0,8341	0,9555
5	29	37	29	36	0,0792	0,0967	0,0786	0,1003	0,0420	0,1455
6	20	42	25	34	0,0669	0,0934	0,0542	0,1138	0,8755	1,2604
7	29	35	21	33	0,0580	0,0904	0,0786	0,0949	1,5816	0,2107
8	14	34	19	32	0,0512	0,0876	0,0379	0,0921	1,0339	0,2185
9	11	26	17	31	0,0458	0,0850	0,0298	0,0705	1,3414	0,9080
Totais	369	369	369	369	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,01677	χ2 observado 1º Dígito			10,04117			
DAM observado 2º Dígito			0,01330	χ2 observado 2º Dígito			9,21084			

* Desvio significativo para $\alpha=10\%$. ** Desvio significativo para $\alpha=5\%$. *** Desvio significativo para $\alpha=1\%$

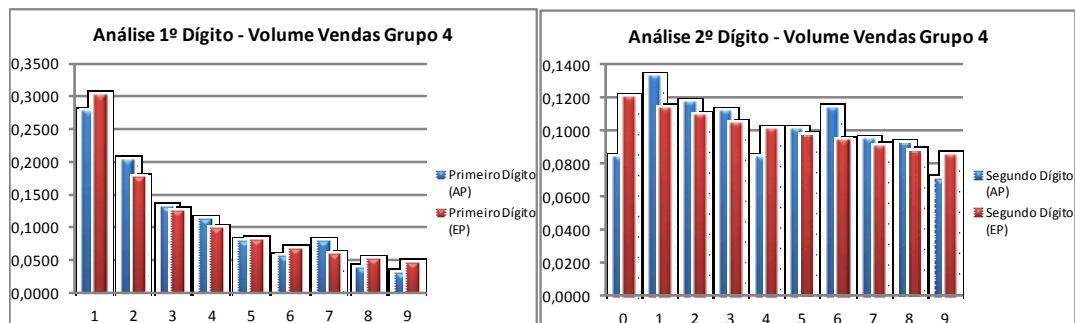


Figura 10: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB

4.1.2.5 GRUPO 5 - CAE 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 31E 32

Por último, o Grupo 5 contempla as restantes empresas do universo da Indústria Transformadora, que não foram incluídas nos grupos anteriores, contendo indústrias como madeira, pasta de papel, farmacêutica, entre outras. Neste grupo existe uma empresa com Volume de Vendas igual a zero, daí que o número de empresas em análise seja 809 e não 810.

Pela análise da Tabela XVII e Figura 11, verifica-se que se encontram inconformidades ao nível do segundo dígito, tanto para o DAM como para o χ^2 para um $\alpha=5\%$. Na análise da Estatística Z, encontram-se desvios nos dígitos 3 e 7 do segundo dígito para $\alpha=5\%$, o leva a rejeitar H_0 nestes dois dígitos.

Tabela XVII: Lei de Benford - 1^os e 2^os Dígitos do Volume Vendas do Grupo 5

Resultados da aplicação da Lei de Benford ao Grupo 5										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	115	0	97	0,0000	0,1197	0,0000	0,1422		1,9150
1	224	100	244	92	0,3010	0,1139	0,2769	0,1236	1,4588	0,8149
2	151	67	142	88	0,1761	0,1088	0,1867	0,0828	0,7423	2,3185**
3	115	77	101	84	0,1249	0,1043	0,1422	0,0952	1,4274	0,7939
4	91	68	78	81	0,0969	0,1003	0,1125	0,0841	1,4380	1,4804
5	61	82	64	78	0,0792	0,0967	0,0754	0,1014	0,3330	0,3912
6	57	64	54	76	0,0669	0,0934	0,0705	0,0791	0,3292	1,3341
7	34	90	47	73	0,0580	0,0904	0,0420	0,1112	1,8676*	2,0119**
8	43	77	41	71	0,0512	0,0876	0,0532	0,0952	0,1784	0,7035
9	33	69	37	69	0,0458	0,0850	0,0408	0,0853	0,5919	0,0299
Totais	809	809	809	809	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,01222		χ2 observado 1º Dígito			10,37189		
DAM observado 2º Dígito			0,01315		χ2 observado 2º Dígito			18,28315**		

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

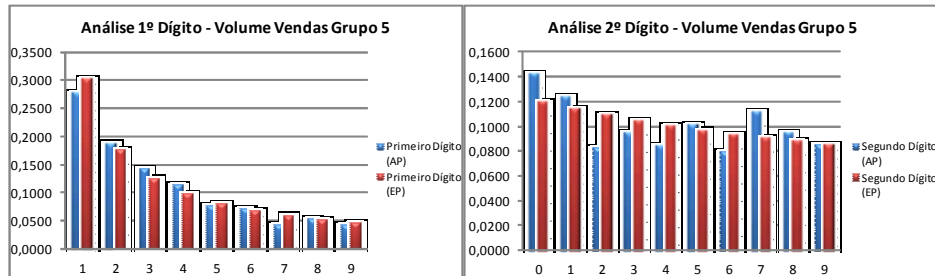


Figura 11: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1^os 2^os Dígitos conforme LB

4.1.3 ANÁLISE PRIMEIRO E SEGUNDO DÍGITOS DO VOLUME DE VENDAS POR ANTIGUIDADE

Pretende-se avaliar se há diferença na propensão a desvios entre empresas mais antigas e as mais recentes. A base de dados foi dividida entre empresas com data de constituição até ao ano anterior à entrada de Portugal na então CEE, em 1 de Janeiro de 1986, e empresas com data de constituição após a entrada na CEE e até 2011 inclusive, data de referência dos dados financeiros em análise.

4.1.3.1 GRUPO DE EMPRESAS COM ANO CONSTITUIÇÃO ATÉ 1985

Para o grupo que integra as empresas com ano de constituição até 1985 inclusive, na análise global através do DAM e do χ^2 , não são detectadas inconformidades com a Lei de Benford. No caso da análise individual verifica-se que se rejeita a hipótese de o dígito 2 seguir a Lei de Benford ao nível do primeiro dígito, para um $\alpha=5\%$. O mesmo dígito enquanto segundo dígito regista inconformidade com a Lei de Benford para um nível de significância de 10%, como nos mostra a Tabela XVIII e a Figura 12.

Tabela XVIII: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos do Volume Vendas, empresas até 1985

Resultados da aplicação da Lei de Benford - Empresas até 1985										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	171	0	158	0,0000	0,1197	0,0000	0,1297		1,0831
1	387	140	397	150	0,3010	0,1139	0,2936	0,1062	0,5559	0,8330
2	265	122	232	143	0,1761	0,1088	0,2011	0,0926	2,3439**	1,8510*
3	158	134	165	138	0,1249	0,1043	0,1199	0,1017	0,5139	0,2709
4	145	137	128	132	0,0969	0,1003	0,1100	0,1039	1,5617	0,3937
5	96	125	104	127	0,0792	0,0967	0,0728	0,0948	0,8019	0,1790
6	87	114	88	123	0,0669	0,0934	0,0660	0,0865	0,0811	0,8111
7	69	131	76	119	0,0580	0,0904	0,0524	0,0994	0,8171	1,0969
8	61	130	67	115	0,0512	0,0876	0,0463	0,0986	0,7400	1,3723
9	50	114	60	112	0,0458	0,0850	0,0379	0,0865	1,2929	0,1455
Totais	1.318	1.318	1.318	1.318	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito		0,00952		χ2 observado 1º Dígito		11,29618				
DAM observado 2º Dígito		0,00707		χ2 observado 2º Dígito		9,04363				

* Desvio significativo para $\alpha=10\%$. ** Desvio significativo para $\alpha=5\%$. *** Desvio significativo para $\alpha=1\%$

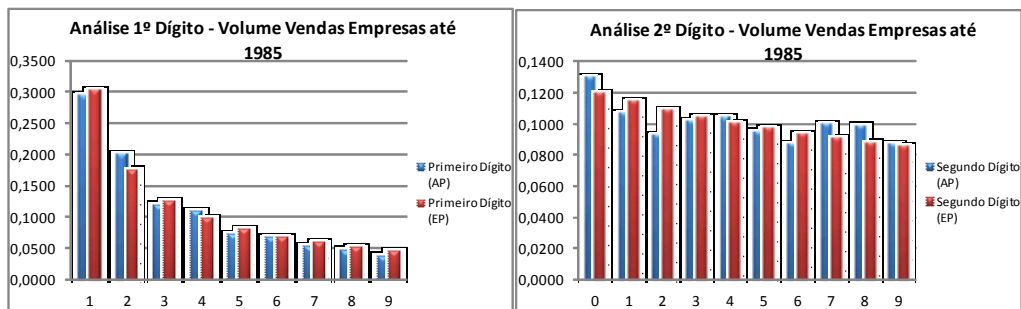


Figura 12: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB

4.1.3.2 GRUPO DE EMPRESAS ANO CONSTITUIÇÃO DE 1986 A 2011

A Tabela XIX e a Figura 13 mostram-nos, neste grupo de empresas mais recentes, que pela análise global se verifica que o DAM apresenta um resultado de inconformidade ao nível do primeiro dígito, sendo complementada com o χ^2 , que apresenta um desvio significativo no primeiro dígito, para um nível de significância de 1%.

Quando se efectua uma análise individual, dígito a dígito, rejeita-se a hipótese de os valores seguirem a Lei de Benford em três dígitos (1,5 e 6) no caso do primeiro dígito, para um $\alpha=1\%$, e no dígito 4 ao nível do segundo dígito, para $\alpha=5\%$.

Tabela XIX: Lei de Benford - 1^{os} e 2^{os} Dígitos do Volume Vendas, empresas. 1986 a 2011

Resultados da aplicação da Lei de Benford - Empresas de 1986 a 2011										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	199	0	201	0,0000	0,1197	0,0000	0,1186		0,0994
1	435	209	505	191	0,3010	0,1139	0,2592	0,1246	3,7056***	1,3365
2	279	175	295	183	0,1761	0,1088	0,1663	0,1043	1,0242	0,5568
3	226	167	210	175	0,1249	0,1043	0,1347	0,0995	1,1704	0,6041
4	176	141	163	168	0,0969	0,1003	0,1049	0,0840	1,0633	2,1792**
5	166	180	133	162	0,0792	0,0967	0,0989	0,1073	2,9504***	1,4271
6	143	171	112	157	0,0669	0,0934	0,0852	0,1019	2,9462***	1,1593
7	112	142	97	152	0,0580	0,0904	0,0667	0,0846	1,4820	0,7758
8	69	154	86	147	0,0512	0,0876	0,0411	0,0918	1,8099*	0,5663
9	72	140	77	143	0,0458	0,0850	0,0429	0,0834	0,5001	0,1861
Totais	1.678	1.678	1.678	1.678	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,01612	χ2 observado 1º Dígito			35,48199***			
DAM observado 2º Dígito			0,00680	χ2 observado 2º Dígito			11,06574			

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

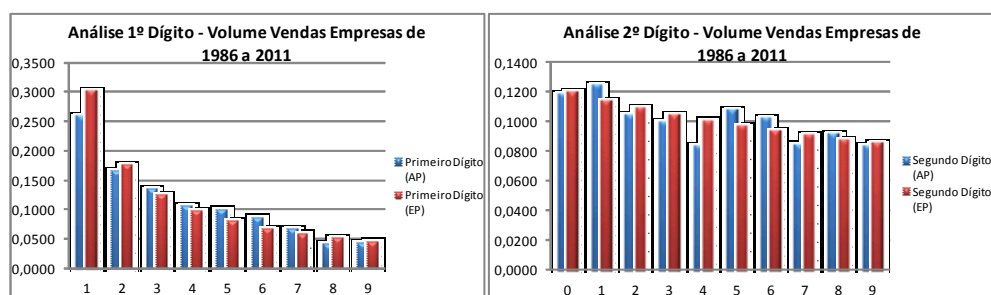


Figura 13: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1^{os} 2^{os} Dígitos conforme LB

4.1.4 ANÁLISE VOLUME DE VENDAS POR DIMENSÃO DA EMPRESA

Para esta análise o total da Base de Dados foi dividido em três grupos, de acordo com a Tabela VII. Apresentam-se de seguida os resultados obtidos para cada uma desses grupos, efectuando uma análise global dos dígitos em cada posição, através do DAM e do χ^2 e uma análise dígito a dígito através da Estatística Z, tal como efectuado nos pontos anteriores.

4.1.4.1 GRUPO DE EMPRESAS ATÉ 49 COLABORADORES

Neste primeiro grupo onde constam as empresas de menor dimensão cujo número de trabalhadores não vai além dos 49, na análise do DAM encontra-se uma inconformidade para o conjunto dos dígitos que compõem a posição de primeiro dígito, uma vez que o resultado é de 0,2020 bem acima do valor máximo de referência de 0,012. No caso do teste do χ^2 vem confirmar a inconformidade encontrada no DAM, para um nível de significância de 1%.

No teste Z verifica-se que se rejeita H_0 em quatro valores, 2, 7, 8 e 9, para o primeiro dígito dos números do Volume de Vendas, com um nível de significância de 1% para os dígitos 2, 8 e 9 e

com nível de significância de 5% para o dígito 7. Também se encontra uma inconformidade ao nível do segundo dígito com um $\alpha=10\%$ para o dígito 0. Perante estes resultados somos levados a rejeitar H_0 , para os dígitos identificados com os níveis de significância referidos. Detalhes na Tabela XX e Figura 14.

Tabela XX: Lei de Benford - 1^{os} e 2^{os} Dígitos Volume Vendas, emp.. até 49 Empregados

Resultados da aplicação da Lei de Benford - Empresas até 49 Colaboradores										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	125	0	108	0,0000	0,1197	0,0000	0,1390		1,7374*
1	280	104	271	102	0,3010	0,1139	0,3115	0,1157	0,6452	0,1168
2	198	89	158	98	0,1761	0,1088	0,2202	0,0990	3,4318***	0,8922
3	129	92	112	94	0,1249	0,1043	0,1435	0,1023	1,6320	0,1410
4	94	80	87	90	0,0969	0,1003	0,1046	0,0890	0,7190	1,0744
5	62	98	71	87	0,0792	0,0967	0,0690	0,1090	1,0726	1,1949
6	50	87	60	84	0,0669	0,0934	0,0556	0,0968	1,2924	0,2930
7	35	70	52	81	0,0580	0,0904	0,0389	0,0779	2,3737**	1,2479
8	27	81	46	79	0,0512	0,0876	0,0300	0,0901	2,7986***	0,2094
9	24	73	41	76	0,0458	0,0850	0,0267	0,0812	2,6553***	0,3483
Totais	899	899	899	899	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito		0,02020		χ^2 observado 1º Dígito		36,81483***				
DAM observado 2º Dígito		0,00788		χ^2 observado 2º Dígito		8,11730				

* Desvio significativo para $\alpha=10\%$. ** Desvio significativo para $\alpha=5\%$. *** Desvio significativo para $\alpha=1\%$

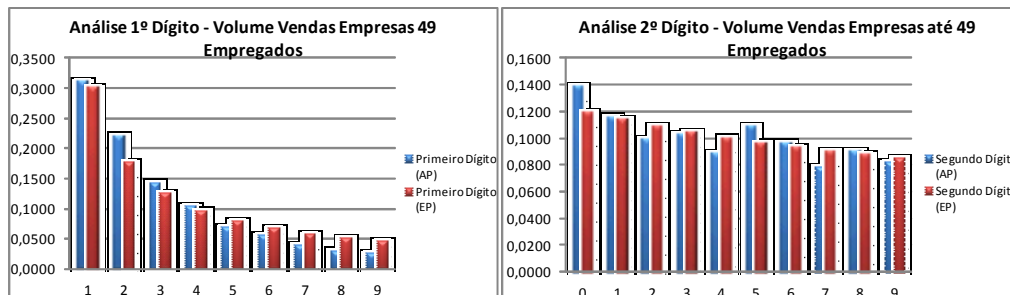


Figura 14: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1^{os} 2^{os} Dígitos conforme LB

4.1.4.2 GRUPO DE EMPRESAS DE 50 A 99 COLABORADORES

Este grupo que contempla as empresas com dimensão a variar entre 50 e 99 colaboradores, encontram-se três valores, encontram-se até agora os desvios mais significativos ao nível do primeiro dígito.

Em termos de análise global verifica-se que o DAM excede bastante o respectivo valor crítico, apresentando um valor observado de 0,02388 enquanto, que o valor crítico aceitável é de 0,015. O teste do χ^2 , apresenta também um valor (68,8284) mais de três vezes superior ao respectivo valor crítico (20,09) para um nível de significância de 1%.

O teste da Estatística Z, identifica onde se encontram os grandes desvios estatisticamente significativos. Os dígitos 1, 5 e 6 apresentam valores muito superiores ao valor crítico considerado para o nível de significância de 1%. Para além destes ainda encontramos os dígitos 4 e 7, com valores superiores ao valor crítico para $\alpha=10\%$, como se comprova pelos resultados apresentados na Tabela XXI e na Figura 15.

Tabela XXI: Lei de Benford - 1ºs e 2ºs Dígitos Volume Vendas emp. 50 a 99 Empregados

Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	143	0	148	0,0000	0,1197	0,0000	0,1158		0,3773
1	276	148	372	141	0,3010	0,1139	0,2235	0,1198	5,9101***	0,6132
2	202	120	217	134	0,1761	0,1088	0,1636	0,0972	1,1186	1,2696
3	157	128	154	129	0,1249	0,1043	0,1271	0,1036	0,1894	0,0323
4	140	113	120	124	0,0969	0,1003	0,1134	0,0915	1,9061*	0,9833
5	135	121	98	119	0,0792	0,0967	0,1093	0,0980	3,8687***	0,1063
6	125	119	83	115	0,0669	0,0934	0,1012	0,0964	4,7615***	0,3112
7	87	119	72	112	0,0580	0,0904	0,0704	0,0964	1,8116*	0,6864
8	61	117	63	108	0,0512	0,0876	0,0494	0,0947	0,2161	0,8407
9	52	107	57	105	0,0458	0,0850	0,0421	0,0866	0,5461	0,1559
Totais	1.235	1.235	1.235	1.235	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,02388	χ2 observado 1º Dígito			68,8284***			
DAM observado 2º Dígito			0,00501	χ2 observado 2º Dígito			4,43821			

* Desvio significativo para $\alpha=10\%$. ** Desvio significativo para $\alpha=5\%$. *** Desvio significativo para $\alpha=1\%$

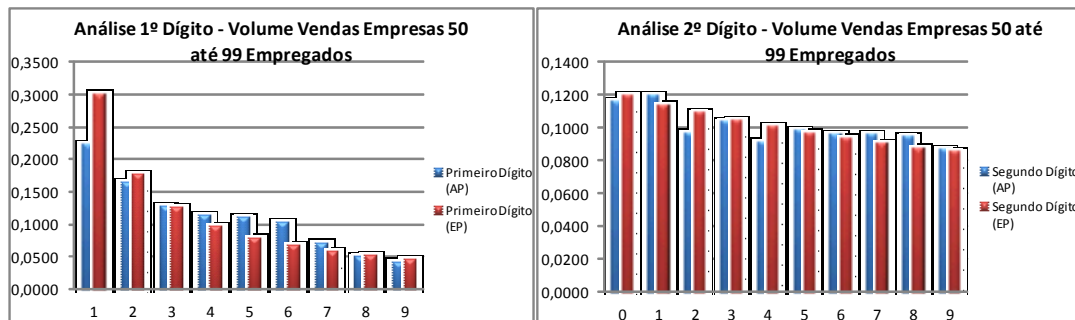


Figura 15: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB

4.1.4.3 GRUPO DE EMPRESAS COM 100 OU MAIS COLABORADORES

O grupo que respeita às empresas de maior dimensão, verifica conformidade com a Lei de Benford na análise global aos dígitos de cada posição, uma vez que tanto o DAM como o teste do χ^2 apresentam os valores observados dentro dos respectivos valores críticos. Na análise individual encontramos todos os resultados do Z observado dentro da zona de aceitação de H_0 , tanto para os dígitos da primeira como da segunda posição e para os níveis de significância considerados. A Tabela XXII e a Figura 16 apresentam os resultados.

Tabela XXII: Lei de Benford - 1º e 2ºs Dígitos Volume Vendas emp. 100 mais Empregados

Resultados da aplicação da Lei de Benford - Empresas 100 ou mais Colaboradores										
Dígito	Nº de Empresas				Valores Esperados		Valores Obtidos		Z observado	
	Posição dos Dígitos				Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos		Posição dos Dígitos	
	Primeiro Dígito (AC)	Segundo Dígito (AC)	Primeiro Dígito (EC)	Segundo Dígito (EC)	Primeiro Dígito (EP)	Segundo Dígito (EP)	Primeiro Dígito (AP)	Segundo Dígito (AP)	Primeiro Dígito	Segundo Dígito
0	0	102	0	103	0,0000	0,1197	0,0000	0,1183		
1	266	97	259	98	0,3010	0,1139	0,3086	0,1125	0,4464	0,0722
2	144	88	152	94	0,1761	0,1088	0,1671	0,1021	0,6519	0,5801
3	98	81	108	90	0,1249	0,1043	0,1137	0,0940	0,9474	0,9395
4	87	85	84	86	0,0969	0,1003	0,1009	0,0986	0,3412	0,1095
5	65	86	68	83	0,0792	0,0967	0,0754	0,0998	0,3474	0,2494
6	55	79	58	80	0,0669	0,0934	0,0638	0,0916	0,3009	0,1158
7	59	84	50	78	0,0580	0,0904	0,0684	0,0974	1,2403	0,6673
8	42	86	44	75	0,0512	0,0876	0,0487	0,0998	0,2464	1,2067
9	46	74	39	73	0,0458	0,0850	0,0534	0,0858	0,9873	0,0284
Totais	862	862	862	862	1	1	1	1		
DAM observado 1º Dígito			0,00740	χ2 observado 1º Dígito			4,67604			
DAM observado 2º Dígito			0,00464	χ2 observado 2º Dígito			3,36328			

* Desvio significativo para α=10%. ** Desvio significativo para α=5%. *** Desvio significativo para α=1%

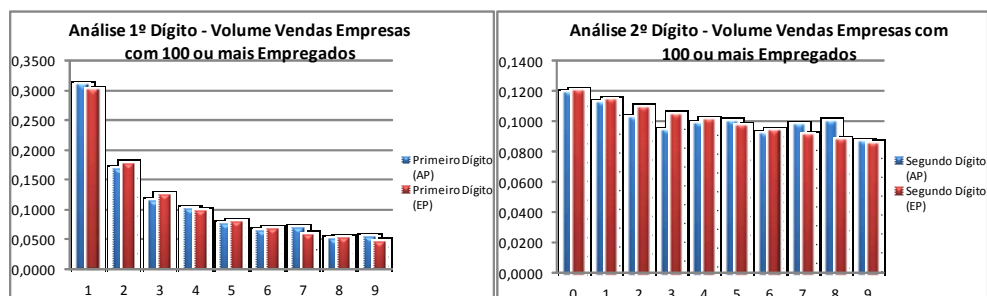


Figura 16: Frequências Observadas vs Freq. Esperadas 1ºs 2ºs Dígitos conforme LB

CAPITULO V – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E INVESTIGAÇÃO FUTURA

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento pretendeu dar um contributo na detecção de fraude nos registos contabilísticos e dar a conhecer a Lei de Benford como ferramenta poderosa e simples de utilizar com as ferramentas informáticas que existem hoje em dia.

A Lei de Benford é uma lei compreensível de uma forma simples e clara, perceptível para qualquer individuo sem conhecimentos acerca deste tema. Para exemplificar uma das multivariadas utilizações que lei pode ter, foi a mesma aplicada aos dados de Volume de Vendas das três mil maiores empresas da Indústria Transformadora em Portugal.

Esta é uma ferramenta que pode ser de grande utilidade para os auditores nos processos de auditoria (Nigrini, 2012). O estudo efectuado às empresas portuguesas vem comprovar isso mesmo. A análise efectuada partindo do estudo a todas as empresas para o detalhe por CAEs, por antiguidade e por número de colaboradores permitiu-nos concluir que haverá alguns sectores de actividade aos quais deveria ser prestada uma maior atenção, nomeadamente os sectores da Indústria do Vestuário e também o sector dos Produtos de Couro, pois são os que apresentam desvios mais significativos. A estes dois sectores, eventualmente, seria interessante efectuar uma análise das transacções que compõem o Volume de Vendas, para perceber quais as empresas que contribuem para os desvios observados e a partir daí efectuar observações detalhadas no sentido de concluir se os desvios se devem a falta de controlos, erros de registo contabilístico, duplicações de registos, ou se o factor fraude é a causa.

Em relação à antiguidade verifica-se que as empresas mais recentes apresentam mais desvios do que as mais antigas. Aqui também para mais resultados se teria que ir a um maior detalhe.

No que concerne ao estudo efectuado por escalões de dimensão das empresas, encontram-se desvios nos dois grupos que compõem as empresas de menor dimensão. No grupo de empresas com 100 ou mais colaboradores verifica-se que segue de perto a Lei de Benford, possivelmente porque têm mais recursos humanos e técnicos para efectuar controlos.

Assim, conclui-se, que o estudo efectuado às empresas portuguesas segue as orientações dadas pela revisão de literatura, reforçando os estudos já efectuados sobre a Lei de Benford.

5.2 CRÍTICAS E LIMITAÇÕES

Este estudo teve como base os dados financeiros do exercício económico de 2011, ou seja, em plena crise económica e financeira, o que poderá de alguma forma enviesar a amostra, pois pode não ser o reflexo da actuação normal das empresas, mas sim reflectir estes tempos conturbados.

Por outro lado o facto de não haver acesso a dados detalhados sobre as transacções efectuadas pelas empresas que compõem os respectivos Volumes de Vendas, se revela limitativo, pois a Lei de Benford aplica-se muito melhor a dados desagregados, com resultados mais rigorosos.

5.3 INVESTIGAÇÃO FUTURA

As sugestões de investigações futuras surgem precisamente como estudos que poderão eventualmente colmatar as limitações acima enumeradas.

Poderia ser interessante efectuar um estudo às mesmas empresas mas ao longo de alguns anos, de forma a cobrir o espaço temporal de antes da crise e no momento actual, ou separar em dois espaços temporais, antes da crise e actualmente, e depois comparar.

Importante seria também analisar os sectores de actividade, onde se detectaram os maiores desvios, ao nível das transacções efectuadas por estas empresas ao invés de analisar apenas os Volumes de Vendas. Sendo que esta análise, relativa ao exercício económico de 2013, já será possível uma vez que, com a obrigatoriedade de comunicação da facturação à Autoridade Tributária e Aduaneira, poderão estar disponíveis para estudo o detalhe das transacções.

REFERÊNCIAS

- Abrantes-Metz, R. Judge, G. e Villas-Boas B. (2011). Tracking the Libor rate. *Applied Economic Letters* (18-10), 893-899.
- Association of Certified Fraud Examiners (2012). Report to the Nations on occupational fraud and abuse, 2012 Global Fraud Study, [em linha]. Disponível em: http://www.acfe.com/uploadedFiles/ACFE_Website/Content/rtnn/2012-report-to-nations.pdf [Acesso em 2013/06/16].
- Benford, F. (1938). The Law of Anomalous Numbers. *Proceedings of the American Philosophical Society* 78 (4), 551-572.
- Carslaw, C. (1988). Anomalies in Income Numbers: Evidence of Goal Oriented Behavior. *The Accounting Review* 63 (2), 321-327.
- Cleary, R. e Thibodeau, C. (2005). Applying digital analysis using Benford's Law to detect fraud: The dangers of Type I Errors. *Auditing: A journal of practice & theory* 24 (1) 77-81.
- Comissão Europeia, (1996). Recomendação da Comissão 96/280/CE, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*. 199604 (L107), 4-9.
- Durtschi, C. Hillison, W. e Pacini C. (2004). The effective use of Benford's Law to assist in detecting fraud in accounting data. *Journal of Forensic Accounting* 5, 17-34.
- Eisenhardt, K. (1989). Agency Theory: An Assessment and Review. *The Academy of Management Review* 14 (1), 57-74.
- Guan, L. Lin, F. e Fang, W. (2008). Goal-Oriented Earnings Management: Evidence from Taiwanese Firms. *Emerging Markets Finance & Trade* 44 (4) 19-32.
- Hill, T. e Berger, A. (2011). Benford's Law Strikes Back: No Simple Explanation in Sight for Mathematical Gem. *Springer Science+Business, Media, LLC* 33 (1), 85-90.
- Hill, T. (1995). A Statistical Derivation of the Significant-Digit Law. *Statistical Science* 10 (4) 354-363.

Hill, T. (1995a). The Significant-Digit Phenomenon. *The American Mathematical Monthly* 102 (4) 322-327.

IFAC – International Federation of Accountants (2009). ISA 200 – Overall objectives of the independent auditor and the conduct of an audit in accordance with international standards on auditing [em linha]. Disponível em: <http://www.ifac.org/sites/default/files/publications/files/A009%202012%20IAASB%20Handbook%20ISA%20200.pdf> [Acesso em 2013/03/14].

IFAC – International Federation of Accountants (2009). ISA 240 – The auditor's responsibilities relating to fraud an audit of financial statements [em linha]. Disponível em: <http://www.ifac.org/sites/default/files/publications/files/A013%202012%20IAASB%20Handbook%20ISA%20240.pdf> [Acesso em 2013/03/14].

IFAC – International Federation of Accountants (2009) ISA 520 – Analytical Procedures [em linha]. Disponível em: <http://www.ifac.org/sites/default/files/publications/files/A027%202012%20IAASB%20Handbook%20ISA%20520.pdf> [Acesso em 2013/03/14].

Jensen, M. e Meckling, W. (1976). Theory of Firm: Managerial Behaviour, Agency Costs and Owner ship Structure. *Journal of Financial Economics* 3 (4) 305-360.

Judge, G, e Schechter, L. (2009). Detecting Problems in Survey Data Using Benford's Law. *The Journal of Human Resources* 44 (1), 1-24.

Kemper, A. e Martin R. (2010). After the fall: The global financial crisis as a test of corporate social responsibility theories. *European Management Review* (7), 229–239.

Newbold, P. William, C. e Thorne B. (2013). *Statistics for Business and Economics*, 8ª Ed. Edinburgh Gate: Pearson International Edition.

Newcomb, S. (1881). Note on the Frequency of use of the Different Digits in Natural Numbers. *American Journal of Mathematics* 4 (1), 39-40.

- Nigrini, M. e Miller, J. (2009). Data Diagnostics Using Second-Order Tests of Benford's Law. *Auditing: A Journal of Practice & Theory* 28 (2) 305-328.
- Nigrini, M. e Mittermaier J. (1997), The Use of Benford's Law as an Aid in Analytical Procedures. *A Journal of Practice & Theory* 16 (2) 52-67.
- Nigrini, M. (1999). I've Got Your Number, how a mathematical phenomenon can help CPAs uncover fraud and other irregularities. *Journal of Accountancy* (Maio) 79-83
- Nigrini, M. e Drake D. (2000). Computer assisted analytical procedures using Benford's Law. *Journal of Accounting Education* (18), 127-146.
- Nigrini, M. (2000a). Continuous Auditing. [em linha] Disponível em: http://aaahq.org/audit/midyear/01midyear/papers/nigrini_continuous_audit.pdf [Acesso a 2013/03/21].
- Nigrini, M. (2000b). *Digital Analysis Using Benford's Law: Tests and Statistics for Auditors*, 2ª Ed. Vancouver: Global Audit Publications.
- Nigrini, M. (2012). *Benford's Law: Applications for Forensing Accounting, Auditing, and Fraud Detection*, 1ª Ed. New Jersey: Wiley Corporate F&A.
- Odueke, A. e Weir, G. (2012). Triage in Forensic Accounting using Zipf's Law [em linha]. Disponível em: http://www.academia.edu/1581037/Triage_in_Forensic_Accounting_using_Zipfs_Law. [Acesso a 2013/03/15].
- Pimenta, C. e Afonso, O. (2012). Notes on the epistemology of fraud, Working Papers [em linha] Disponível em: http://www.gestaodefraude.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=76 [Acesso em: 2013/03/04].
- Pinkham, R. (1961). On the distribution of first significant digits. *Annals of Mathematical Statistics* (32), 1223–1230.

Raimi, R. (1969). On the Distribution of First Significant Figures. *The American Mathematical Monthly* 76 (4), 342-348.

Raimi, R. (1976). The First Digit Problem. *The American Mathematical Monthly* 83 (7), 521-538.

Raimi, R. (1985). The First Digit Phenomenon Again. *Proceedings of the American Philosophical Society* 129 (2), 211-219.

Sehity, T. Hoelzl, E. e Kircheler, E. (2005). Price developments after a nominal shock: Benford's Law and psychological pricing after the euro introduction. *International Journal of Research in Marketing* (22), 471-480.

Sutherland, E. (1940). White-Collar Criminality. *American Sociological Review* 5 (1), 1-12.

Varian, H. (1972). Benford's Law. *The American Statistician* 26 (3), 65-66.

ANEXO

Tabela A – Divisão do número de empresas por CAE e agregação para análise

CAE 2 DÍGITOS	DESCRITIVO CAE 2 DÍGITOS - INDÚSTRIA TRANSFORMADORA	Nº EMPRESAS
10	Indústrias alimentares	372
11	Indústria das bebidas	48
Grupo 1 - Total CAE 10/11		420
13	Fabricação de têxteis	200
14	Indústria do vestuário	492
15	Indústria do couro e dos produtos do couro	292
Grupo 2 - Total CAE 13/14/15		984
24	Indústrias metalúrgicas de base	52
25	Fabricação de produtos metálicos excepto máquinas e equipamentos	365
Grupo 3 - Total CAE 24/25		417
26	Fabricação de equipamentos informáticos equipamento para comunicações e produtos electrónicos e ópticos	27
27	Fabricação de equipamento eléctrico	63
28	Fabricação de máquinas e de equipamentos n.e.	106
29	Fabricação de veículos automóveis reboques semi-reboques e componentes para veículos automóveis	94
30	Fabricação de outro equipamento de transporte	25
33	Reparação manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	54
Grupo 4 - Total CAE 26/27/28/29/30/33		369
12	Indústria do tabaco	3
16	Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, excepto mobiliário; Fabricação de obras de cestaria e de espartaria	99
17	Fabricação de pasta de papel de cartão e seus artigos	55
18	Impressão e reprodução de suportes gravados	59
19	Fabricação de coque produtos petrolíferos refinados e de aglomerados de combustíveis	1
20	Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais excepto produtos farmacêuticos	69
21	Fabricação de produtos farmacêuticos de base e de preparações farmacêuticas	33
22	Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas	132
23	Fabrico de outros produtos minerais não metálicos	195
31	Fabrico de mobiliário e de colchões	126
32	Outras indústrias transformadoras	38
Grupo 5 - Total CAE 12/16/17/18/19/20/21/22/23/31/32		810
Total Empresas em análise		3.000