

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS**

JOSÉ FELIPE PEREIRA DA SILVA

**UMA METODOLOGIA NA ESTIMAÇÃO DE RISCO DE AUDITORIA
BASEADA EM SOFTWARES DE DETECÇÃO E NA TEORIA DOS JOGOS**

**RECIFE
2016**

JOSÉ FELIPE PEREIRA DA SILVA

UMA METODOLOGIA NA ESTIMAÇÃO DE RISCO DE AUDITORIA BASEADA
EM SOFTWARES DE DETECÇÃO E NA TEORIA DOS JOGOS

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Contábeis da
Universidade Federal de Pernambuco como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ciências Contábeis

Orientador: Prof. Dr. Wilton Bernardino da
Silva

Coorientador: Prof. Dr. Raydonal Ospina
Martínez

RECIFE
2016

,Catalogação na Fonte
Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

S586m Silva, José Felipe Pereira da

Uma metodologia na estimação de risco de auditoria baseada em softwares de detecção e na teoria dos jogos / José Felipe Pereira da Silva. - 2017.
79 folhas : il. 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Wilton Bernardino da Silva e Coorientador Prof. Dr. Raydonal Ospina Martinez.

Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, 2017.

Inclui referências e anexos.

1. Avaliação de riscos. 2. Auditoria. 3. Fraude. I. Silva, Wilton Bernardino da (Orientador). II. Ospina Martinez, Raydonal (Coorientador). III. Título.

657. 45 CDD (22.ed.)

UFPE (CSA 2017 -178)

JOSÉ FELIPE PEREIRA DA SILVA

**UMA METODOLOGIA NA ESTIMAÇÃO DE RISCO DE AUDITORIA BASEADA
EM SOFTWARES DE DETECÇÃO E NA TEORIA DOS JOGOS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Contábeis da
Universidade Federal de Pernambuco como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ciências Contábeis

Aprovada em 27/06/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Wilton Bernardino da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Raydonal Ospina Martinez (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Filipe Costa de Souza (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Orleans Martins da Silva (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Aos meus pais, filha, irmãos, esposa,
orientador, colegas do mestrado, professores e
amigos dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela possibilidade de ingressar no mestrado no momento oportuno, onde pude conciliar o curso com minha vida profissional contábil, como Controlador Geral do Município e professor especialista.

Aos meus pais Jonas Pereira da Silva e Maria Cristina Pereira da Silva, pelo incentivo e apoio ao meu ingresso e formação superior em Contabilidade.

A minha filha Maria Cecília que sempre será minha fonte inspiradora, a qual mesmo nas noites e madrugadas de muito trabalho, me presenteava com um sorriso divino que alimenta minha alma e me estimulava a continuar lutando.

À minha esposa Milena Silva que muito me ajudou e incentivou nessa caminhada árdua, sendo por muitas vezes testemunha de minha “ausência”, mesmo estando presente em nosso lar, nos finais de semana e em férias que tão costumeiramente eram desfrutados com a minha companhia.

Agradeço à minha família, especialmente aos meus irmãos Cleyton Chermam e Jonas Junior, que foram bons conselheiros e amigos de verdade nos momentos mais difíceis da minha vida.

Agradeço, imensamente, ao meu orientador, Professor Wilton Bernardino Silva, Dr., primeiramente pelo incentivo, ajuda, paciência e dedicação, por sempre acreditar quando pensei em desistir. Serei grato sempre!

Agradeço, também ao Professor Raydonal Ospina, Dr., pelas orientações e importantíssimas contribuições na consecução do presente trabalho. Muito Obrigado!

Agradeço ao meu ex-professor, chefe e amigo Caio Mulatinho, que sempre me motivou a dar mais esse passo tão importante e necessário à minha carreira acadêmica.

Agradeço também ao meu grande amigo Mauricio, que nos momentos difíceis do Mestrado, tornou-se um amigo e irmão para que todas as dificuldades fossem superadas.

A todos os professores do programa com quem tive a satisfação de vivenciar momentos especiais de aprendizado, que me acompanharão por toda a existência e aos colegas do mestrado com os quais pude compartilhar momentos de aprendizado, bem como de preocupações e de crescimento coletivo.

Por fim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra, embora não mencionados individualmente, contribuíram para a execução deste trabalho. Muito obrigado.

“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu. É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu. É sobre ser abrigo e também ter morada em outros corações. E assim ter amigos contigo em todas as situações...”.

(Ana Vilela)

RESUMO

Nos últimos 30 anos, as partes interessadas do mercado financeiro têm acompanhado o envolvimento de empresas de grande porte em casos frequentes de fraude contábil. Escândalos corporativos emblemáticos como das companhias Enron, WorldCom e Petrobras, levaram os investidores e profissionais inseridos no mercado financeiro a exigirem das empresas a implementação de instrumentos eficientes de detecção de fraudes. Este trabalho foi desenvolvido a partir da modelagem proposta por Cavusoglu e Raghunathan (2004) que trata da programação de uma estrutura de gestão de riscos a partir da configuração de um software e busca estabelecer uma conexão entre a estimativa de risco financeiro a partir de um software de detecção e o uso da teoria dos jogos. O modelo proposto foi aplicado a uma base de dados financeiro-contábeis de duas empresas brasileiras de capital aberto com ativos negociados na BM&F BOVESPA, a Mundial SA e a Technos SA, as quais pertencem ao segmento de tecidos, vestuário e calçados (acessórios). No caso da Mundial SA, há condenações feitas com base em processos de investigação por fraude contábil pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) no Brasil. Os resultados da metodologia aqui desenvolvida evidenciam que as estimativas de riscos da empresa Mundial SA foram alcançadas a um elevado poder de detecção de fraude com baixa probabilidade de gerar falsos alertas. Sendo assim, ficou constatado a efetividade do modelo ao discriminar as duas empresas no que tange ao risco de manipulação fraudulenta em seus ativos.

Palavras-chave: Software de detecção. Fraude. Risco Financeiro. Modelo.

ABSTRACT

Over the past 30 years, financial market stakeholders have been following the involvement of large companies in frequent cases of accounting fraud. Emblematic corporate scandals such as Enron, WorldCom and Petrobras have prompted investors and professionals in the financial market to require companies to implement effective fraud detection tools. This work was developed from the model proposed by Cavusoglu and Raghunathan (2004), which deals with the programming of a risk management structure from the configuration of a software and seeks to establish a connection between the estimation of financial risk from software And the use of game theory. The proposed model was applied to a financial-accounting database of two Brazilian publicly traded companies with assets traded on BM & F BOVESPA, Mundial SA and Technos SA, which belong to the segment of fabrics, clothing and footwear (accessories). In the case of Mundial SA, there are convictions made on the basis of investigation procedures for accounting fraud by the Brazilian Securities and Exchange Commission (CVM) in Brazil. The results of the methodology developed here demonstrate that the estimates of risks of the company Mundial SA have been reached to a high power of detection of fraud with low probability of generating false warnings. Therefore, it was verified the effectiveness of the model in discriminating the two companies regarding the risk of fraudulent manipulation in their assets.

Keywords: Detection software. Fraud. Financial Risk. Fashion model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição do risco de auditoria.....	20
Figura 2 - Volume de operações de venda do ativo.....	29
Figura 3 - Cotação do ativo financeiro MNDL3 (2010-2011).....	30
Figura 4 - Gráficos de curvas ROC para vários valores de r ($r = 0.1, 0.3$ e 1).....	33
Figura 5 - Variação do saldo contábil das Contas a Receber (Mundial SA).....	44
Figura 6 - Análise do saldo contábil dos Estoques (Mundial SA).....	45
Figura 7 - Operações de Mútuo (Mundial SA).....	46
Figura 8 - Receitas Financeiras (Mundial SA).....	47
Figura 9 - Contas a Receber (Technos SA).....	48
Figura 10 - Estoques (Technos SA).....	49
Figura 11 - Receitas Financeiras.....	50
Figura 12 - Amostra de volumes com curva exponencial e pareto ajustadas por trimestres de 2009.2 à 2011.1 (Mundial SA – MNDL3).....	52
Figura 13 - Amostra de volumes com curva exponencial e pareto ajustadas por trimestres de 2011.3 à 2012.4 (Technos SA – TECN3).....	55
Figura 14 - Gráficos das curvas de risco associadas à Mundial SA (lado esquerdo) e Technos SA (lado direito). Cenários analisados: $P_D = 99\%, 97,5\%, 95\%$ e 90% (gráficos aos pares na horizontal).....	59
Figura 15 - Evolução do Lucro líquido e proventos da Technos SA.....	62
Figura 16 - Curvas ROC, estimadas quando $P_D = 99\%, 97,5\%, 95\%$ e 90% (cenários 1 a 4, respectivamente), considerando os ativos MNDL3 (gráfico superior) e TECN3 (gráfico inferior).....	63

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Classificação dos alertas de um software de detecção de fraude.....	24
Tabela 2 - Matriz de ganhos do jogo (representada sua forma normal).....	34
Tabela 3 - Operação de Mútuo (Mundial SA).....	45
Tabela 4 – Dados da Distribuição Pareto e Exponencial.....	54
Tabela 5 – Dados da Distribuição Pareto e Exponencial (Technos SA).....	56
Tabela 6 - Operação de mútuo (Mundial SA X Hercules SA).....	60
Tabela 7 - Débitos Tributários.....	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	Softwares de detecção	23
2.2	Teoria dos jogos em auditoria	26
3	METODOLOGIA	29
3.1	A bolha do alicate	29
3.2	CURVAS ROC	31
3.3	Características do modelo associado a teoria dos jogos	33
3.3.1	Jogo simultâneo	36
3.3.2	Jogo sequencial	38
3.4	Base de dados	40
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
4.1	Análise exploratória dos dados	50
4.2	Curvas de risco	56
4.2.1	Curvas de risco – Mundial SA	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66
	ANEXO A - DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL	69
	ANEXO B - DISTRIBUIÇÃO PARETO	70
	ANEXO C - COMUNICADO AO MERCADO MUNDIAL SA 18/04/2011	71
	ANEXO D - COMUNICADO AO MERCADO MUNDIAL SA 13/05/2011	732
	ANEXO E - COMUNICADO AO MERCADO MUNDIAL SA 1/05/2011	73
	ANEXO F - PROCESSO ADMINISTRATIVO SANCIONADOR CVM Nº RJ2013/6224	74
	ANEXO G - PROCEDIMENTO DE REVISÃO ANALÍTICA – PRA TECHNOS SA	77

1 INTRODUÇÃO

As empresas estão sempre sob o prisma de atingir metas inalcançáveis, estimuladas pela intensa necessidade dos acionistas de avultar os seus lucros, despertando com isso uma inquietação dos órgãos reguladores ao suspeitar de práticas fraudulentas. Casos emblemáticos de fraude promoveram o encerramento das operações de grandes organizações, acarretando em importantes perdas para investidores, demissão de executivos, significativos custos legais e a erosão da confiança nos mercados de capitais. A difusão do comportamento fraudulento de executivos de grandes organizações tem impactado negativamente na reputação das marcas e imagens de muitas organizações em todo o mundo.

Altman (1968, p. 589-609) apresenta a necessidade no aperfeiçoamento de técnicas que possibilitassem a mensuração de possíveis dificuldades operacionais e financeiras da empresa por meio da avaliação dos demonstrativos contábeis. A análise de Altman (1968) defende a construção de indicadores financeiros que facilitem a obtenção de informações quantitativas e qualitativas sobre o desempenho da empresa, contribuindo para a tomada de decisões na prevenção e fracassos empresariais inclusive para aqueles envolvidos em fraude.

De acordo com o Relatório de estudo global sobre fraude emitido pela *Association of Certified Fraud Examiners (ACFE)* em 2014, estima-se que as organizações perdem em virtude de fraudes, 5% da receita anual, em média, resultando em aproximadamente uma perda global de 3,7 trilhões de dólares. Ainda segundo o estudo realizado pela ACFE, dentre os delitos de fraude, a apropriação indevida de ativos (desvio de recursos) é a mais comum, ocorrendo em mais de 85% dos casos. No entanto, é também tipicamente a menos dispendiosa em volume financeiro, causando uma perda média de 130.000 dólares. O estudo aponta que a fraude em demonstrações financeiras corresponde cerca 9% dos casos, acarretando em maior impacto financeiro, com uma perda média de 1 milhão de dólares. Por fim, avaliando diferentes setores da economia o estudo destaca as Instituições Financeiras como as que mais possuem casos de fraude e que apresentam as maiores perdas médias (cerca de 200.000 dólares). Já em segundo lugar, destaca-se a administração pública, com uma perda média em cerca de 64.000 dólares.

Nos últimos 30 anos, as partes interessadas (investidores, gerentes, sociedade e etc.) no mercado financeiro têm acompanhado o envolvimento de empresas de grande porte em casos frequentes de fraude contábil. Dentre estas é possível listar nomes de gigantes como as empresas: Enron, WorldCom, Xerox, Royal Ahold, Merk, Banco Santos, Banco Nacional, Banco Econômico, Olympus, Parmalat, Toshiba, Café Pilão, Carrefour, Banco Panamericano, Petrobras e Mundial. Esses escândalos corporativos levaram o público e as partes interessadas a

exigirem das empresas a implementação de instrumentos eficientes de total intolerância às fraudes.

Em um contexto de insegurança e alto risco, surge a Governança Corporativa como um mecanismo para avaliar as relações entre proprietários e a administração das empresas, incluindo os investidores (MALACRIDA et al., 2006). De acordo com Malacrida et al. (2006), com o objetivo de conduzir as empresas ao atendimento dessa necessidade de mitigar os riscos da ocorrência de fraudes, foi criada a *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) como órgão regulador, composta por 34 nações, sendo estabelecidos os seguintes propósitos:

- a) garantir a base para um sistema eficaz de governança corporativa;
- b) direitos e Responsabilidades dos acionistas;
- c) tratamento equitativo aos acionistas;
- d) papel de outras partes interessadas na governança corporativa;
- e) divulgação e transparência;
- f) responsabilidades do conselho de Administração.

Considerando as premissas estabelecidas pela OECD e enfatizando o fortalecimento da atuação dos conselhos de administração como órgãos de orientação, supervisão e controle das empresas, em 1995 cria-se no Brasil o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC). Atualmente, o IBGC que é reconhecido como a principal referência na difusão das melhores práticas de Governança Corporativa no Brasil.

Os Princípios de Governança Corporativa estabelecem que o conselho de administração, promova uma elevada conduta ética nas organizações, independentemente do seu estatuto, seu tamanho relativo ou da sua atividade. Assim, o Conselho da Administração exerce um papel extremamente importante, visto que, historicamente, a maior responsabilidade das grandes fraudes é perpetrada pela administração em conspiração com outros empregados. A sensibilidade na identificação e no monitoramento ao tratamento dos casos de fraude dentro de uma organização envia sinais claros para as partes interessadas, seja sobre a atitude da administração para com os riscos de fraude, como também, sobre a tolerância a risco de fraude da organização.

Todavia, os colaboradores em todos os níveis da organização, incluindo os administradores, auditores internos e externos da organização, possuem a responsabilidade de lidar com o risco de fraude. Em particular, espera-se que estes relatem periodicamente como a organização está respondendo ao arcabouço de normativos, qual o programa de gestão de risco

a organização tem em vigor, como ele identifica riscos de fraude, o que é feito para melhor prevenir a fraude, ou pelo menos detectá-la precocemente para fins investigativos.

No que tange especificamente aos processos de investigação financeira, em geral, agentes humanos estão envolvidos em ambientes “não-cooperativos”, existindo, assim, algum conflito de interesse entre a parte investigada (auditada) e a que investiga (equipe de auditoria). A existência desse tipo de conflito motiva a formulação de estratégias de investigação que levem em consideração tal conflito de interesses. Com esse propósito de análise, a abordagem estratégica em auditoria tem sido examinada em vários estudos acadêmicos, valendo destaque o estudo proposto por Anderson e Yung (1988), que ressalta como esse tipo de abordagem pode ser traçada por uma modelagem baseada na teoria dos jogos. A utilização da Teoria dos Jogos proporciona um elevado nível de motivação na obtenção de melhores resultados, pois fornece uma solução intuitiva para os problemas, por exemplo estimulando o aprimoramento do julgamento profissional para o ceticismo do Auditor na realização dos exames de auditoria.

De acordo com Kopittke (1992, p.13) a Teoria dos Jogos possibilita o desenvolvimento de habilidades na gestão de recursos, amplia os conhecimentos sobre estratégia e identifica soluções sobre o processo de tomada de decisão, conforme descritos a seguir:

- a) **desenvolver habilidade:** planejar, negociar, liderar, organizar, administrar o tempo e recursos, elaborar estratégias;
- b) **ampliar conhecimento:** promover o conhecimento mútuo entre os participantes do jogo, a partir de casos práticos que possibilitem o aprimoramento da expertise no processo de tomada de decisão;
- c) **identificar soluções:** diante de problemas propostos, identificar as soluções mais adequadas que impliquem no maior benefício para os participantes do jogo.

A Teoria dos Jogos funciona, assim, como um eficiente instrumental teórico na análise e na previsão do comportamento a ser adotado pelos agentes em uma situação de tomada estratégica de decisão, como é o caso estudado entre o Auditor e Auditado.

Dito isto, a Teoria dos Jogos pode ser inserida no contexto de uma metodologia que potencialize os resultados de softwares de detecção fraudes. Esses softwares baseiam-se na checagem da presença de padrões numéricos nos dados em análise, a fim de classificá-los sob uma ótica estatística de regularidade ou não, a depender da identificação ou não desses padrões. Como um exemplo aplicado, tem-se o caso das administradoras de cartão de crédito que analisam dados de transações financeiras, nas quais, por exemplo, um valor transacionado muito acima da média dos valores praticados pelo cliente pode ser classificado dentro de um conjunto de possíveis potenciais de fraude financeira.

O presente trabalho tem foco no episódio que ficou conhecido como a “bolha do alicate”, evento ocorrido em 2011, em que a empresa Mundial SA foi acusada por realizar a manipulação de dados contábeis e financeiros. A “bolha do alicate” foi marcada por especulações financeiras apresentadas em negociações com seus ativos e de fraude contábil nas demonstrações contábeis da companhia, colocando a Mundial SA no foco investigativo da Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

É com este pano de fundo que se insere o propósito desta pesquisa. O trabalho busca avançar no desenvolvimento de pesquisas envolvendo análises de risco em auditoria, propondo uma aplicação da análises por meio de softwares de detecção, da teoria das probabilidades e da teoria dos jogos. A metodologia é uma aplicação da modelagem desenvolvida por Cavusoglu e Raghunathan (2004), a qual utiliza-se de um modelo de teoria dos jogos com a finalidade de análise de risco de auditoria, direcionando-se à obtenção de estimativas de risco de fraudes financeiras em dados auditados. No contexto em foco, são considerados dados da empresa Mundial SA.

O presente trabalho propõe uma aplicação da técnica de modelagem desenvolvida por Cavusoglu e Ragnathan (2004) a fim de analisar o problema de configuração de um software de detecção de desvios financeiros com uma abordagem baseada em um jogo com dois participantes, a saber, o auditor (ou a equipe de auditoria) e o auditado. O modelo é aplicado a uma base de dados financeiro-contábeis de duas empresas brasileiras de capital aberto com ativos negociados na BM & F BOVESPA, a Mundial SA e a Technos SA, as quais pertencem ao mesmo segmento de atuação. No caso da Mundial SA, condenada pela Justiça Federal do Rio Grande do Sul no ano de 2016 com base em processos de investigação por fraude contábil realizado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM). A Technos SA não possui por enquanto registros da existência de processos de investigação oriundos de práticas fraudulentas. A utilização da modelagem busca atingir os seguintes objetivos:

- a) Em um contexto aplicado, utilizando dados reais, verificar as possíveis interações entre auditores e auditados em um ambiente baseado na teoria dos jogos em softwares de detecção;
- b) Avaliar dados financeiro-contábeis das duas empresas listadas a fim de relacioná-los com evidências de comportamentos fraudulentos (caso haja);
- c) Contribuir para a literatura a partir dos resultados obtidos através da aplicação da técnica de modelagem desenvolvida por Cavusoglu e Ragnathan (2004) a fim de analisar o problema de configuração de um software de detecção de desvios financeiros e/ou contábeis com uma abordagem baseada em um jogo com dois participantes;

- d) Estimar o risco de fraudes financeiras e/ou contábeis em um software de detecção, bem como, avaliar a capacidade do modelo em fornecer estimativas de risco de fraude. Nesse sentido, um parâmetro $\psi \in (0,1)$ é estimado, sendo de fácil interpretação: quanto mais próximo de zero, menor a probabilidade de manipulação nos dados e o contrário acontece na medida em que ψ for um valor próximo de um.

As demais seções deste trabalho estão organizadas da seguinte forma. O capítulo 2 contempla a revisão de literatura. O capítulo 3 explica a metodologia utilizada na pesquisa. No capítulo 4, será evidenciada a aplicação do modelo e a análise dos resultados. Já o capítulo 5 será feitas às considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os desafios inerentes ao processo de sustentabilidade das organizações se apresentam de forma catalisada por um ambiente dinâmico, complexo e competitivo, estimulando os gestores das empresas, independentemente do seu nível hierárquico, para que possam a todo custo auferir o resultado financeiro esperado e com isso salvaguardar as premiações e participações no lucro proferidas pelo cumprimento das metas.

Em estudo realizado pela KPMG Auditores independentes, empresa multinacional do segmento de auditoria, publicou no ano de 2016 uma análise sobre o comportamento de 750 profissionais que foram investigados por práticas de fraudes no período de Março/2013 a Agosto/2015 compreendendo 81 países. O estudo apontou que aproximadamente 42% das fraudes investigadas foram cometidas por profissionais funcionários da empresa e em média cada delito praticado resultou em uma perda de US\$1 milhão para as organizações, em comparação com 32% dos fraudadores que são fornecedores, e de 25% que resultam na prática de fraudes em uma combinação entre funcionários e fornecedores. O estudo ainda verificou que para os casos de fraudes realizados por funcionários, aproximadamente 35% dos casos são identificados na elaboração e divulgação de informações para os usuários das demonstrações contábeis.

Os usuários das informações contábeis tomam decisões estratégicas ao analisar os dados proferidos pelas organizações, incorrendo em risco decorrente de operações fraudulentas ou manipulações de preços e, nesse contexto de instabilidade, torna-se exposta a fragilidade do mercado de títulos. De acordo com Ferreira e Morosini (2013), após o caso Watergate¹ nos EUA, foi criada a Lei Foreign Corrupt Practices Act de 1977 (FCPA) que objetivou estabelecer a ilegalidade de pagamentos realizados a funcionários ou partidos políticos que resultassem em alguma vantagem comercial ou econômica.

A Lei Sarbanes-Oxley de 2002 promulgada pelo governo dos Estados Unidos (EUA), apresentou novas regras propostas pela Comissão de Valores Mobiliários (Securities and Exchange Commission – SEC), promovendo critérios na emissão de relatórios financeiros e responsabilizando os Executivos das organizações por estabelecer, analisar e controlar a eficácia dos controles internos sobre os relatórios financeiros e suas divulgações. A partir desse

¹ O caso conhecido como Watergate aconteceu no ano de 1972, e consistiu em sucessivas investigações que revelou a prática de espionagem por parlamentares ligados a presidência dos EUA ao realizar escutas telefônicas no escritório do Partido Democrata localizado em Washington em um complexo de escritórios conhecido como Watergate. Esse fato culminou na renúncia do presidente Richard Nixon no ano de 1974.

marco, as leis e regulamentos semelhantes em todo o mundo têm aumentado a responsabilidade da administração para a gestão de risco de fraude.

As constantes mudanças ocorridas na legislação estabelecem requisitos regulamentares complexos que representam barreiras com a finalidade de dificultar o comportamento de gestores que almejam praticar algum delito. A prevenção contra violações às leis e regulamentos exige uma abordagem robusta para verificação do seu efetivo cumprimento, através de instrumentos legais que proporcionem uma resposta imediata. Os executivos que reagem adequadamente a estes desafios, buscando identificar os incidentes graves, podem salvar reputação e a saúde financeira de suas organizações. No entanto, os riscos de fraude, permitem que o suborno e a corrupção continuem a ser generalizados e se continuando as empresas, independente da sua estrutura, não possuindo controles internos eficientes com o objetivo de mitigar os riscos de forma eficaz.

A auditoria tem o papel de certificar que as demonstrações contábeis estejam fidedignamente elaboradas e publicadas, buscando fazer com que os usuários das informações contábeis possam analisar os demonstrativos e tomar decisões por elas fundamentadas. Diante da importância desse processo, os auditores realizam procedimentos que buscam apresentar evidências claras que substanciem a opinião deles na emissão do relatório conforme previsto na resolução 1.231/2009 do Conselho Federal de Contabilidade que aprova a NBC TA 700, que trata da responsabilidade do auditor independente para formar uma opinião sobre as demonstrações contábeis e define a forma e conteúdo do relatório resultado da auditoria das demonstrações contábeis.

As normas de auditoria enfatizam a importância de que os exames devam ser planejados de modo que o risco de identificação de erros materiais seja mensurado em níveis aceitáveis. A resolução do Conselho Federal de Contabilidade - CFC nº 1.203/09 aprovou a Norma Brasileira de Contabilidade Técnica de Auditoria – NBC TA 200 a qual estabelece os objetivos gerais do auditor independente e a condução da auditoria, com a finalidade de promover o aumento do grau de confiança nas demonstrações contábeis por parte dos usuários. Essa confiança é mediante expressão de uma opinião, proferida pelo auditor, sobre as demonstrações contábeis, em todos os aspectos relevantes, estando em compatibilidade com uma estrutura de relatório financeiro aplicável de acordo com a legislação vigente.

Todavia, para obter a razoabilidade sobre os saldos contábeis apresentados nas demonstrações, os auditores incorrem em riscos. De acordo com o PCAOB (2016) o risco de auditoria é o risco de que o auditor expresse uma opinião de auditoria inadequada quando as demonstrações financeiras apresentam distorções relevantes, isto é, quando as demonstrações

financeiras não estão adequadamente apresentadas em conformidade com a estrutura de relatório financeiro aplicável. O PCAOB (2016) ainda descreve que o risco de auditoria é uma associação entre o risco de distorções relevantes e o risco de detecção.

A resolução do CFC nº 1.203/09 apresenta os conceitos de riscos de distorção relevante e risco de detecção conforme previsto anteriormente pelo PCAOB:

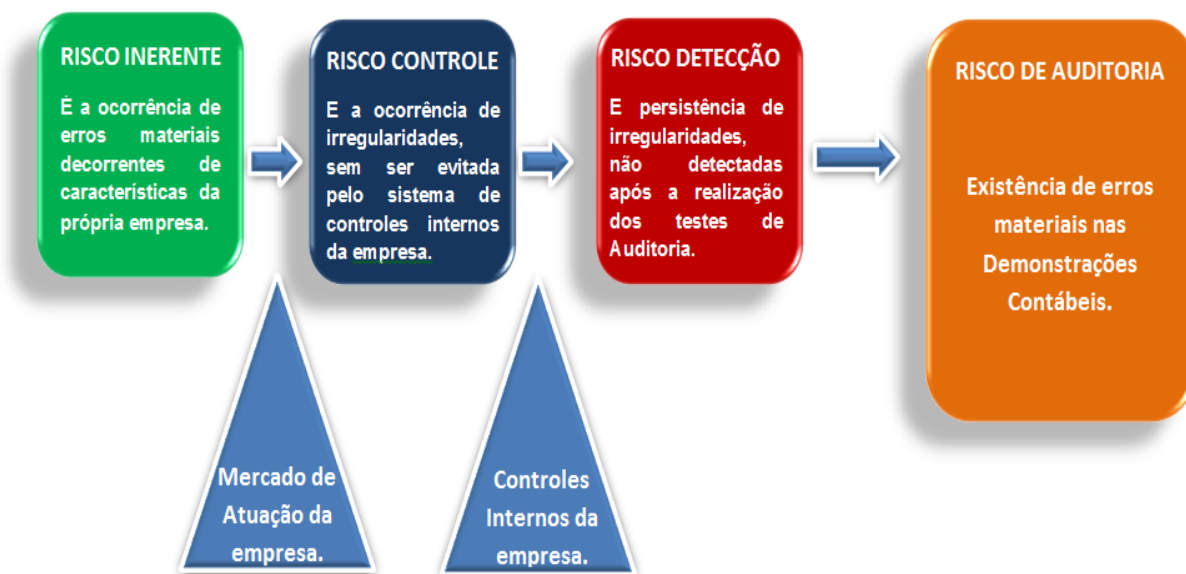
Risco de distorção relevante é o risco de que as demonstrações contábeis contenham distorção relevante antes da auditoria. Consiste em dois componentes, descritos a seguir no nível das afirmações:

- (i) risco inerente é a suscetibilidade de uma afirmação a respeito de uma transação, saldo contábil ou divulgação, a uma distorção que possa ser relevante, individualmente ou em conjunto com outras distorções, antes da consideração de quaisquer controles relacionados;
- (ii) risco de controle é o risco de que uma distorção que possa ocorrer em uma afirmação sobre uma classe de transação, saldo contábil ou divulgação e que possa ser relevante, individualmente ou em conjunto com outras distorções, não seja prevenida, detectada e corrigida tempestivamente pelo controle interno da entidade.

Risco de detecção é o risco de que os procedimentos executados pelo auditor para reduzir o risco de auditoria a um nível aceitavelmente baixo não detectem uma distorção existente que possa ser relevante, individualmente ou em conjunto com outras distorções.

Conforme descrito na conceituação dos riscos, o grande desafio que se apresenta para o auditor na execução dos exames de auditoria é que os resultados auferidos através dos procedimentos realizados permitam apresentar evidências suficientes que possibilitem segurança razoável, a fim de que o auditor possa expressar uma opinião que reflita adequadamente a situação financeira e patrimonial da empresa. A figura 1 ilustra a composição dos riscos envolvidos em uma análise de auditoria, os quais são descritos a seguir:

Figura 1 – Composição do risco de auditoria



Fonte: Elaboração própria

Conforme conceito apresentado pelo PCAOB e pela resolução do CFC nº 1.203/09 que descreve os riscos de distorção relevante e risco de detecção, a Figura 1 busca explicar o entendimento sobre os riscos de auditoria. O lado esquerdo da figura é possível verificar o risco de distorções relevante que é mensurado através da junção entre os riscos inerentes e de controle. Na parte central da figura 1, identificamos a consolidação das informações obtidas pelo auditor através da soma do risco de distorção relevante com o de detecção e assim seja concebido o risco de auditoria, possibilitando o auditor a estabelecer os procedimentos necessários para mitigar os riscos.

Abdolmohammadi e Wrightn (1987) investigam os efeitos da experiência do auditor sobre a quantificação dos riscos de auditoria. No estudo, os autores descrevem que um auditor seleciona as evidências apropriadas para formar uma avaliação confiável de risco, dessa forma o auditor analisa e planeja os procedimentos analíticos que podem ser realizados, de modo a fornecer informações (indicadores apropriados) para mensuração do risco.

Fukukawa et al. (2006) descrevem sobre o paradigma existente na prática de auditoria, em especial na etapa do planejamento de execução dos testes e a aplicação das análises de Risco. Através de uma abordagem de casos práticos, o estudo analisa os ajustes no planejamento de auditoria em virtude dos “riscos” identificados usando dados de 235 clientes de uma empresa de auditoria do Japão. Os resultados indicam que, embora o planejamento da auditoria se baseie no nível e na mudança nas avaliações de muitas variáveis de risco de

auditoria, as associações entre riscos de clientes e planos de auditoria são dinâmicas, ou seja, a abordagem dos quatro aspectos do planejamento de auditoria (natureza, extensão, tempo e pessoal) são alterados a qualquer tempo a partir do perfil de risco das empresas analisadas.

Com a finalidade de avaliar riscos, os auditores dependem da realização de vários procedimentos, alguns dos quais podem ser classificados por critérios de revisão analítica. Esses procedimentos direcionam o auditor à identificação de valores, transações ou eventos incomuns à natureza da organização, possibilitando a realização de testes mais detalhados a fim de identificar erros materiais que possam distorcer a situação econômica e financeira da empresa auditada.

Os procedimentos de revisão analítica têm recebido grande atenção no âmbito da auditoria. Essas técnicas propõem a inclusão de modelagens quantitativas a serem incorporadas ao processo de tomada de decisão. Knapp e Knapp (2001) concluíram que os procedimentos analíticos caracterizaram-se como técnicas de auditoria úteis à detecção de fraudes se forem realizadas por auditores com experiência adequada. Segundo Sukanto, Dongming e Kuldeep (2001), tais procedimentos analíticos são ferramentas quantitativas que permitem ao auditor externo e interno identificar rapidamente as operações estranhas à normalidade das operações da empresa.

A realização de procedimentos analíticos fornece ao auditor um entendimento do negócio e do ambiente em que a empresa auditada esteja inserida (por exemplo, o desempenho financeiro em relação a anos anteriores, informações sobre o setor e comparação relevantes), para ajudar a avaliar o risco de distorção relevante a fim de determinar a natureza, época e extensão dos procedimentos de auditoria, auxiliando o auditor a desenvolver melhores estratégias de auditoria.

Seguindo a técnica de revisão analítica, Ata e Syerek (2009) realizam um estudo com mais de 100 (cem) indústrias e constatam que, através de procedimentos analíticos associados às informações geradas pela apuração dos indicadores financeiros, os auditores podem obter sinalizações de fraudes consistentes. Dentre os sinais identificados no estudo destacam-se: grau de alavancagem superior a 50%, retorno sobre ativos inferior a 3%, dívida na estrutura de capital, índice de alavancagem superior a 50%, quantidade de estoque em ativos totais, relação entre lucro bruto e ativos totais, relação entre o ativo circulante e o passivo circulante, a proporção de lucros operacionais nas vendas líquidas e a proporção de despesas financeiras e as despesas operacionais, bem como, manipulação de inventário e valores excessivos de contas a receber.

Durante a execução dos exames, os auditores utilizam-se também de softwares de

análise de dados econômicos e financeiros, que permitem a realização de testes e avaliações sobre o negócio de uma organização, buscando obter informações sobre o quão bem os controles internos estão a funcionar e com isso verificar a existência de possíveis operações que sinalizem a atividade fraudulenta ou que fragilizem os controles internos, e que provoquem um aumento do risco de fraude.

A pesquisa desenvolvida por Durtschi, Hillison e Pacini (2004) enfatiza as diversas técnicas que possibilitam a execução de procedimentos analíticos com a finalidade de analisar as inúmeras operações, entre as quais destacam-se o teste de pagamentos duplicados, emissão de cheques e a ausência de registro de vendas. Estes mecanismos de avaliação de informações podem ser aplicados em qualquer departamento de uma organização onde as transações eletrônicas são gravadas e armazenadas, fornecendo uma maneira eficaz ao combate de fraudes financeiras.

No trabalho desenvolvido por Schiller (2006) evidencia-se a importância de um sistema de detecção de fraude nos exames de auditoria em contratos de seguro. Os resultados apontam que ao analisar os contratos de seguro, os softwares de detecção de fraude apresentam alertas relevantes à estratégia de auditoria, possibilitando-se mitigar perdas em transações consideradas fraudulentas. Teruel (2010) descreve que a utilização desses softwares nos exames de auditoria quando aplicados em demandas mais específicas, tais como crédito imobiliário, leasing, cartão de crédito e outras funções que exijam tarefas especializadas no segmento de mercado, robustece o trabalho do auditor em mitigar riscos.

Dessa forma, fica caracterizada a contribuição extensiva dessa ferramenta no auxílio ao auditor para execução dos seus procedimentos (testes de observância² e testes substantivos³) na obtenção de evidências consistentes, possibilitando a identificação de fraudes e fundamentando a emissão de opinião do auditor, corroborando assim para a garantia da fidedignidade das informações apresentadas nos demonstrativos contábeis livres de distorções relevantes e fraude.

² Testes de observância são aqueles que buscam à obtenção de razoável segurança de que os controles internos utilizados pela Administração da empresa auditada são efetivos em seu pleno cumprimento.

³ Testes substantivos objetivam à obtenção de evidências quanto à suficiência, exatidão e validação das informações fornecidas pelos sistemas de contabilidade da empresa entidade, dividindo-se em testes de transações e saldos e procedimentos de revisão analítica.

2.1 Softwares de detecção

A fim de garantir a segurança ao realizarem serviços financeiros, registros contábeis, operações fiscais e procedimentos de auditoria, as empresas contam com o uso de softwares de detecção no auxílio à identificação de fraudes no ambiente empresarial. A dinâmica do novo mundo dos negócios é mais complexa, exigindo tecnologia de ponta que deve ser utilizada pelos softwares de detecção. Isso permite o processamento mais eficiente de dados e informações, aprimorando o conhecimento existente e propiciando o aumento da interação nas relações humanas, principalmente nos negócios, uma vez que, facilita processos, acelera e aumenta a busca pela informação. Em linhas gerais, softwares de detecção utilizam o reconhecimento de padrões numéricos a fim de associar dados financeiros à possibilidade de regularidade (quando, em média, respeitam os padrões numéricos utilizados como referencial de regularidade) ou de fraude (quando não há consonância com os padrões estabelecidos).

No âmbito dos softwares de detecção, um trabalho pioneiro encontra-se em Denning e Neumann (1985). Na referida pesquisa, os autores definem o desenvolvimento de um software de detecção em tempo real, sendo considerados quatro aspectos:

- a) viabilidade econômica de correção de falhas;
- b) possibilidade de substituição do software;
- c) impossibilidade de um software absolutamente seguro; e
- d) mecanismos de identificação de vulnerabilidades do software.

Com essa configuração, os autores desenvolvem um modelo de detecção em tempo real para uma ampla gama de intrusões (transmissão de *malware*⁴, *spywares*⁵, *worms*⁶, ataques de sequência de caracteres⁷ e etc.).

Denning (1987) observa que, ao definir um perfil das operações consideradas fraudulentas, isso potencializa a constatação desses comportamentos através da configuração de requisitos essenciais do sistema, resultando em um software mais confiável, eficiente e eficaz, visto que catalisa o seu poder de detecção. A presença desses sistemas tem sido bastante frequente em atividades mais complexas no ambiente militar, aeroespacial, e-commerce, governamental e aplicações de saúde (MADAN et al., 2002).

⁴ Malware é um software indesejado, instalado sem o seu devido consentimento como o objetivo de executar ações danosas e atividades maliciosas em um computador.

⁵ Spyware é um tipo de malware que hackers utilizam para realizar espionagem com o intuito de obter acesso à informações pessoais, conta bancária ou atividades online.

⁶ Um Worm é um tipo de programa, com característica de criar cópias funcionais de si mesmo e infectar outros computadores, podendo estas invasões serem em arquivos ou até mesmo pela internet através de e-mail por exemplo.

⁷ Ataques de sequência de caracteres é uma tática utilizada por cyber criminosos para evitar que códigos maliciosos sejam detectados pelos softwares de antivírus.

A discussão sobre os tipos de alertas emitidos por um software de detecção é também muito útil na medicina, no que tange ao desenvolvimento de técnicas mais eficazes no diagnóstico de doenças. Considerando os aspectos de uma patologia clínica, o paciente ao realizar um exame sob a suspeita de uma doença, mede-se a capacidade do exame de discriminar, dentre os suspeitos de uma patologia, que efetivamente estão doentes, e também, a capacidade que o mesmo teste tem de ser negativo a existência da patologia que esta sendo investigada, em face de uma amostra de indivíduos que sabidamente não têm a doença em questão.

Todavia, de acordo com Guimarães (1985) ressalta-se que a população em geral se divide em quatro categorias em relação ao traço que se quer investigar: os verdadeiros positivos (indivíduos que têm a doença e nos quais o teste foi positivo), os verdadeiros negativos (indivíduos que não têm a doença e nos quais o teste foi negativo), os falsos positivos (indivíduos que não têm a doença e nos quais o teste foi positivo) e falsos negativos (indivíduos que têm a doença e nos quais o teste foi negativo). Essa mesma análise é realizada com softwares de detecção, onde as operações são avaliadas e classificadas conforme o perfil de definição da fraude, ou seja, empresas que foi detectada a fraude e empresas que não foi identificada transações fraudulentas. A Tabela 1 a seguir apresenta um quadro adaptado de dupla entrada (GUIMARÃES, 1985), onde o objetivo é classificar a natureza dos alertas em um software de detecção segundo o contexto de auditoria na investigação de fraude.

Tabela 1- Classificação dos alertas de um software de detecção de fraude

		POSITIVO	NEGATIVO
FRAUDE	SIM	VERDADEIRO POSITIVO	FALSO NEGATIVO
	NÃO	FALSO POSITIVO	VERDADEIROS NEGATIVOS

Fonte: Quadro adaptado Guimarães (1985).

Assim, conforme ilustrado na Tabela 1, ao analisar as características dos sinais emitidos pelos softwares de detecção, podemos destacar que esses alertas compreendem uma população que se divide em quatro categorias em relação ao traço que se quer investigar: os verdadeiros positivos (operações que têm a fraude e nos quais o teste foi positivo), os verdadeiros negativos (operações que não têm a fraude e nos quais o teste foi negativo), os falsos positivos (operações

que não têm a fraude e nos quais o teste foi positivo) e falsos negativos (operações que têm a fraude e nos quais o teste foi negativo).

Considerando a importância na discussão sobre o tema, o estudo realizado por Lindsay (1990) apresenta a relevância da participação do auditor ao definir a configuração das características que irão compor o perfil de fraude no software de detecção. Para tanto, o trabalho discute a necessidade de conhecimento do negócio para compreender as especificidades da operação em que a empresa está envolvida, a fim de empregar o julgamento profissional e discernir sobre os alertas emitidos pelo software de detecção.

No experimento realizado por Ulvila e Gaffney (2004) é descrito um método que se baseia na teoria da decisão, buscando estabelecer os melhores critérios para configuração do software de detecção considerando um ambiente operacional que minimiza os custos com a utilização de recursos da empresa devido a redução de falsos alertas. Nesse contexto, Ulvila e Gaffney (2004) propõem uma metodologia para comparar e avaliar o desempenho de softwares de detecção de invasão (Intrusion Detection System - IDS), integrando os custos associados aos erros, indicados pelas taxas de falsos-positivos e falsos-negativos gerados pelo software. Segundo Vatsa et al. (2005) um software de detecção de fraude se torna um mecanismo de monitoramento de defesa eficaz, quando passa a identificar transações fraudulentas tão cedo quanto possível, limitando a possibilidade de levantar muitos alarmes falsos.

A investigação realizada por Paustian (2007) averigua a existência de uma enorme quantidade de falsos alertas de forma incorreta na indústria de videogames. O estudo sugere um modelo de interação intuitiva (análise de dados para emissão de alertas) em um ambiente visual dinâmico com informações oriundas da internet, os quais auxiliam os gestores das organizações a compreenderem ameaças de forma mais precisa. Isso possibilita uma abordagem estratégica em tempo real, mitigando o problema da quantidade significativa de falsos alertas.

Yue e Cakanyldirim (2007), avaliaram as configurações de software de detecção quanto à resposta eficaz ao analisar operações com eventos considerados fraudulentos. Os autores realizaram em seu estudo o desenvolvimento de uma modelagem na emissão de alertas canalizados para o processo de decisão gerencial, considerando: Configuração do software versus resposta a identificação da fraude. Os autores destacam que o processo de tomada de decisão é iniciado com a recepção dos alertas emitidos pelo software de detecção de fraude, onde após a apreciação das informações obtidas será definida a estratégia que resultará em uma decisão sobre os alertas que serão investigados ou rejeitados, podendo ser aplicadas estratégias diferentes para proteger o patrimônio da organização.

O estudo identificou perfis de respostas emitidos pelo software de detecção que foram classificados como: lenta e positiva, rápida e positiva, falsa e lenta ou falsa rápida. Dessa forma, Yue e Cakanyldirim (2007) concluíram que ao constatar uma operação classificada como positiva para fraude o sistema possibilitará que os agentes envolvidos no processo de tomada de decisão da empresa atuem com maior agilidade para todos os eventos classificados como fraudulentos, minimizando os impactos provocados pelos prejuízos gerados com a fraude.

2.2 Teoria dos jogos em auditoria

A teoria dos jogos é uma área da matemática capaz de estruturar um modelo matemático considerando a interdependência das decisões feitas entre dois ou mais indivíduos os quais escolhem diferentes ações em busca de otimizar seus resultados (MARINHO, 2011). Tais membros são denominados “jogadores” e o arcabouço de decisões individuais feitas à luz da teoria é denominada por “jogo”. De acordo com Jones (1980), a teoria de jogos apresenta-se como um importante instrumento de modelagem em problemas caracterizados por dois ou mais “tomadores de decisão”. Não se trata, portanto, de prescrições de como jogar um jogo, mas de mecanismos de análise de conflitos de interesse, e mesmo quando não há estratégias dominantes⁸, espera-se que os jogadores usem estratégias que sejam as melhores respostas entre si.

Segundo Kahneman e Tversky (1979) a teoria da decisão é uma análise cuidadosa de como um gestor toma uma decisão, quando pode ser relacionada com incerteza ou um encadeamento de decisões que se relacionam entre si. A teoria da decisão compreende as estratégias que o gestor pode utilizar com o objetivo de solucionar problemas devendo conter mais de duas alternativas, guiando o tomador de decisão a escolher entre elas.

Analisando os desenvolvimentos da teoria da decisão e dos jogos no contexto de auditoria destaca-se a proposta de Ulvila e Gaffney (2004), a qual apresenta alguns aspectos relacionados ao comportamento do auditor na configuração do software de detecção de fraude, tendo uma estrutura computacional modelada com objetivo de minimizar custos operacionais na utilização dos recursos. Os autores concluem que na maioria das circunstâncias, as firmas de auditoria podem reduzir custos operacionais quando o modelo de jogos está associado aos critérios de tomada de decisão.

⁸ Estratégia dominante é a resposta mais satisfatória para qualquer estratégia em comparação com as escolhidas pelos demais jogadores, resultando a todo o momento para este jogador a maximização dos seus ganhos.

A proposta de modelagem analisada em Cavusoglu e Raghunathan (2004) visa propor uma estrutura de gestão de riscos a partir de um software de detecção, promovendo uma comparação entre a teoria da decisão e teoria dos jogos. Os autores destacam que as empresas incorrem em custos mais baixos quando utilizam a teoria dos jogos, em oposição à teoria da decisão. Segundo os autores, a utilização da teoria dos jogos possibilita a configuração do software de detecção capaz de elevar seu poder de detecção. Todavia, Cavusoglu e Raghunathan (2004) esclarecem que a definição do perfil dos jogadores envolvidos requer parâmetros específicos para a configuração do software de detecção que são difíceis de estimar, a fim de identificar a melhor estratégia, sendo considerada uma limitação da teoria dos jogos nesse contexto.

Holler e Nguyen (2007) avaliam os procedimentos de auditoria das demonstrações financeiras pela perspectiva de um jogo, descrevendo uma análise envolvendo as decisões estratégicas entre o auditor e auditado. Com esse propósito, o estudo avalia o desempenho do auditor em relação ao cumprimento dos normativos, sugerindo a separação dos serviços de auditoria e consultoria, bem como o rodízio dos trabalhos de auditoria. Adicionalmente, discute-se a complexidade dos riscos aos quais incorre o auditor na emissão da opinião por meio do relatório de auditoria.

A análise realizada por Holler e Nguyen (2007) sobre a separação de auditoria e consultoria e a determinação para o rodízio do auditor independente (conforme Instrução CVM 509/2011)⁹, entendem que podem alterar a estrutura do jogo, tal que o auditor deverá aplicar uma estratégia de auditoria rigorosa e o auditado estará motivado para elaborar um balanço que apresentará a situação patrimonial fidedigna.

Fandel e Trockel (2011) estudam a relação entre o auditor e o auditado com o intuito de avaliar a influência em seus comportamentos através do nível de controle do órgão de fiscalização e a permissibilidade da atuação concomitante com base em serviços de auditoria e consultoria. A iniciativa de Fandel e Trockel (2011) apresenta uma alta probabilidade de detecção de fraudes nas demonstrações financeiras pela fiscalização dos órgãos reguladores, quando o Auditor também realiza serviços de consultoria. Fandel e Trockel (2011) concluem quanto à relevância da atuação do órgão fiscalizador na realização da revisão dos trabalhos do auditor, contribuindo para a solução do conflito de interesse entre o auditor e o auditado, buscando elevar a qualidade dos serviços de auditoria e de publicações das demonstrações financeiras das empresas.

⁹ Instrução 509/ 2011 da Comissão de Valores Mobiliários – CVM, estabelece em seu art. 31 que: O auditor independente – Pessoa Física ou Jurídica não podem prestar serviços para um mesmo cliente, por prazo superior a cinco anos consecutivos, exigindo-se um intervalo mínimo de três anos para a sua recontração.

Thomas e Marathe (2012) desenvolvem um modelo matemático para determinar o tempo para ser emitido o sinal de alerta e, conseqüentemente, as transações a serem auditadas. Os autores apresentam uma configuração que deve ser incorporada dentro de um sistema de auditoria das demonstrações financeiras, definindo parâmetros automáticos de auditoria, buscando a redução da utilização de recursos manuais e subjetivos. A metodologia proposta por Thomas e Marathe (2012) aponta três benefícios identificados:

- a) a facilidade do sistema de auditoria em ser susceptível de operar de forma mais eficaz, aumentando a probabilidade de detectar fraudes;
- b) minimiza as perdas em fraude por detectá-las precocemente;
- c) uma vez definido os parâmetros de auditoria, estes se apresentam como proteção jurídica em caso de uma fraude não ter sido detectada, podendo ser utilizado pelo auditor como evidência da metodologia utilizada nos procedimentos realizados.

Anuvarsha e Rajesh (2014) propõem uma metodologia que fornece uma melhor compreensão sobre a teoria dos jogos em software de detecção de respostas automáticas (automated intrusion reaction system - AIRS). Com esse propósito, Anuvarsha e Rajesh (2014) desenvolveram a metodologia do estudo em simulações de três tipos de jogos: fictício, confuso, e de soma zero. Os resultados encontrados pelos autores apresentou-se como alternativa de solução embasada pela teoria dos jogos em problemas de segurança em rede de computadores para tentativa de ataques cibernéticos.

3 METODOLOGIA

3.1 A bolha do alicate

O caso de fraude da empresa Mundial SA, conhecido como a “bolha do alicate”, movimentou intensamente o mercado financeiro nos anos de 2010 e 2011 quando as ações ordinárias da companhia, negociadas a R\$ 0,23 em março/2011, passaram para R\$ 7,02 em julho/2011, um ganho de impressionantes 2.950%, superando o volume de negociação de grandes empresas, tais como a Petróleo Brasileiro SA (PETR4) e a Vale SA (VALE5). A Figura 2 a seguir mostra o fenômeno através do gráfico de preços de fechamento para o ativo MNDL3 (ações ON) da Mundial SA no período da bolha especulativa.

Figura 2 - Volume de operações de venda do ativo



Fonte: <https://maisindependente.wordpress.com/page/4/>

Conforme é possível observar nas declarações enviadas pela empresa ao mercado no período destacado no gráfico (vide anexo A, B e C) que resultaram em uma valorização das ações ao fazer um grande volume de operações de compra e venda, bem como, o anúncio da reestruturação da sua dívida financeira de curto-prazo, mediante a emissão de *Eurobonds*¹⁰, inicialmente no montante de até US\$100 milhões, e estimativa de redução entre R\$15 e 20 milhões por ano nas despesas com financiamento de capital de giro.

Esses fatos noticiados pela empresa Mundial SA ao mercado financeiro são informações que impactam na tomada de decisão dos investidores resultando em grande especulação no preço das ações onde parece seguir um padrão *pump and dump*¹¹. Esse

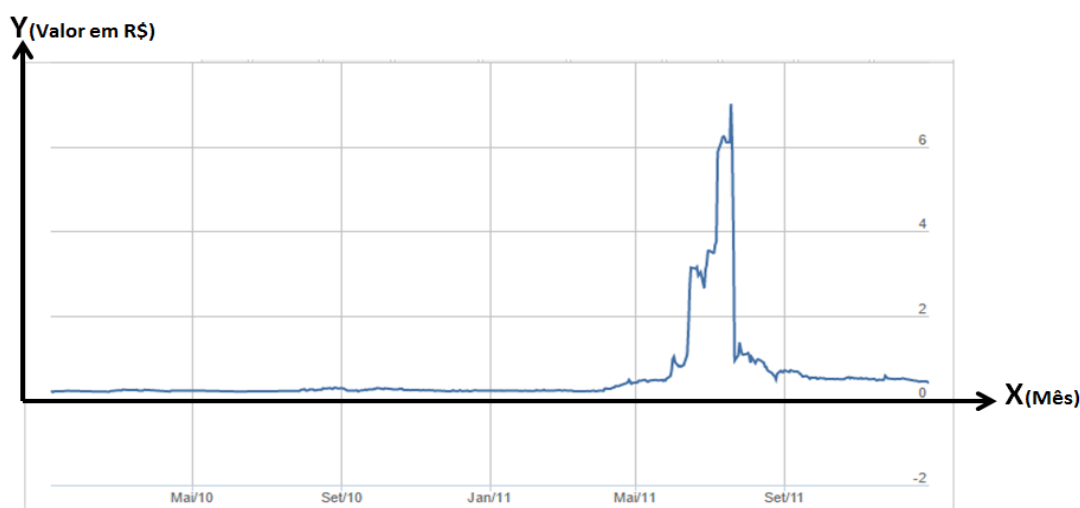
¹⁰ *Eurobonds* são títulos emitidas por empresas, bancos ou governos remunerados por renda fixa.

¹¹ O *pump and dump* é um esquema que tenta aumentar o preço de uma ação através de recomendações baseadas em declarações falsas, enganosas ou muito exageradas. Os indivíduos envolvidos nesse esquema, que já têm uma participação relevante nas ações da empresa, especulam os valores dos ativos e em seguida vendem suas ações a

fenômeno é resultante de especulações realizadas pelos detentores dessas ações que possuíam um volume extremamente baixo e passam a chamar atenção por um aumento significativo no quantitativo de transações e consequentemente no valor desses ativos.

Isso se inicia com um aumento considerável do volume de negócios. Todavia, em um determinado momento a farsa é descoberta e a empresa passa a ser desacreditada devido as constatações das publicações fraudulentas, fazendo com que ninguém mais compre as ações e o volume de transações e o preço caíam bruscamente. Vide o comportamento da cotação das ações da empresa Mundial SA na figura 3 a seguir:

Figura 3 – Cotação do ativo financeiro MNDL3 (2010-2011)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 3 acima descreve no seu eixo Y o valor em reais (R\$) da cotação diária do ativo MNDL3 e no eixo X do gráfico, é apresentado o período mês a mês durante os exercícios de 2010 à 2011. Considerando a divulgação de uma carta anônima encaminhada à CVM, denunciando a existência da manipulação de informações ao mercado financeiro por parte da alta cúpula da empresa Mundial SA, foi o ponto principal para ensejar no início das investigações pela CVM. Diante dessas informações é possível verificar na Figura 3 que as ações da empresa Mundial SA caíram significativamente. A ação denominada de MNDL3, que estava cotada em R\$ 7,02 (sete reais e dois centavos) em 19/07/2011, fechou o pregão do dia 22/07/2011 ao preço de R\$ 0,69 (sessenta e nove centavos).

A análise da variação exponencial no valor das ações da empresa Mundial SA, associado ao início das investigações por parte da CVM, deveria influenciar significativamente

na mensuração do risco por parte do auditor externo responsável por emitir uma opinião sobre as demonstrações contábeis da empresa Mundial SA. A seguir será descrito como esses cenários críticos podem ser avaliados através de uma avaliação da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*).

3.2 CURVAS ROC

Em sua origem, o conceito de curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) era utilizado na avaliação da performance de equipamentos que buscavam a detecção de sinais eletrônicos durante a segunda guerra mundial. O objetivo era mensurar a habilidade dos operadores dos radares (chamados originalmente de receiver operators) em distinguir um sinal de um ruído. Esta habilidade era chamada de receiver operators characteristics (ROC). Quando o radar detectava algo se aproximando, cabia ao operador decidir se o que foi captado era um avião inimigo (sinal) ou algum outro objeto voador irrelevante, como uma outra aeronave ou bando de aves, por exemplo.

A partir da década de 60 várias áreas da literatura científica passam a utilizar as curvas ROC, merecendo destaque a psicologia experimental e as pesquisas biomédicas. Essencialmente, ao aplicar o gráfico de uma curva ROC em software de detecção pode ser observada a relação entre a probabilidade de falsos alertas e o poder do software de detecção de sinais utilizados nas análises.

De acordo com Margotto (2010), uma curva ROC é uma forma eficiente de analisar a relação (normalmente antagônica) entre a sensibilidade e a especificidade dos exames clínicos que apresentam resultados contínuos. Em uma aplicação envolvendo um contexto financeiro, Stylianos, Xanthopoulos e Nakas (2007) utilizam a curva ROC para analisar o poder discriminatório de um sistema de classificação de crédito ou de pontuação de crédito, evidenciando a capacidade de distinção entre emissores com elevado potencial de perda do crédito e aqueles que possuem um baixo risco de perda.

As informações lançadas por um software de detecção podem ser listadas da seguinte forma: (1) a informação é estatisticamente significativa para se afirmar que os dados analisados seguem o padrão definido pelo software de detecção ($\mathcal{H}_0$) a um dado nível de significância ou (2) existem evidências estatísticas para se afirmar a não conformidade dos dados com o perfil configurado no software de detecção ($\mathcal{H}_1$). Dessa forma, o objetivo do software de detecção é classificar uma base de dados sob ($\mathcal{H}_0$) ou ($\mathcal{H}_1$), fornecendo informação que auxiliará o analista na tomada de decisão. No contexto do presente trabalho, as análises estatísticas envolvem dados de auditoria. Assim, o software de detecção avalia os dados financeiros,

classificando-os sob a ótica de fraude ($\mathcal{H}_1$), ou não fraude ($\mathcal{H}_0$).

A eficácia do software de detecção se dá em termos dos erros que este pode cometer em seu processo de classificação. Esses erros consistem nas taxas de falsos alertas de desvios (falsos-positivos) e nas taxas de falsos-negativos (quando o software sinaliza incorretamente a conformidade dos dados à hipótese $\mathcal{H}_0$). As Probabilidades associadas a cada um desses eventos são descritas por: $P_D = \Pr(\text{classificar em } \mathcal{H}_1 \mid \mathcal{H}_1 \text{ é verdadeira})$ e $P_F = \Pr(\text{classificar em } \mathcal{H}_1 \mid \mathcal{H}_0 \text{ é verdadeira})$. Portanto, a probabilidade de ocorrência de falsos-negativos é dada por $(1 - P_D)$.

As probabilidades P_D e P_F podem ser relacionados através das curvas ROC. De um ponto de vista analítico, a forma de uma curva ROC depende das funções de densidade de probabilidade de uma variável aleatória X (escore numérico) sob as hipóteses $\mathcal{H}_0$ ou $\mathcal{H}_1$. No contexto do presente trabalho, o procedimento analítico é descrito da seguinte forma: seja X um valor numérico computado dos dados e seja t um valor limite para o qual, se $X > t$, então software de detecção classifica os dados analisados como fora dos utilizados pelo software. Os valores de P_D e P_F são então calculados como

$$P_D = \int_t^\infty f_{\mathcal{H}_1}(x)dx \quad \text{e} \quad P_F = \int_t^\infty f_{\mathcal{H}_0}(x)dx, \quad (1)$$

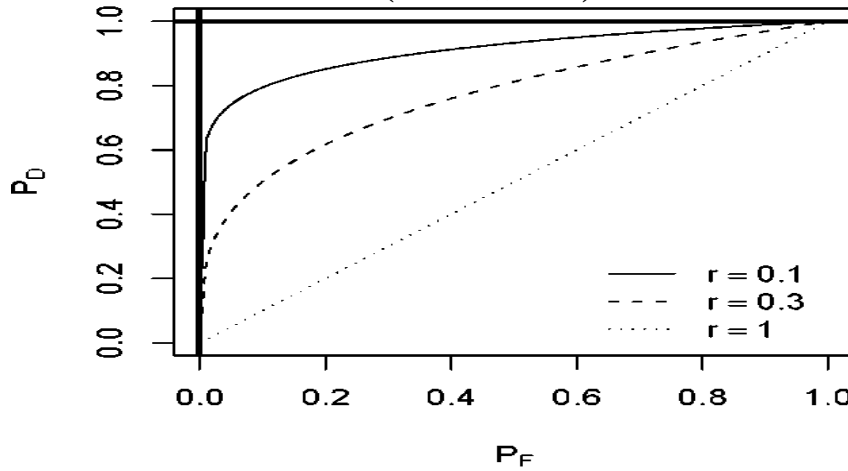
em que $f_{\mathcal{H}_0}$ e $f_{\mathcal{H}_1}$ representam as funções de densidade de probabilidade da variável aleatória X sob as hipóteses $\mathcal{H}_0$ e $\mathcal{H}_1$, respectivamente. Um classificador perfeito corresponderia ao caso em que $P_F = 0$ e $P_D = 1$. Um classificador aleatório corresponderia ao caso em que $P_D = P_F$. Curvas ROC capazes de evidenciar uma melhor classificação de risco são representadas pelos casos em que $P_D > P_F$.

De acordo com a modelagem de Cavusoglu e Raghunathan (2004) o escore numérico X segue uma distribuição exponencial. Segundo Cavusoglu e Raghunathan (2004), distribuições exponenciais são analiticamente tratáveis e capturam a natureza assimétrica dos escores de forma bastante eficaz. Dessa forma, sendo $X \sim \exp(\lambda_{\mathcal{H}_0})$ sob $\mathcal{H}_0$ e $X \sim \exp(\lambda_{\mathcal{H}_1})$ sob $\mathcal{H}_1$, onde $\lambda_{\mathcal{H}_0} > \lambda_{\mathcal{H}_1}$, os parâmetros P_D e P_F ficam determinados como segue

$$P_D = \int_t^\infty \lambda_{\mathcal{H}_1} e^{-(\lambda_{\mathcal{H}_1})x} dx = e^{-(\lambda_{\mathcal{H}_1})t} \quad \text{e} \quad P_F = \int_t^\infty \lambda_{\mathcal{H}_0} e^{-(\lambda_{\mathcal{H}_0})x} dx = e^{-(\lambda_{\mathcal{H}_0})t}. \quad (2)$$

Assim, a relação entre P_D e P_F fica determinada pela razão $r = \frac{\lambda_{\mathcal{H}_1}}{\lambda_{\mathcal{H}_0}} \in [0,1]$, conforme a equação $P_D = (P_F)^r$. Observando a Figura 4, nota-se como a forma da curva ROC varia com os valores de r . Quanto mais próximo r estiver de zero, mais próximo da curva ROC ideal (classificação perfeita). O valor $r = 1$ (classificação aleatória) equivale a linha diagonal.

Figura 4 - Gráficos de curvas ROC para vários valores de r ($r = 0.1, 0.3$ e 1).



3.3 Características do modelo associado a teoria dos jogos

A presente Seção objetiva descrever os modelos de jogos simultâneo e sequencial propostos por Cavusoglu e Raghunathan (2004), modelagem referência na proposta deste trabalho. Nesse sentido, considera-se o problema de investigação financeira em que o investigador (auditor) utiliza um software de detecção de desvio financeiro o qual baseia-se em critérios de decisão. Em uma primeira análise, é descrita a estrutura de um jogo simultâneo. Na segunda análise, considera-se a estrutura de um jogo sequencial. Em ambos os casos, assume-se um jogo com dois jogadores, a saber, o auditor (ou equipe de auditoria) e o investigado (auditado). Nesse contexto, o investigador utiliza o resultado indicado pelo software de detecção como uma ferramenta auxiliar no processo de investigação.

As estratégias puras¹² do auditado (jogador 2) restringem-se a cometer fraude, F , ou não cometer fraude, NF . Denotando por S^2 o conjunto de estratégias do auditado, tem-se $S^2 = \{F, NF\}$. O auditor (jogador 1) escolhe entre investigar, I , ou não investigar, NI , quando o software de detecção gera ou não um sinal de alerta de desvio das informações numéricas como padrão numérico estabelecido pela hipótese $\mathcal{H}_0$. Denotando por S^1 o conjunto de estratégias do auditor, tem-se que $S^1 = \{(I, I), (I, NI), (NI, I), (NI, NI)\}$, em que o primeiro elemento de cada par ordenado especifica a ação a ser tomada quando observa-se um sinal de alerta de desvio e o segundo elemento especifica a ação a ser tomada quando nenhum sinal de alerta é gerado pelo software de detecção. Por exemplo, ao escolher a estratégia (I, NI) , o investigador decide investigar quando um sinal de alerta for gerado e não investigar caso contrário.

¹² Estratégia pura é definida por aquela que garanta a cada jogador o melhor resultado, qualquer que seja a escolha de seu adversário.

Assume-se que, ao cometer uma fraude financeira, o auditado auferir um benefício $\mu > 0$ caso a fraude não seja detectada. Se a fraude for detectada, sob esse indivíduo incorre-se uma penalidade β , reduzindo o seu ganho auferido por meio da fraude ($\mu - \beta$). Sendo $\beta > \mu$, então esse prêmio torna-se negativo. No que tange ao investigador, este decide por investigar uma proporção ρ_1 dos sinais de alerta gerados pelo software de detecção e uma proporção ρ_2 das informações não sinalizadas pelo software. Ao decidir pela investigação, incorre-se à equipe de auditoria um esforço E destinado ao processo de investigação. Quando a fraude existir e não for detectada, incorre-se um dano D por não se detectar a fraude (dano eventual de auditoria).

A Tabela 2 descreve a matriz de prêmios do jogo entre auditor (jogador 1) e auditado (jogador 2) quando escrito em sua forma natural. Os prêmios são descritos como funções dos parâmetros μ , E , D , β , P_D e P_F , sendo $\mu, E, \beta, D \in \mathbb{R}$ e $P_D, P_F \in [0,1]$. Vale destacar que a solução do jogo depende criticamente dos valores atribuídos para esses parâmetros.

Tabela 2 - Matriz de ganhos do jogo (representada sua forma normal).

Auditor	Auditado	
	F	NF
(I, I)	$(E, \mu - \beta)$	$(E, 0)$
(I, NI)	$(D + (E - D)P_D, \mu - P_D \cdot \beta)$	$(E \cdot P_F, 0)$
(NI, I)	$(E - (E - D)P_D, \mu - (1 - P_D)\beta)$	$(E(1 - P_F), 0)$
(NI, NI)	(D, μ)	$(0, 0)$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Denotando por ψ a probabilidade de que um indivíduo sujeito à investigação cometa algum tipo de fraude financeira, então ψ representa uma estimativa de risco de fraude por parte do investigado. Cavusoglu e Raghunathan (2004) utilizaram o conceito de equilíbrio de Nash¹³ [ver, Nash (1951)] no desenvolvimento de situações de equilíbrio em um jogo entre auditor e auditado. No modelo proposto pelos autores, considera-se a possibilidade de que cada indivíduo escolha uma estratégia mista¹⁴, através de uma escolha aleatória de suas estratégias puras. Dessa forma, o indivíduo passível de investigação opta por cometer fraude financeira (δ) com uma probabilidade $\psi \in [0,1]$ e o auditor escolhe o seguinte plano contingente:

¹³ Equilíbrio de Nash (ou Equilíbrio Cooperativo) representa uma situação em que nenhum jogador pode melhorar a sua situação dado a estratégia seguida pelo jogador adversário. Diz-se um Equilíbrio de Nash se não for possível a nenhum dos jogadores melhorarem a sua situação dada a estratégia do outro jogador.

¹⁴ Estratégia mista é definida como a escolha que cada jogador deve estabelecer sua estratégia de modo que o adversário não descubra sua escolha e, portanto, não tire proveito de tal informação.

auditar uma proporção ρ_1 das informações financeiras que forem sinalizadas pelo software de detecção (S) e uma proporção ρ_2 das informações que não forem sinalizadas pelo software de detecção ($\tilde{S}$). Os esforços esperados da auditoria, dada a existência F_S ou não existência $F_{\tilde{S}}$ de sinal de alerta podem ser calculados pela seguinte expressão:

$$F_S(\rho_1, \psi) = \rho_1 \cdot E + \eta_1(1 - \rho_1)D \quad \text{e} \quad F_{\tilde{S}}(\rho_2, \psi) = \rho_2 \cdot E + \eta_2(1 - \rho_2)D, \quad (3)$$

em que η_1 e η_2 são dadas por

$$\eta_1 = \Pr(\delta|S) = \frac{\Pr(\text{sinal}|\text{fraude}) \Pr(\text{fraude})}{\Pr(\text{sinal})} = \frac{P_D \psi}{P_D \psi + P_F(1 - \psi)}, \quad (4)$$

$$\eta_2 = \Pr(\delta|\tilde{S}) = \frac{\Pr(\text{não há sinal}|\text{fraude}) \Pr(\text{fraude})}{\Pr(\text{não há sinal})} = \frac{(1 - P_D) \psi}{(1 - P_D) \psi + (1 - P_F)(1 - \psi)}, \quad (5)$$

representando as probabilidades de fraude dado que houve sinal de alerta e dado que não houve sinal de alerta, repectivamente.

Conforme discutido anteriorente, visto que as curvas ROC de maior interesse estão acima da linha diagonal, então deve-se satisfazer a condição $P_D \geq P_F$. Em outras palavras, sempre que $P_D \geq P_F$, a proporção de investigações manuais quando existe sinal de alerta é maior ou igual que a proporção de investigações manuais quando não houver sinal de alerta gerado. Esse resultado é consistente com o fato de que o auditor investigará uma fração dos alertas gerados pelo software de detecção pelo menos igual a proporção de investigações manuais quando não há alertas gerados. Com o auxílio das equações (4) e (5) é possível deduzir, o esforço total esperado da auditoria (F) e o benefício esperado pelo investigado (H) são respectivamente dados por

$$F(\rho_1, \rho_2, \psi) = (P_F + \psi(P_D - P_F))F_S(\rho_1, \psi) + (1 - P_F - \psi(P_D - P_F))F_{\tilde{S}}(\rho_2, \psi), \quad (6)$$

$$H(\rho_1, \rho_2, \psi) = \psi \cdot \mu - \psi \beta (\rho_1 P_D + \rho_2 (1 - P_D)). \quad (7)$$

Supondo que o auditor minimiza F_S quando recebe um sinal de alerta e minimiza $F_{\tilde{S}}$ quando não há sinal de alerta gerado e, considerando que o investigado consegue maximizar H , para o jogo simultâneo, assume-se que ambas as otimizações ocorrem simultaneamente. Para o jogo sequencial, supõe-se que o auditor escolhe primeiro sua estratégia ótima e, em seguida, o auditado determina a sua estratégia ótima após observar as decisões do auditor.

Cavusoglu e Raghunathan (2004) derivam os equilíbrios de Nash considerando cada um dois tipos de jogos (simultâneo e sequencial). Na derivação da configuração ótima do jogo, os

autores utilizaram o princípio da indução retroativa (*backward induction*) [ver, por exemplo, Fudenberg e Tirole (1993)] onde primeiramente, para uma configuração dada com P_D e P_F tomados como parâmetros, determinam-se as soluções ótimas para ρ_1 e ρ_2 como funções de P_D e P_F . Em seguida, determinam-se os valores os para P_D e P_F pela minimização do esforço esperado da auditoria sujeito à restrição $P_D = (P_F)^r$ na curva ROC . Essa restrição é obtida devido às hipóteses $\mathcal{H}_0$ e $\mathcal{H}_1$ conforme definidas anteriormente.

3.3.1 Jogo simultâneo

Para o caso do jogo simultâneo¹⁵, Cavusoglu e Raghunathan (2004) encontraram duas situações de interesse, uma quando $P_D < \mu/\beta < 1$ e $E/D < 1$ e a outra quando $\mu/\beta < P_D$ e $E/D < 1$. Os autores concluíram que os equilíbrios gerados são caracterizados pelas razões E/D e μ/β , as quais representam as relações de custos/benefícios do auditor e do auditado, respectivamente. Se o esforço da investigação manual (E) é maior que o benefício auferido pelo ato de investigar (D), ou seja, $E/D > 1$, então o investigador decide por não investigar, havendo ou não sinal de alerta. Sabendo que não será investigado, o auditado decide por cometer a fraude. Entretanto, do ponto de vista do investigado, sendo $E/D < 1$ e se o benefício da fraude (dado por μ) for maior que a penalização sofrida quando a fraude é detectada (dada por β), então este sempre cometerá fraude, porém sempre será investigado.

Quando ambas as razões E/D e μ/β forem inferiores a um, caso de maior interesse, não existirá equilíbrio para o jogo em estratégias puras e cada um dos jogadores escolherá suas estratégias baseando-se em uma distribuição de probabilidades (estratégia mista).

A seguir, tem-se uma breve descrição dos equilíbrios desenvolvidos pelos autores considerando um jogo simultâneo.

Equilíbrio 1: Caso que $\mu/\beta < P_D$ e $E/D < 1$; equilíbrio em estratégias mistas; $\psi = \frac{EP_F}{P_DD - E(P_D - P_F)}$, $\rho_1 = \mu/(P_D \cdot \beta)$ e $\rho_2 = 0$; o investigador escolhe por conferir uma proporção dos alertas gerados e não investiga informações não sinalizadas, assumindo que o software seja bastante preciso quando não sinaliza desvios dos dados com o padrão de $\mathcal{H}_0$. O esforço esperado da investigação é igual a $(E \cdot P_F \cdot D)/(P_D \cdot D - E(P_D - P_F))$;

Equilíbrio 2: Caso em que $P_D < \mu/\beta < 1$ e $E/D < 1$; equilíbrio em estratégias

¹⁵ Jogos simultâneos: são aqueles em que as decisões são simultâneas ou seja os jogadores escolhem ao mesmo tempo suas estratégias. Importante destacar que os jogadores possuem a mesma informação, isto é, as regras do jogo e as recompensas de cada jogador são de conhecimento comum.

mistas; $\psi = \frac{E(1-P_F)}{E(P_D-P_F)+(1-P_D)D}$, $\rho_1 = 1$ e $\rho_2 = \frac{\mu-P_D\beta}{(1-P_D)\beta}$; o investigador decide por investigar todos os dados sinalizados pelo software de detecção e uma proporção dos dados não sinalizados. Para esse caso, o benefício esperado pela investigação é igual ao esforço esperado da investigação, sendo ambos iguais a E ;

Equilíbrio 3: Caso em que $\mu/\beta > 1$ e $E/D < 1$; equilíbrio em estratégias puras; $\psi = 1$, $\rho_1 = 1$ e $\rho_2 = 1$; os indivíduos decidem por agir de forma unilateral: o investigado decide pela fraude. Sabendo da existência da fraude, o auditor decide pela investigação manual. O esforço esperado da investigação é igual a E .

Equilíbrio 4: Caso em que $E/D > 1$; equilíbrio em estratégias puras; $\psi = 1$, $\rho_1 = 0$ e $\rho_2 = 0$; os indivíduos agem de forma unilateral: o auditor decide por não investigar, havendo ou não sinal de alerta. Sabendo que não será investigado, o auditado decide por cometer a fraude. O esforço esperado da investigação é igual a D .

Como pode-se observar, o esforço esperado da investigação é o mesmo quando são considerados os equilíbrios 2 ou 3. No caso do equilíbrio 3, a probabilidade de fraude e a taxa de investigação são superiores às mesmas referentes ao equilíbrio 2. Segundo Cavusoglu e Raghunathan (2004), isto pode ser justificado pelo fato de, no equilíbrio 3, uma probabilidade de fraude mais elevada é compensada por uma taxa de investigação mais elevada, conduzindo a taxas de detecção de fraude superiores às do equilíbrio 2. Ainda segundo os autores, os equilíbrios 1 e 2 são os de maior interesse, pois, para esses casos, ambas as razões μ/β e E/D são inferiores a um, ou seja, o investigado possui uma taxa de fraude não nula e o investigador decide pela realização de um plano contingente de auditoria baseado nas frequências de investigação ρ_1 e ρ_2 .

É possível mostrar que o esforço esperado da investigação é maior no equilíbrio 2 do que no 1. Dessa forma, quando $\rho_2 \in [0,1]$, o equilíbrio 1 é o de maior interesse, pois resultará em menor esforço esperado de investigação. Assumindo a restrição $P_D = (P_F)^r$, a expressão do esforço esperado de investigação para o equilíbrio 1 pode ser reescrita como:

$$\tau = \frac{E \cdot D \sqrt[r]{P_D}}{E \cdot \sqrt[r]{P_D} + P_D(D - E)}. \quad (8)$$

Derivando a expressão dada na equação (11) com respeito a P_D , tem-se a seguinte expressão:

$$\frac{\partial \tau}{\partial P_D} = \frac{E \cdot D \sqrt[r]{P_D} (1 - \sigma) (D - E)}{r [E \cdot \sqrt[r]{P_D} + P_D (D - E)]^2}. \quad (9)$$

Como pode-se observar na expressão acima, dado que no equilíbrio 1 a razão E/D é

menor que 1, a derivada do esforço esperado de auditoria com respeito a P_D é uma quantidade não negativa. Dessa forma, o investigador escolherá o menor valor possível para P_D . Dado o equilíbrio 1, tem-se também que $P_D > \mu/\beta$ e, portanto, a escolha ótima do investigador recairá em $P_D^* \cong \mu/\beta$ o que implica em $P_F^* \cong (\mu/\beta)^{1/r}$.

Uma vez que os resultados gerados pelo software de detecção de desvios demonstrem certo grau de confiabilidade, o investigador tende a confiar plenamente nos resultados gerados pelo software. A escolha sob o equilíbrio 1 justifica esse fato. Entretanto, no contexto em análise, na presente proposta de pesquisa, essa tendência é indesejável uma vez que é de extrema importância considerar a experiência do auditor no procedimento de auditoria, bem como sua eventual contribuição no melhoramento da análise ora informatizada. Sendo assim, nas análises propostas, é importante que $\rho_2 \neq 0$ e, portanto, considera-se o equilíbrio 2 como sendo preferível ao 1. Considerando o equilíbrio 2, o esforço esperado de investigação não depende de P_D e desta forma, o auditor escolherá o maior valor possível para P_D e, sendo $P_D < \mu/\beta < 1$, então $P_D^* \cong \mu/\beta$ o que implica $P_F^* \cong (\mu/\beta)^{1/r}$ pela restrição $P_D = (P_F)^r$.

3.3.2 Jogo sequencial

O princípio do jogo sequencial¹⁶ é considerar o investigador como sendo o líder e o investigado o seguidor. Dessa forma, o auditor elabora seu plano contingente buscando primeiro a sua melhor estratégia, enquanto que o auditado conjectura sua melhor resposta face às escolhas do auditor. No que se refere ao investigador, a estratégia de investigação consiste na escolha da frequência de investigação quando o software sinaliza a presença de desvio das informações declaradas pelo auditado (ρ_1), da frequência de investigação quando o software não sinaliza desvio (ρ_2) e dos valores ótimos para P_D e P_F . O dano eventual da fraude é dado por D , sendo o esforço de investigação dado por E , como descritos anteriormente. Novamente, as estratégias puras do auditado resumem-se a cometer ou não a fraude financeira. Os parâmetros μ e β são definidos da mesma forma como no jogo simultâneo.

Cavusoglu e Raghunathan (2004) descrevem o equilíbrio de Nash considerando a estrutura de jogo sequencial descrita acima. Na determinação do equilíbrio do jogo, foi utilizado o princípio da indução retroativa, onde primeiramente, para uma dada configuração

¹⁶ Os jogos sequenciais são aqueles em que os jogadores fazem movimentos em momentos diferentes ou por sua vez. Isso significa que os jogadores que se movem mais tarde no jogo têm informações adicionais sobre as ações de outros jogadores ou estados do mundo. Isso também significa que os jogadores que se movem primeiro podem influenciar o jogo. A estratégia de cada jogador torna as ações que ele ou ela escolhem condicionadas nas informações adicionais recebidas durante o jogo.

(P_D e P_F considerados como parâmetros do modelo), determinam-se os valores os para ρ_1 e ρ_2 como funções de P_D e P_F e em seguida, determinam-se os valores os para P_D e P_F pela minimização do esforço esperado da auditoria sujeito à restrição $P_D = P_F^r$ da curva ROC. Nessa estrutura de jogo, o investigador estima a melhor resposta do investigado como uma função da razão μ/β descrita por:

$$\psi\left(\frac{\mu}{\beta}\right) = \begin{cases} 1, & \frac{\mu}{\beta} > \rho_1 P_D + \rho_2 (1 - P_D), \\ \in [0,1], & \frac{\mu}{\beta} \leq \rho_1 P_D + \rho_2 (1 - P_D). \end{cases} \quad (10)$$

em que $\mu/\beta < 1$, quando $\mu/\beta > \rho_1 P_D + \rho_2 (1 - P_D)$, então o indivíduo propenso à fraude comete fraude com probabilidade 1. Dado que:

$\lim_{\psi \rightarrow 1} (\partial F / \partial \rho_1) = -P_D(D - E) < 0$ e $\lim_{\psi \rightarrow 1} (\partial F / \partial \rho_2) = -(1 - P_D)(D - E) < 0$, sendo F o esforço total esperado da investigação descrito na equação (9), então o investigador decide por investigar 100% das observações, sinalizadas ou não, escolhendo $\rho_1 = \rho_2 = 1$. No contexto deste trabalho, esse equilíbrio não é relevante, haja vista que o interesse maior é que a probabilidade de fraude (ψ) pertença ao intervalo aberto (0,1). Para $\mu/\beta \leq \rho_1 P_D + \rho_2 (1 - P_D)$ têm-se os casos de maior interesse: quando $\mu/\beta < \rho_1 P_D + \rho_2 (1 - P_D)$ (caso 1) e quando $\mu/\beta = \rho_1 P_D + \rho_2 (1 - P_D)$ (caso 2).

Cavusoglu e Raghunathan (2004) desenvolveram o equilíbrio do jogo para o caso 1 e concluíram que a convergência à estratégia ótima é dada pelas escolhas $\rho_1^* = 1$, $\rho_2^* = 0$, $P_D^* \cong \frac{\mu}{\beta}$ e $\psi^* = 0$ e que a estratégia ótima para o caso 2 não pode ser melhor que a do caso 1, pois conduz a um menor benefício esperado para a auditoria. Considerando que $\rho_2 \neq 0$, a solução do jogo indica que o auditor deve escolher a menor proporção possível para a investigação manual de informações não sinalizadas. Adicionalmente, Binsbergen e Marx (2007) destacam que a solução proposta por Cavusoglu e Raghunathan (2004) considera uma aproximação para a melhor resposta do auditor e que sem essa flexibilização não existiria uma situação de equilíbrio viável.

No que tange às duas estruturas de jogo descritas no presente capítulo, vale ressaltar que o enfoque é dado no trabalho será apenas a situação do equilíbrio 2 do jogo simultâneo. A justificativa para essa escolha é que, em uma situação de investigação contínua, os comportamentos dos agentes convergem para uma situação em que ambos elaboram suas estratégias simultaneamente. Além disso, nesta situação de equilíbrio, tem-se que $P_D < \mu/\beta < 1$, $E/D < 1$, $\rho_1 = 1$, $\rho_2 \neq 0$ e $\psi \in (0,1)$, cenário de investigação de maior interesse em análises.

3.4 Base de dados

Para a realização da pesquisa foram utilizados dados contábil-financeiros de duas empresas de capital aberto com ativos negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros BM&F Bovespa. Ambas as Companhias pertencem ao segmento de atuação Consumo Cíclico, para o fornecimento de tecidos, vestuário, calçados e acessórios. A primeira a ser analisada, a Mundial SA, esteve envolvida em manipulação de mercado caracterizada por “*insider trader*”. Esse tipo de fraude consiste em negociações financeiras sob o conhecimento de informações privilegiadas que ainda não são de conhecimento público tendo-se o intuito de auferir vantagens financeiras no mercado de ações.

A empresa Mundial SA surgiu da unificação de dois grupos – a Eberle, fundada em Caxias do Sul, na Serra Gaúcha, em 1896, e a Zivi-Hercules, que iniciou suas atividades em Porto Alegre em 1931. Desde o final de 2003, a denominação do grupo passou a ser Mundial SA Produtos de Consumo.

No caso da Mundial SA, após investigações, foi identificada a manipulação de resultados da companhia, bem como, o reconhecimento de recebíveis fictícios entre partes relacionadas resultando em um impacto financeiro de aproximadamente 15 milhões de reais. O evento especulativo da Mundial SA ficou conhecido como a “Bolha do Alicate” e foi investigado pela Controladoria Geral da União (CGU), Polícia Federal (PF) e Comissão de Valores Mobiliários (CVM), sendo constatada após as investigações realizadas a manipulação dos demonstrativos contábeis e de irregularidades na movimentação atípica de preço e volume das ações da Mundial SA na Bolsa de Valores, conforme podemos verificar no extrato da sessão de julgamento do processo administrativo sancionador CVM nº RJ2013/6224 (Anexo IV).

A segunda empresa objeto de análise, a Technos SA, iniciou suas atividades no ano de 1956 sendo uma sociedade anônima de capital aberto e está sediada na cidade do Rio de Janeiro - RJ - Brasil. A Technos SA é a maior empresa de relógios da América Latina e em 8 de junho de 2011 a CVM deferiu o pedido de registro de Companhia Aberta, categoria “A”, sob o código 2251-9, com início de negociação de suas ações na BM & FBOVESPA em 1º de julho de 2011. As ações são negociadas sob o código “TECN3”. No ano de 2013, a Technos SA consolidou a sua marca com a aquisição do Grupo Dumont Saab, passando a comercializar as marcas: Dumont, Condor, além da distribuição no Brasil de algumas marcas internacionais de relógio, incluindo a “Fossil”, “Diesel”, “Marc Jacobs”, “Armani Exchange”, “DKNY”, “Empório Armani”, “Adidas” e “Michael Kors”.

A escolha da Technos SA é motivada pelo fato de que esta possui a mesma natureza de atuação de mercado da Mundial SA e não esteve envolvida em investigações sob fraudes por indícios de manipulação financeira, conforme levantamento realizado junto aos sites de órgãos fiscalizadores, tais como: CVM, PF, CGU, CFC.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Mundial SA tornou-se um dos maiores grupos empresariais do Brasil atuando em diversos setores no segmento industrial, sendo referência na produção de alicates, tesouras, cortadores, pinças, esmaltes e artigos para cuidados pessoais; facas, talheres e utensílios domésticos e botões e acessórios para a moda.

Registrada na CVM desde 12 de dezembro de 1979, a empresa está submetida a todos os normativos estabelecidos pela referida autarquia. Dentre os normativos aplicáveis, o artigo 16, inciso VIII, da Instrução CVM nº 202/93 prevê a entrega dos formulários referentes a informações trimestrais (ITR), dentre as quais está prevista a divulgação dos Demonstrativos Financeiros. O prazo para a entrega da ITR é de até 45 (quarenta e cinco) dias após o término de cada trimestre do exercício social.

O Procedimento de Revisão Analítica (PRA) é um procedimento substantivo de auditoria, e tem como objetivo observar o desempenho operacional da empresa e com isso identificar variações significantes nos saldos contábeis que discricionariamente gerem o indicativo para a apuração de análises investigativas mais minuciosas. Conforme Boyton et al. (2002, p.257) os procedimentos de revisão analítica constituem-se na avaliação de informações financeiras mediante estudo de relações plausíveis entre dados financeiros e não financeiros. Este procedimento pode variar de acordo com a experiência do auditor, partindo de comparações simples até a utilização de modelos econométricos mais complexos envolvendo uma quantificação estatística detalhada dos dados auditados.

O presente estudo, utiliza a técnica do PRA sob a ótica da mensuração do risco de manipulação fraudulenta nos dados das empresas analisadas levando em consideração a teoria das probabilidades e uma modelagem matemática envolvendo teoria dos jogos. A modelagem foi proposta por Cavusoglu e Ragnathan (2004) e está descrita no Capítulo 4. A primeira análise é feita com os dados da Mundial SA com o uso de dados obtidos através dos demonstrativos contábeis da empresa (anexo F).

A partir dos dados plotados no anexo F, foram elaborados os indicadores contábeis de análise vertical e análise horizontal, úteis à avaliação dos resultados demonstrados pelo Balanço Patrimonial e da Demonstração de Resultados de Exercícios (DRE). Com base nesses indicadores, são identificadas as contas contábeis com saldos relevantes e que forneceram indícios de anormalidade em razão das atividades financeiras da companhia Mundial AS. Os indícios verificados nas análises vertical e horizontal foram utilizados para destaque das contas contábeis a partir da apresentação de gráficos e utilizados para suportar a modelagem proposta

por Cavusoglu e Ragnathan (2004), utilizando os saldos de volume financeiro de negociações das ações preferenciais na Mundial SA, registradas sob o código MNDL3.

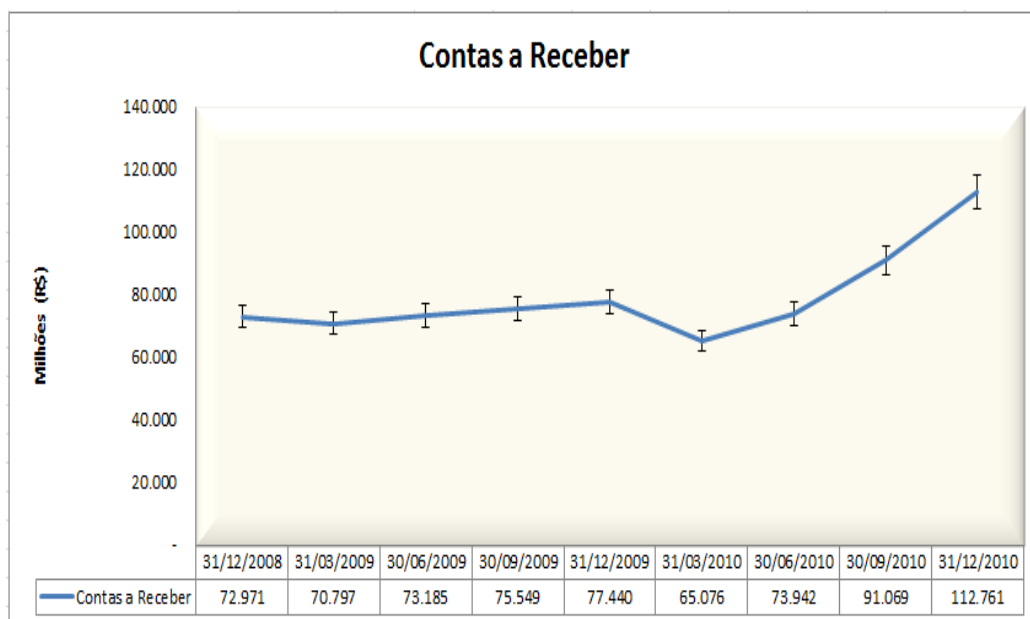
Os resultados das análises vertical e horizontal serão confrontados com as irregularidades e/ou descumprimentos das normas vigentes, alvo de investigação de delitos praticados pela Mundial SA, a fim de evidenciar a relevância da mensuração de risco advinda da modelagem baseada na Teoria dos Jogos. A teoria, por fim, é capaz de fornecer valores reais na escala de 0 a 1 os quais mensuram o risco de manipulações fraudulentas nas transações financeiras envolvendo a empresa e os agentes de mercado sob determinadas estratégias de auditoria envolvendo as relações entre o esforço de auditoria e o dano eventual da fraude não detectada.

Ao analisar o saldo das contas contábeis através das informações trimestrais foi possível constatar variações que, de acordo com as Normas Brasileiras de Contabilidade (NBC) vigentes, acrescidas do ceticismo e o julgamento profissional do auditor merecem uma atenção especial durante a elaboração do planejamento de auditoria e principalmente na execução dos testes. As Figuras 5 a 7 são mostradas com essa finalidade.

Conforme observado na Figura 5, é possível constatar que os valores referentes às vendas realizadas para recebimento a prazo registradas no ativo circulante da companhia Mundial SA apresentam um crescimento significativo a partir do final do 1º trimestre de 2010. Ao comparar-se com os demais trimestres descritos no gráfico, fica nítido o crescimento vertiginoso dos recebíveis, evidenciando um desempenho importante para empresa na expectativa de resultados positivos. Contudo, não é possível identificar em análise aos relatórios para os investidores divulgados pela companhia ou notas explicativas das demonstrações contábeis alguma campanha ou nova política de marketing comercial que possa justificar tal incremento nas vendas. Buscando assegurar a fidedignidade dos dados, esse cenário deve ser notado pelo auditor como de risco relevante, a fim de que se possa mitigar os riscos na emissão da opinião sobre os demonstrativos contábeis.

Em continuidade às análises, observando a Figura 6, vale destacar o comportamento do saldo contábil na conta de estoques que são compostos pelas mercadorias, matéria-prima, produtos em elaboração e produtos acabados. Embora contrastante com o gráfico da Figura 5 (contas a receber), pois, o aumento no saldo de contas a receber é provocado pelas vendas realizadas a prazo, em consequência o estoques devem sofrer as baixas devido a entrega dos produtos a seus clientes, e o que é possível verificar nos trimestres de 31/12/2009 e mais precisamente em 31/12/2010 é que os valores do contas a receber aumentam e a conta de estoques também, onde este último deveria ter um decréscimo (vide Figura 5 e 6).

Figura 5 – Variação do saldo contábil das Contas a Receber (Mundial SA)

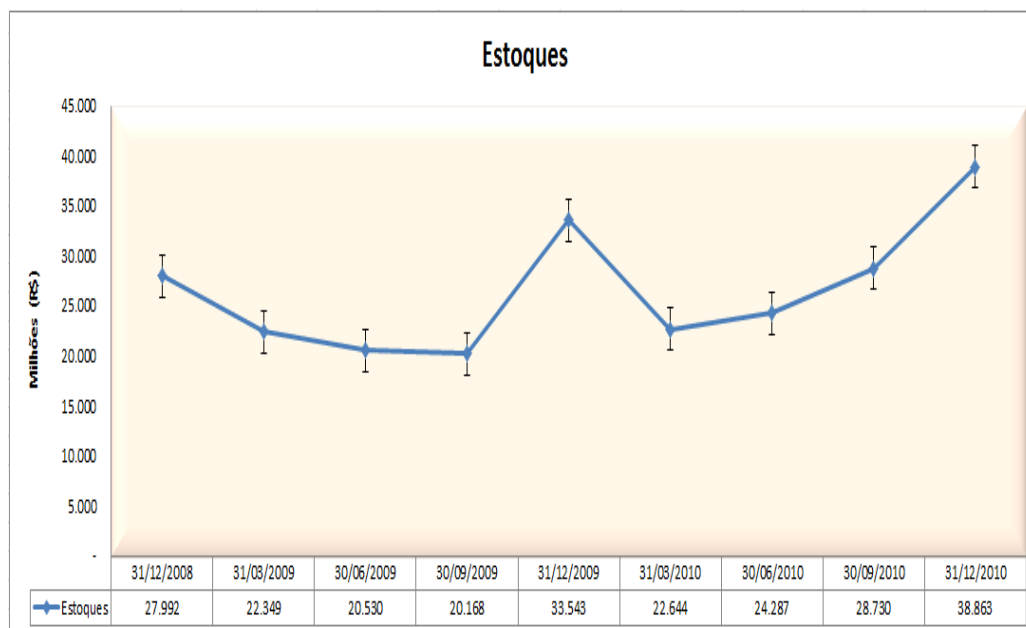


Fonte: Elaborado pelo autor.

Seria natural que a empresa, ao possuir grandes resultados com vendas realizadas, apresentasse retração nos saldos de estoques em reflexo a esse esforço. Entretanto, isso não é o que se observa no período analisado.

De acordo com o artigo 586 do código civil brasileiro denomina-se operação de mútuo como sendo um empréstimo de coisas fungíveis (dinheiro, por exemplo), no qual o mutuário obriga-se restituir ao mutuante o que dele recebeu em coisa do mesmo gênero, qualidade e quantidade. Esse tipo de operação é bastante comum entre empresas coligadas e entre as controladoras e suas controladas, mesmo que estas organizações não sejam instituições financeiras.

Figura 6 – Análise do saldo contábil dos Estoques (Mundial SA)



Fonte: Elaborado pelo autor.

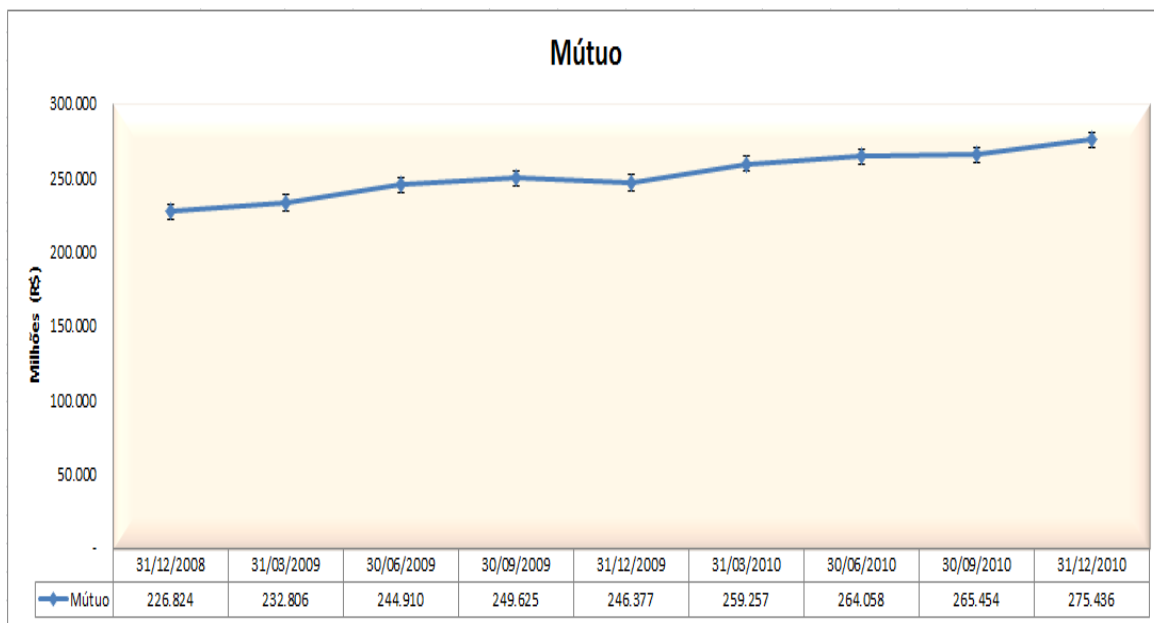
No saldo evidenciado no Balanço Patrimonial da empresa Mundial SA, observam-se créditos a receber advindos do contrato de mútuo celebrado com a parte relacionada Hercules SA – Fábrica de Talheres (“Hercules”). Os valores originais dos créditos se acumulam ao longo dos anos, como mostra a Figura 7. Esses créditos são derivados de várias transações comerciais realizadas anteriormente entre as duas companhias, porém, os valores pagos pela Hércules a título de amortizações do contrato de mútuo foram significativamente inferiores à correção monetária da dívida. Vide o demonstrativo a tabela abaixo:

Tabela 3 - Operação de Mútuo (Mundial SA)

Demonstrativo do saldo do Mútuo (R\$ Mil)	Saldo Principal do Mútuo	Amortizações	Atualização Monetária (Receita Financeira)	Despesas Financeiras
Hercules S.A. - Fábrica de Talheres	306.408	249	35.151	-
Eberle Bellini	2.967	-	-	-
ELECE Participações	-	1.193	-	93
ZHEPAR Participações	-	3.635	-	310
Zenith Participações	-	228	-	12
Saldo em 31/12/11	309.375	5.305	35.151	415

Fonte: Elaborado pelo autor.

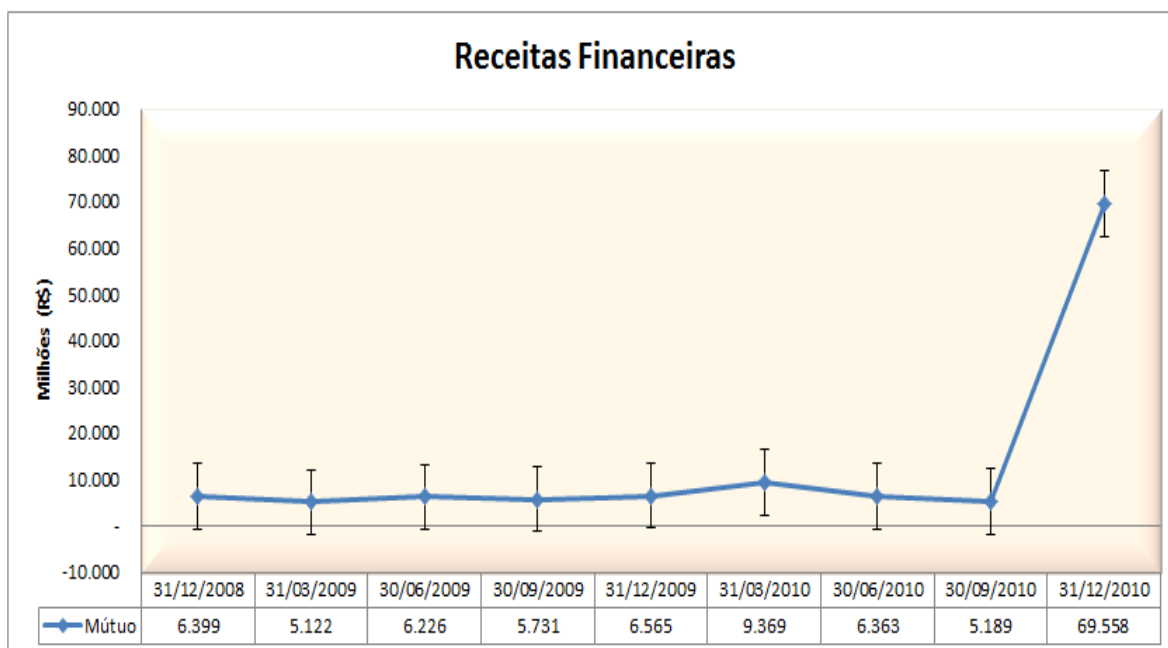
Figura 7 – Operações de Mútuo (Mundial SA)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta maneira, os ativos oriundos da operação de mútuo se tornam superavaliados devido à ausência dos recebimentos e da atualização dos juros, muito embora a perspectiva de sua realização/recebimento se demonstrasse incerta, visto que, não é possível identificar redução nos valores e sim um aumento nos montantes a receber conforme evidenciado no gráfico. A Companhia Mundial SA, embora tendo expectativa da não realização desse ativo, não efetuou nenhuma constituição de provisão para perdas no tocante aos créditos decorrentes do mútuo. Por outro lado, as Receitas Financeiras oriundas da operação de mútuo apresentavam elevados crescimentos, conforme observado na Figura 8.

Figura 8 – Receitas Financeiras (Mundial SA)

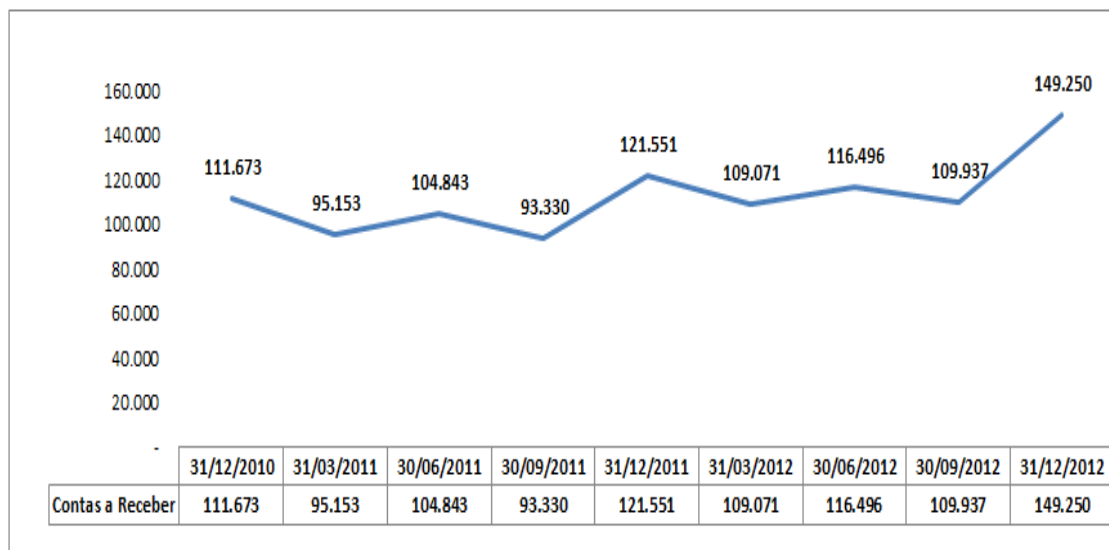


Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos demonstrativos do balanço patrimonial e de resultado apresentados no anexo VI, é possível identificar o comportamento dos saldos contábeis da empresa Technos SA no período de 31 de dezembro de 2010 à 31 de dezembro de 2013 por trimestre. Diante do exposto foi aplicado a mesma metodologia de apuração das análises horizontal e vertical, em seguida foram construídos os gráficos dos saldos contábeis das contas a receber, estoques e receita financeira que demonstraram maior variação percentual e em valor durante o período em análise. Essas contas são selecionadas em virtude de apresentarem relevância nos saldos contábeis e também em consonância com as contas analisadas para a Mundial SA.

Analisando as contas a receber da empresa Technos SA (Figura 9) identifica-se um saldo contábil em concordância com os valores a receber pela venda de mercadorias ou prestação de serviços no curso normal das atividades do Grupo no período analisado. Diante dos números apresentados e após a leitura das notas explicativas como parte integrante das demonstrações contábeis dos períodos avaliados, não se constata indícios de superavaliação dos ativos, observando-se, inclusive, um crescimento natural dos recebíveis de aproximadamente 34% ao ser comparado o encerramento do exercício de 2010 com 2012.

Figura 9 – Contas a Receber (Technos SA)



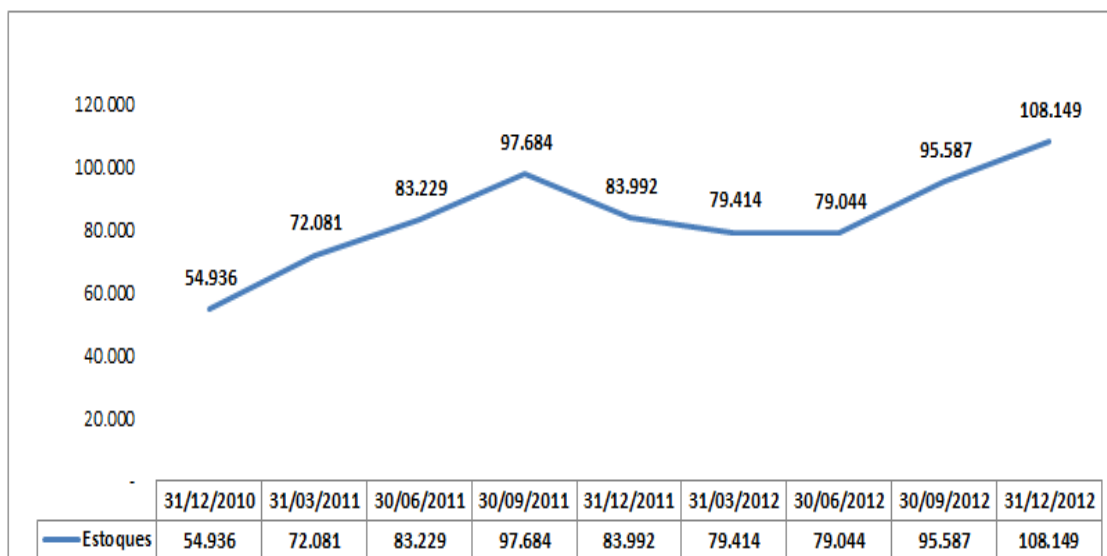
Fonte: Elaborado pelo autor.

Adicionalmente ao curso normal das atividades da Technos SA, identifica-se que a mensuração contábil dos valores a receber de clientes é avaliada no momento inicial pelo valor justo e, subsequentemente mensuradas pelo custo amortizado com o uso da taxa de juros efetiva, deduzidas do risco de crédito para determinação da provisão para créditos de liquidação duvidosa.

A resolução do Conselho Federal de Contabilidade (CFC) nº 1.428, de 25 de janeiro de 2013 que aprovou a NBC TG 46 – define o valor justo como sendo o valor pelo qual um ativo pode ser negociado, ou um passivo liquidado, entre partes interessadas, conhecedoras do negócio e independentes entre si, com a ausência de fatores que pressionem para a liquidação da transação ou que caracterizem transação compulsória.

A Figura 10 mostra a evolução do saldo contábil da conta de Estoques considerando os dados da Technos SA. Observando a figura é possível constatar um crescimento entre 2010.1 a 2011.3, uma estagnação entre 2011.4 e 2012.3 e uma retomada ao crescimento a partir do 3º trimestre de 2012. Associando este comportamento com o saldo das contas a receber analisado na Figura 9, é possível descrever que naturalmente a diminuição no ritmo das vendas provoca um impacto na conta de estoques, seja pelo custo de manutenção dos produtos e matéria prima ou pela produção sem a realização de vendas para escoamento dos estoques. No caso da Technos SA verifica-se através das notas explicativas integrantes das demonstrações contábeis da companhia que os estoques são apresentados pelo menor valor entre o custo e o valor líquido realizável, conforme previsto pela legislação vigente.

Figura 10 – Estoques (Technos SA)



Fonte: Elaborado pelo autor.

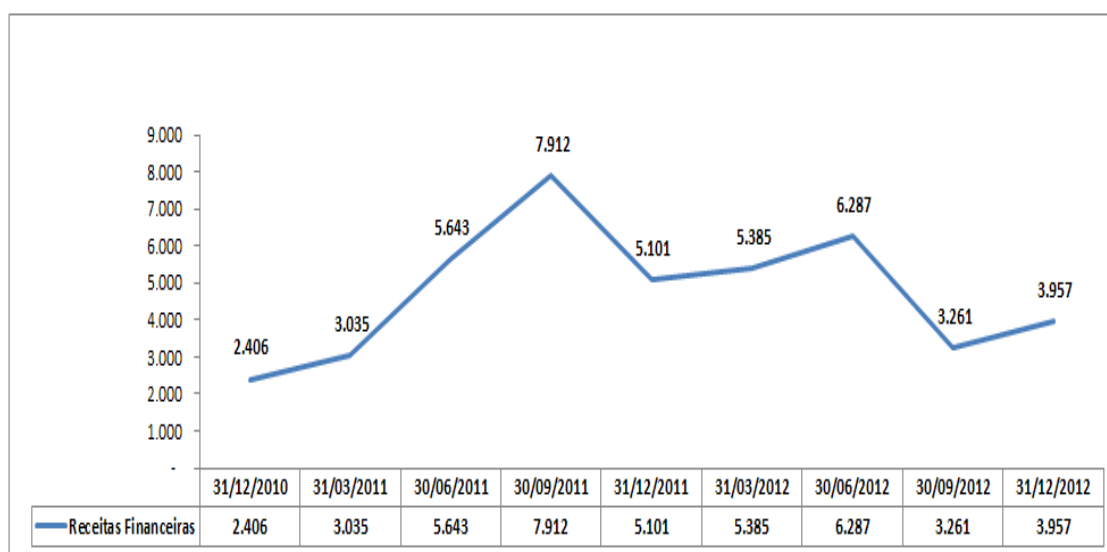
A Figura 11 apresenta o resultado das receitas financeiras auferidas no período em análise. A receita financeira da companhia Technos SA é composta pelo reconhecimento dos ganhos auferidos no período através dos ganhos obtidos das aplicações financeiras e títulos de valores mobiliários, realização de ajuste a valor presente, juros de mora, ganhos com derivativos e pela variação cambial.

Verifica-se que ao final do exercício de 2011, a companhia passou a diminuir significativamente as suas receitas financeiras em função da realização de diversos ativos para a obtenção de disponibilidade em caixa. Esse fato observado no gráfico da receita financeira da empresa Technos SA é antagônico ao que aconteceu com a Mundial SA, onde no 3º trimestre de 2010 a empresa saiu de R\$ 5 (cinco) milhões para aproximadamente R\$ 69 (sessenta e nove) milhões no final do exercício para reconhecimento de ganhos financeiros. Dessa forma, destaca-se a necessidade de uma análise criteriosa da empresa Mundial SA a fim de evidenciar a realização dos ativos ou a existência de fraude pelo não reconhecimento de uma perda por impairment¹⁷ em relação ao mútuo realizado com a empresa Hércules SA mencionado anteriormente neste trabalho.

¹⁷ O *Impairment* é um termo em inglês que significa, em sua tradução literal, deterioração. O *Impairment* consiste na realização de um teste com o objetivo de avaliar, periodicamente, os ativos contabilizados se estes estão registrados pelo seu valor recuperável.

Dessa forma, diante da discussão registrada nas análises iniciais, pode-se afirmar que os dados contábeis apresentados pelos demonstrativos e evidenciados pelos gráficos das duas companhias, identificam fatores relevantes que devem ser investigados pelo auditor no que tange aos dados da empresa Mundial SA. É com esse propósito que as próximas seções são desenvolvidas. O principal objetivo envolve a mensuração do risco de fraude envolvendo manipulação financeira com a Mundial SA. Análises similares também são realizadas considerando os dados da Technos SA.

Figura 11 – Receitas Financeiras



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1 Análise exploratória dos dados

Em uma análise inicial, utilizam-se os dados de volume de negócios observados em transações de compra e venda dos ativos MNDL3 (ações preferenciais da Mundial SA) e TECN3 (ações ordinárias da Technos SA). Nessa análise, utilizando o método da máxima verossimilhança na estimação dos parâmetros de forma e/ou escala associados às distribuições teóricas, buscam-se pelos ajustes de curvas exponenciais e tipo Pareto aos histogramas. No caso das ações MNDL3 analisam-se os trimestres 2009.2 a 2011.1, período que contempla um tempo crítico de dois anos antecedentes à deflagração da fraude em virtude das investigações realizadas pelos órgãos fiscalizadores. Para as ações TECN3, período de análise compreende o intervalo entre o 3º trimestre de 2011 e o 4º trimestre de 2012. No eixo vertical dos histogramas apresentados, são mostradas as frequências observadas. No eixo horizontal, os volumes estão divididos por 10^3 .

A Figura 12 contém os histogramas trimestrais correspondentes aos volumes de negócios observados para as ações MNDL3. Em cada gráfico são representadas por uma curva exponencial e outra do tipo pareto, ambas ajustadas via método da máxima verossimilhança. A Tabela 4 contém as estimativas de máxima verossimilhança para os parâmetros das curvas exponencial e tipo Pareto estimadas. Na Tabela, também são mostrados os p-valores do teste de Kolmogorov Smirnov considerando cada uma das distribuições (exponencial e Pareto) em hipótese nula. Conforme é possível verificar, volumes extremos (situados na cauda direita da distribuição) são bastante presentes, favorecendo o ajuste de distribuições com caudas densas. Entretanto, as curvas exponenciais são estatisticamente válidas de acordo com os testes de bondade de ajuste realizados (ver Tabela 4).

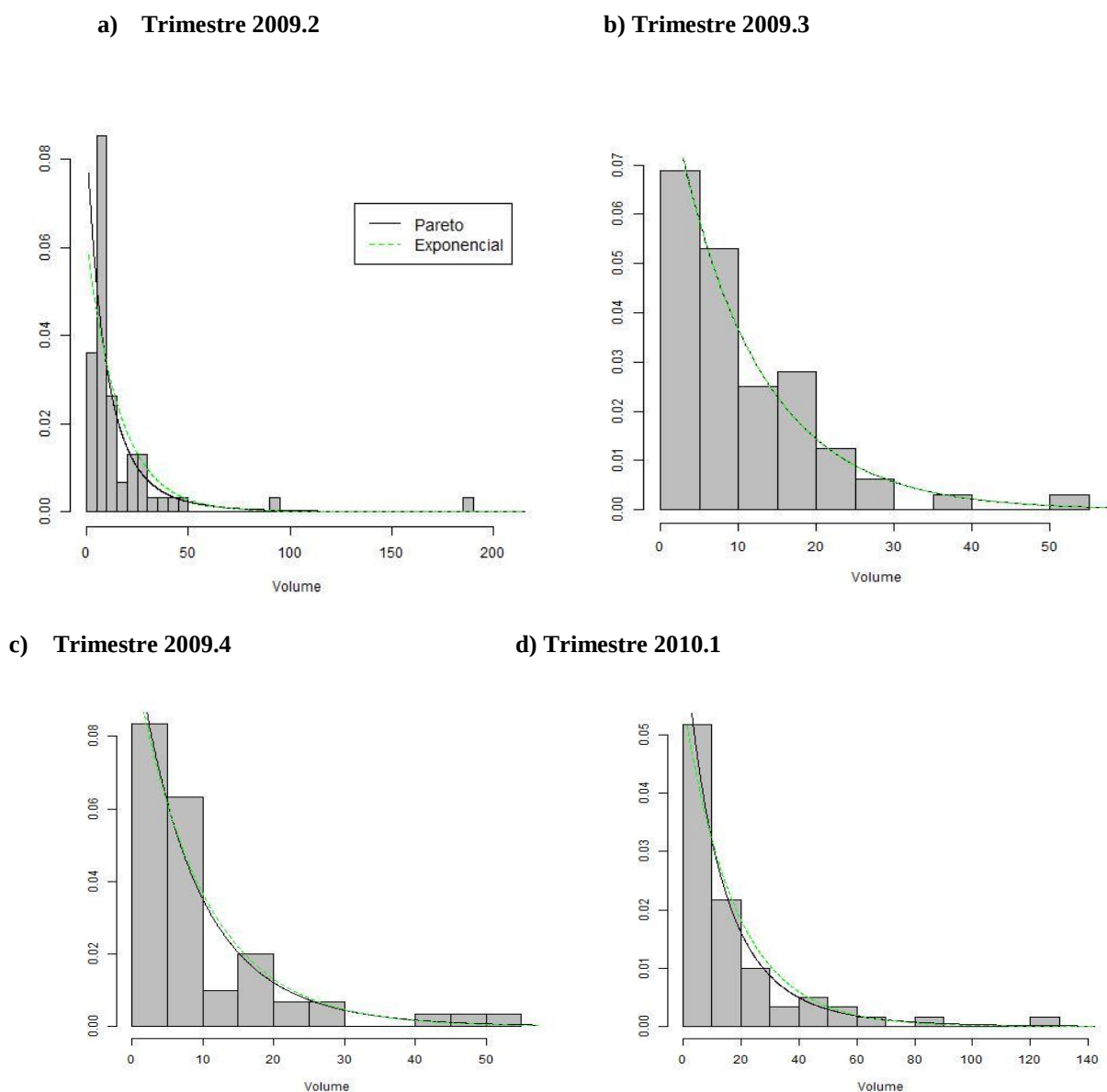
Na modelagem proposta por Cavusoglu e Raghunathan (2004), a distribuição considerada para a variável indicadora (variável score) é a exponencial. Análise semelhante pode ser desenvolvida utilizando outra distribuição, tal como a pareto, no entanto, a relação entre o poder de detecção (P_D) e a probabilidade de falsos alertas (P_F) não se dará conforme a restrição $P_D = (P_F)^r$, em que $r = \frac{\lambda_{\mathcal{H}_1}}{\lambda_{\mathcal{H}_0}}$. Como consequência, as equações (8) e (9) deixam de ser válidas e as equações do jogo ficam comprometidas, sendo necessário um desenvolvimento teórico a fim de avaliar as novas condições de equilíbrio. Visto que o foco do presente estudo se dá sobre os desenvolvimentos de Cavusoglu e Raghunathan (2004) e, acrescentando o fato de que os resultados dos ajustes considerando a distribuição exponencial mostram-se favoráveis, as análises das curvas de risco propostas no Capítulo 3 são construídas considerando a distribuição exponencial sob as hipóteses $\mathcal{H}_0$ e $\mathcal{H}_1$.

Observando a Figura 12, nos períodos 2009.3, 2009.4 e 2011.1, as curvas exponenciais e tipo pareto estimadas são bastante idênticas. Nesses casos os elevados valores estimados para os parâmetros de forma e escala da distribuição pareto a transformam em uma curva de densidade com baixo peso na região de cauda. Os p-valores do teste K-S (Tabela 4) evidenciam que o ajuste exponencial parece ser o mais apropriado para esses períodos, havendo, inclusive, a rejeição da hipótese nula (de ajuste à distribuição pareto) a 10% de significância nos dados referentes a 2009.4. Nos trimestres 2010.1 e 2010.3, visto que há observações extremas mais destacadas, o ajuste pareto é superior, porém, ambas as distribuições são consideradas estatisticamente significantes de acordo com os resultados do teste K-S (p-valores apresentados são acima de 0.30).

Considerando o período de 2009.2, os p-valores apresentados na Tabela 4 sugerem a distribuição exponencial como preferível à pareto. Em 2011.2, a curva exponencial é também

preferível, havendo uma mudança na estimativa do parâmetro λ , que fica mais próximo de zero, sinalizando um aumento na média da distribuição (estimada em aproximadamente $1/\lambda \approx 300$). Vale destacar que esse período antecede o momento de forte crescimento dos preços das ações da Mundial SA negociadas na BVM&F, sendo o trimestre em que os níveis de volume são mais expressivos. Em 2010.2, o ajuste exponencial é também superior (p-valor do teste K-S calculado em 0,534 contra 0,28 no ajuste pareto) e em 2010.4 os resultados indicam indiferença entre as curvas exponencial e tipo pareto (p-valores idênticos).

Figura 12 - Amostra de volumes com curva exponencial e pareto ajustadas por trimestres de 2009.2 à 2011.1 (Mundial SA – MNDL3)



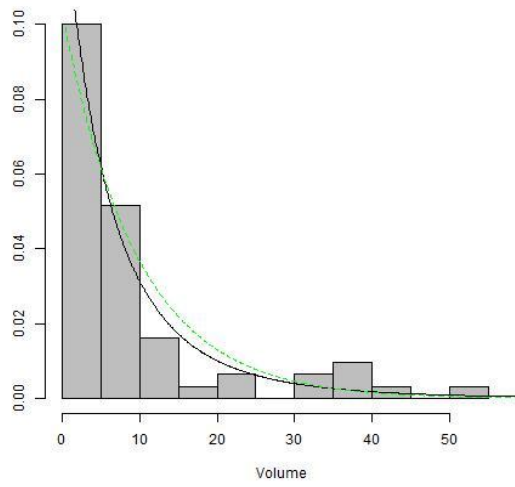
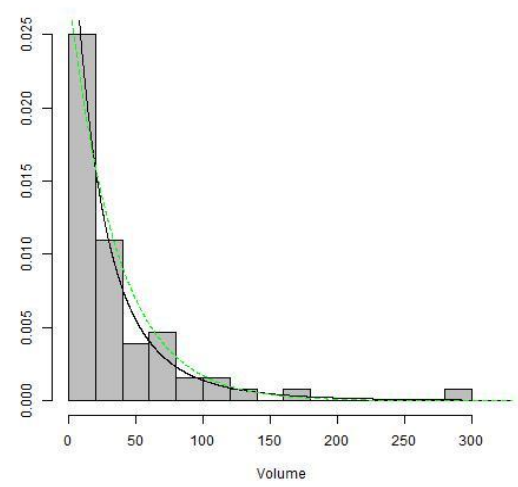
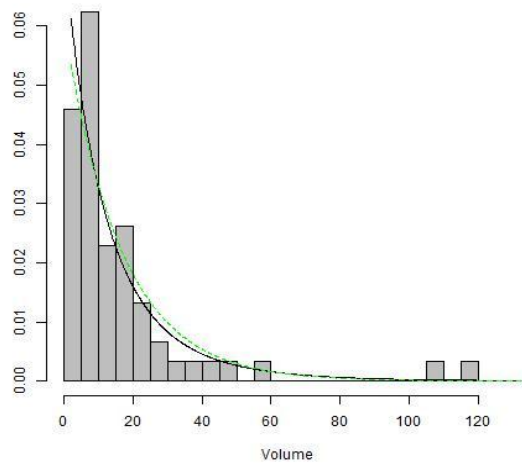
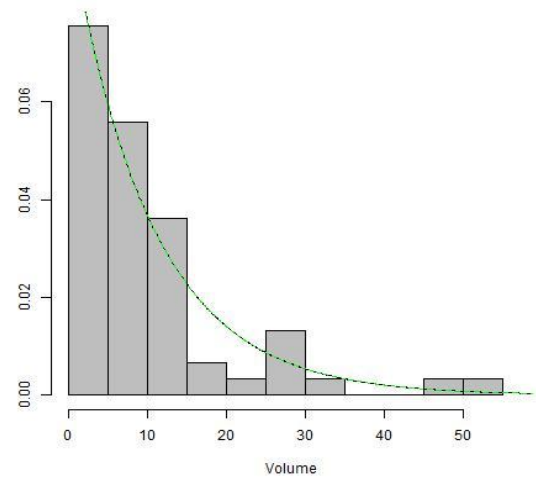
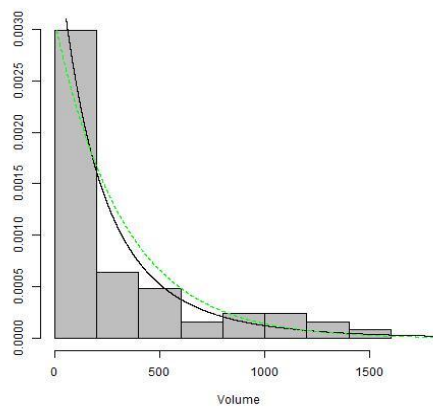
e) Trimestre 2010.2**f) Trimestre 2010.3****g) Trimestre 2010.4****h) Trimestre 2011.1****i) Trimestre 2011.**

Tabela 4 – Dados da Distribuição Pareto e Exponencial

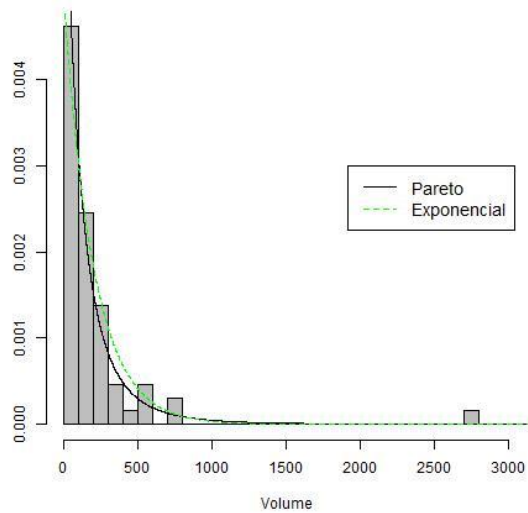
Período	Lambda	Forma	Escala	P-Valor (Pareto)	P-Valor (Exponencial)
2009.2	0,062173842	4,009378267	46,94640533	0,080304642	0,189369962
2009.3	0,093837927	7576573,137	80685894,25	0,6993742	0,838570127
2009.4	0,1031362	12,83286748	114,715055	0,076075242	0,664750559
2010.1	0,055807205	5,487301105	80,47244,616	0,513012313	0,377730617
2010.2	0,103387439	3,981486711	29,17470431	0,284933808	0,534398023
2010.3	0,02795187	3,970609381	106,8793451	0,418038009	0,211520975
2010.4	0,060505129	6,199428,593	85,4468581	0,385379767	0,385379767
2011.1	0,096208896	55891,75314	580786,3832	0,385379767	0,670518199
2011.2	0,003073267	3,924649899	971,4006651	0,196721786	0,284933808

Fonte: Elaborado pelo autor.

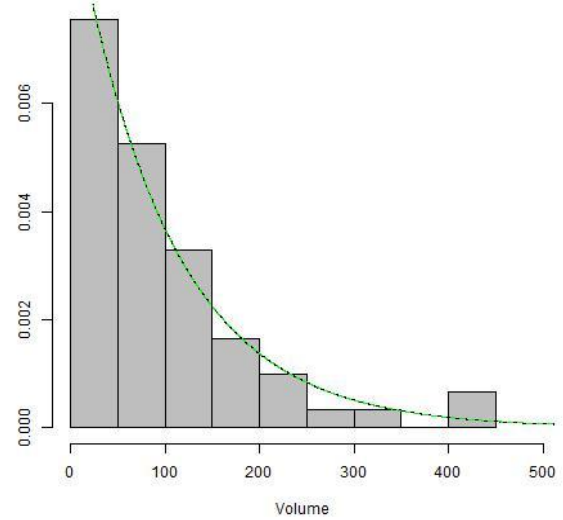
A Figura 13 contém os histogramas com as curvas exponenciais e tipo pareto ajustadas para os dados trimestrais de volume de negócios do ativo TECN3 (ações ON da Technos SA). Os períodos analisados compreendem o terceiro trimestre de 2011 (2011.3) ao quarto trimestre de 2012 (2012.4). Os resultados do teste K-S podem ser vistos na Tabela 5. No caso da Technos SA, nos ajustes realizados considerando os trimestres 2011.4, 2012.3 e 2012.4, as curvas exponenciais e tipo pareto mostraram-se bem similares. Isso ocorre devido ao fato de que as estimativas de máxima verossimilhança para os parâmetros de forma e escala da distribuição pareto mostram-se bastante elevadas, principalmente em 2011.4 e 2012.3. Esse fato faz com que a curva de densidade tipo pareto apresente calda relativamente leve, isso quando comparada aos casos em que tais parâmetros são bastante inferiores. Os p-valores observados na Tabela 5 sugerem a distribuição exponencial como uma escolha factível ao ajuste dos dados. Considerando os períodos 2011.3, 2012.1 e 2012.2, as curvas pareto apresentam-se, em geral mais bem ajustadas. No entanto, buscando a simplicidade dos cálculos com o equilíbrio de Nash proposto por Cavusoglu e Raghunathan (2004), as análises de risco realizadas no capítulo 4 consideram as curvas exponenciais estimadas. Em linhas gerais, no caso da Technos SA, os p-valores apresentados na Tabela 5, possibilitam o uso da distribuição exponencial para o ajuste dos dados de volume de negócios.

Figura 13 - Amostra de volumes com curva exponencial e pareto ajustadas por trimestres de 2011.3 à 2012.4 (Technos SA – TECN3)

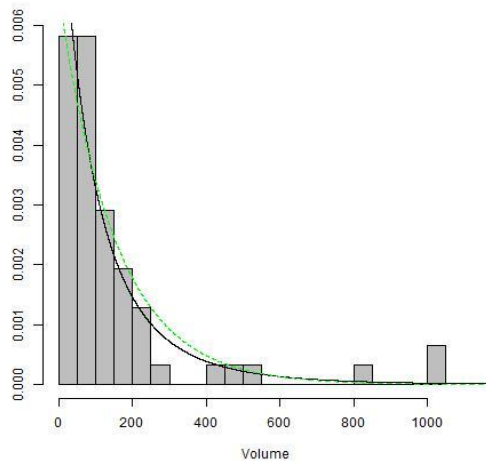
a) Trimestre 2011.3



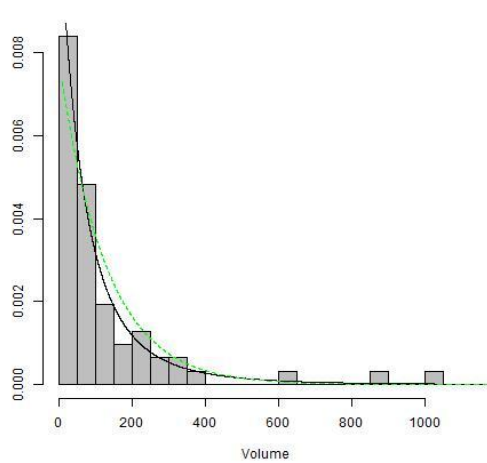
b) Trimestre 2011.4



c) Trimestre 2012.1

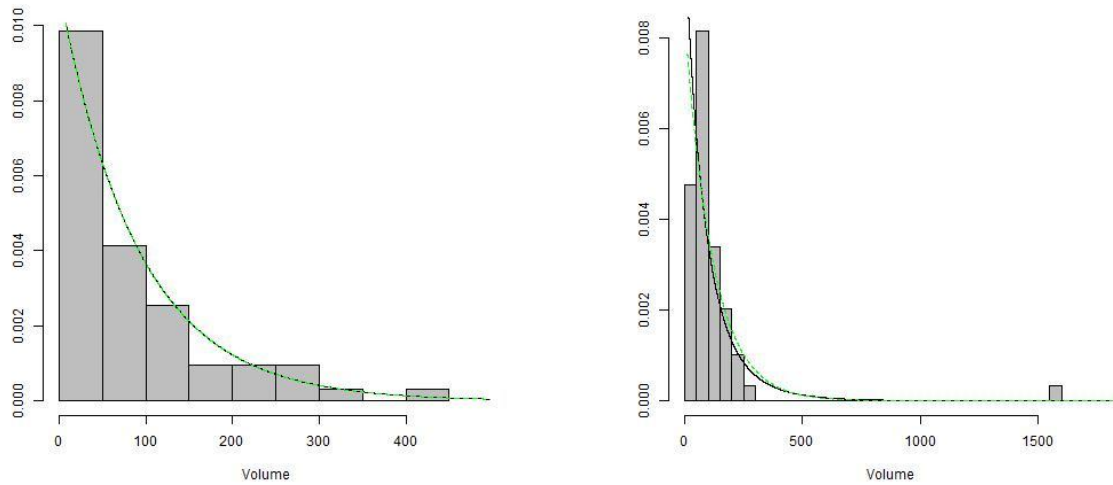


d) Trimestre 2012.2



e) Trimestre 2012.3

f) Trimestre 2012.4



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Dados da Distribuição Pareto e Exponencial (Technos SA)

#	Lambda	Parâmetro Forma	Parâmetro Escala	P-Valor (Pareto)	P-Valor (Exponencial)
2011.3	0,004975696	3,489586,802	482,7,481,414	0,849261455	0,31150159
2011.4	0,009893924	453963,4,491	45844724,2	0,520226798	0,929467699
2012.1	0,006487527	4,296236075	505,6611226	0,395464243	0,395464243
2012.2	0,00784155	3,164314642	275,8350455	0,283304435	0,130949931
2012.3	0,01094472	586253,3261	53589068,48	0,292130623	0,541243098
2012.4	0,008420752	6,75936991	660,2540995	0,36496229	0,256704276

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Curvas de risco

4.2.1. Curvas de risco – Mundial SA

No presente Capítulo propõe-se o que se denominará de “curvas de risco”, as quais consistem em gráficos que relacionam a razão esforço/dano de auditoria $\left(\frac{E}{D} \in (0,1)\right)$ com o risco de manipulação financeira (ψ), representado por um valor numérico entre 0 e 1. Quanto mais próximo de zero for o valor de ψ , menor o risco de manipulação e, no sentido contrário, aumenta-se a probabilidade de fraude financeira nos dados. Uma curva de risco é determinada pela função $\psi\left(\frac{E}{D}\right)$, correspondente ao equilíbrio 2 descrito no Capítulo 4. É possível reescrever $\psi\left(\frac{E}{D}\right)$ como

$$\psi\left(\frac{E}{D}\right) = \frac{E(1-P_F)}{E(P_D-P_F)+(1-P_D)D} = \frac{E/D \times (1-P_F)}{E/D \times (P_D-P_F) + (1-P_D)}, \quad (11)$$

em que P_D, P_F denotam, respectivamente, o poder de detecção do software de detecção e a probabilidade de geração de falsos alertas (manipulação indicada sem que a mesma de fato tenha ocorrido). Quando $\frac{E}{D} \rightarrow 0$, tem-se que o dano (D) é muito superior ao esforço (E), havendo a convergência para uma alta frequência de investigação e uma menor incidência de manipulação financeira, e, portanto, $\psi\left(\frac{E}{D}\right) \rightarrow 0$. No sentido contrário, $\frac{E}{D} \rightarrow 1$ indica que o nível de esforço na investigação tende a se igualar ao dano eventual da fraude financeira, fazendo com que $\psi\left(\frac{E}{D}\right) \rightarrow 1$. Adicionalmente, a primeira derivada da função ψ é sempre positiva, implicando em curvas de risco sempre crescentes.

A Figura 14 contém as curvas de risco construídas considerando os dados de volume de negócios dos ativos MNDL3 (gráficos à esquerda) e TECN3 (gráficos à direita) e os ajustes das distribuições exponenciais descritos no Capítulo 4. No caso da Mundial SA, são considerados os trimestres 2009.2 a 2010.4 e para a Technos SA, os períodos escolhidos são os trimestres 2011.3 a 2012.4. Visto que o modelo descrito no Capítulo 3 requer a estimação do parâmetro de escala da distribuição exponencial sob a hipótese de fraude, tal parâmetro é estimado considerando os dados de volume de negócios no ativo MNDL3 em 2011.2. Essa escolha é feita para fins de que se tenha um referencial de curva exponencial sob a manipulação financeira em dados de volume de negócios nos ativos das duas empresas consideradas em análise. O trimestre 2011.2 revela-se o mais apropriado para esse fim visto que este representa bem o momento especulativo evidenciado pela maior alta nos preços das ações MNDL3, a qual ultrapassou os 1000% de variação.

Na Figura 14, cada ajuste considera quatro cenários de detecção ($P_D = 99\%, 97,5\%, 95\%$ e 90%), sendo representados, respectivamente, pelos pares de gráficos das Figuras 14a e 14b, 14c e 14d, 14e e 14f e 14g e 14h. Como é possível observar, o risco diminui à medida em que o poder de detecção decresce, refletindo o fato de que a escolha de elevados poderes de detecção se adequa mais em dados com fortes indícios de manipulação financeira. Nesses casos ψ é superior, justificando a adoção de procedimentos de auditoria mais criteriosos, associados a testes de detecção mais poderosos.

É importante destacar a evidente diferença entre as estimativas de risco obtidas sob os dados da Mundial SA e da Technos SA. Tomando como exemplo as Figuras 14e e 14f, em que $P_D = 95\%$, quando $\frac{E}{D} = 0,2$, o valor de ψ é estimado próximo de 80% para a Mundial SA e cerca de 65% para a Technos SA em 2010.2 e 2011.4, respectivamente.

Esse fato se repete em todos os cenários considerados: a Mundial SA apresenta risco de manipulação sempre mais elevado. Esse resultado é bastante atrativo, visto que o uso da metodologia possibilita não apenas discriminar o risco entre as empresas, como também quantificá-lo por meio de uma abordagem baseada na Teoria dos Jogos. Outro aspecto interessante é que a modelagem permite que se trace planos de auditoria baseados na relação esforço/dano. Com esse propósito, em cada gráfico são marcados três pontos determinados pelos níveis de esforço/dano demarcados em $\frac{E}{D} = 0,2, 0,4$ e $0,8$. Para cada ponto é possível associar o risco envolvido. Por exemplo, na Figura 14a (Mundial SA), no planejamento caracterizado por $\frac{E}{D} = 0,4$ estima-se um risco de aproximadamente 90% a um poder de detecção $P_D = 99\%$ em 2010.2. No mesmo cenário, estima-se $\psi \approx 65\%$ sob os dados da Technos SA em 2011.4 (Figura 13b).

Um outro fator vale ser observado: é possível combinar aspectos destacados na análise dos dados contábeis da Mundial SA com os resultados do modelo de jogos, descritos pelas curvas de risco estimadas (Figura 14). Nesse sentido, as observações feitas nas Figuras 5 a 8, as quais descrevem dados de contas a receber, estoques e de operações de mútuo da Mundial SA são compatíveis com as obtidas com o uso da metodologia de Cavusoglu e Raghunathan (2004).

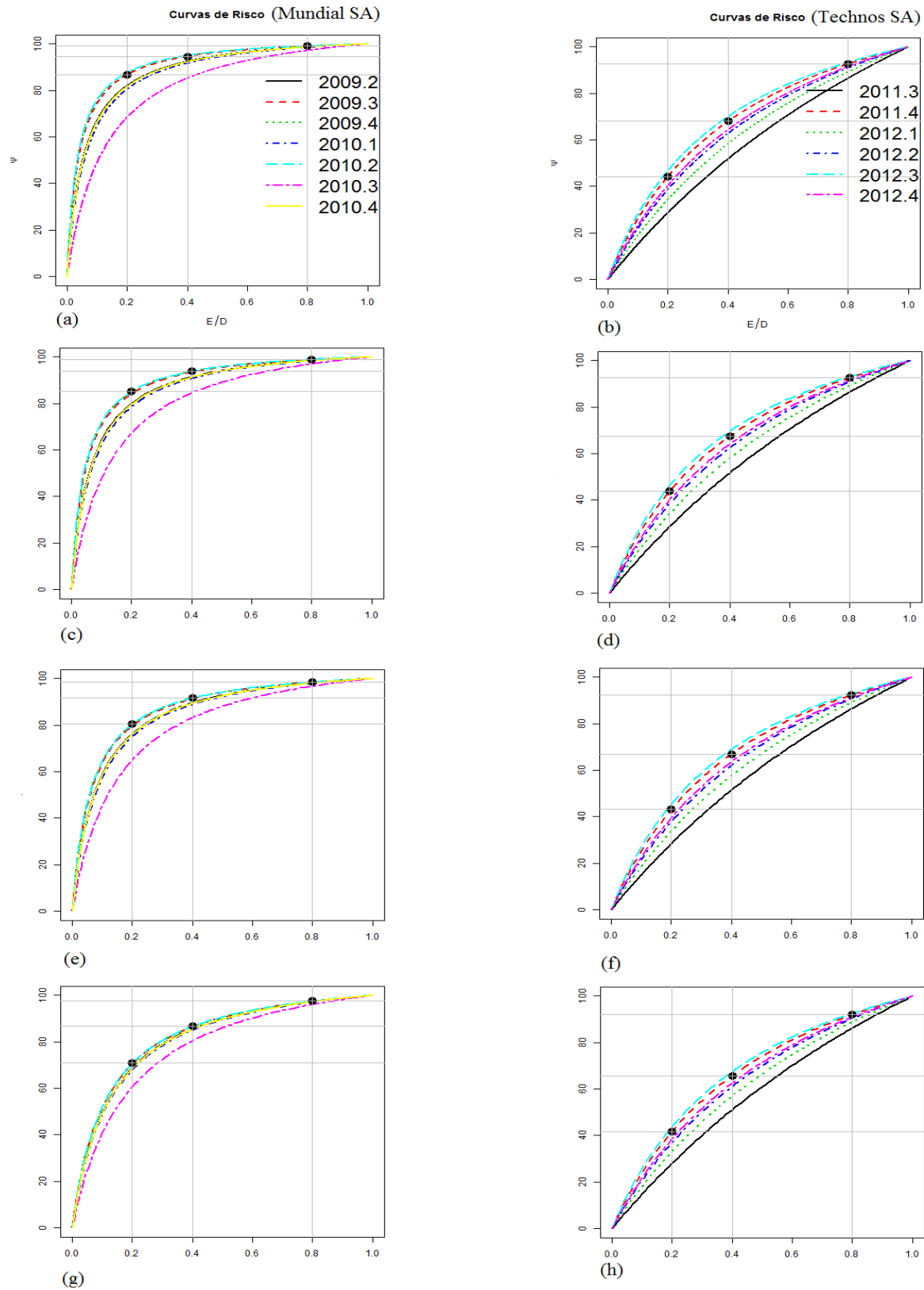
Ao final de 2010.1 evidenciam-se distorções no ativo circulante, registradas pelo crescimento significativo das vendas realizadas para recebimento a prazo a partir do final de 2010.1. Isso é também destacado nas Figura 14a, 14c, 14e e 14g, em que as curvas de risco associadas aos dados dos trimestres 2010.1 e 2010.2 são as que sinalizam maiores valores para ψ . Na evolução das contas a receber (Figura 5) e dos estoques (Figura 6), identificam-se valores bastante expressivos em 2009.4 (estoques) e 2010.4 (contas a receber).

Na Figura 14 (gráficos à esquerda) vale destacar que a curva de risco estimada para 2009.4 é bastante similar àquela estimada em 2010.1. Para 2010.4, a curva de risco também apresenta valores de ψ expressivos, porém com estimativas levemente inferiores àquelas apresentadas em 2009.4, 2010.1 e 2010.2. Segundo os resultados do modelo de jogos, considerando $P_D = 97,5\%$ (Figura 12c), em 2009.4, 2010.1 e 2010.2, considerando os planos de auditoria definidos por $E/D = 0,2$ e $0,4$, os valores de ψ são calculados em aproximadamente 85% e 90%, respectivamente. No mesmo cenário, em 2010.4 obtém-se $\psi \approx 82\%$ e 87% , respectivamente.

Como resultado da pesquisa, destaca-se o fato de como as informações obtidas por meio das curvas de riscos permitem que o auditor realize os procedimentos de forma mais assertiva.

Além disso, é possível mensurar a probabilidade de manipulação financeira atribuindo-se um valor pertencente ao intervalo $(0,1)$, para cada plano de auditoria estabelecido.

Figura 14 – Gráficos das curvas de risco associadas à Mundial SA (lado esquerdo) e Technos SA (lado direito). Cenários analisados: $P_D = 99\%, 97,5\%, 95\%$ e 90% (gráficos aos pares na horizontal)



Corroborando com as informações apresentadas por meio das curvas de riscos na Figura 14, através do processo administrativo sancionador CVM nº RJ2013/6224 (**Anexo D**) foram constatada irregularidades na elaboração e divulgação dos demonstrativos contábeis da empresa Mundial SA em detrimento do não cumprimento dos dispositivos constantes na norma vigente nos fatos descritos a seguir:

- a) **Operação de Mútuo:** A Mundial SA realizou uma operação por meio de contrato de mútuo com a empresa Hercules SA onde essa transação ensejou em registros contábeis no contas a receber da companhia e na conta de receitas financeiras, conforme descrito abaixo:

b) Tabela 6 - Operação de mútuo (Mundial SA X Hercules SA)

Descrição	2007	2008	2009	2010
Contas a receber (mútuo)	204.950	223.857	243.410	272.469
Atualização monetária	25.364	23.043	30.293	69.558
Pagamentos diversos	(6.456)	(3.491)	(1.234)	(10.489)

Fonte: Demonstrações Contábeis da empresa Mundial SA.

Todavia, com base na incerteza que a companhia Mundial SA possuía junto aos créditos a receber junto à empresa Hercules SA, considerando a materialidade dos saldos evidenciados nos demonstrativos contábeis, a empresa não atende à deliberação CVM nº 604/09 em que estabelece a necessidade de realização de avaliações/teste de recuperabilidade de modo a demonstrar a viabilidade de realização desses créditos, divulgando uma situação patrimonial divergente.

Conforme é possível verificar na tabela 5, os valores das correções promovidos pela atualização monetária são maiores do que todos os pagamentos efetuados durante os 4 exercícios em análise. Dessa forma, é possível relacionar esse fato ao comportamento das curvas pelo aumento do risco de fraude representado pelo ψ conforme evolução das curvas de risco evidenciadas na Figura 13.

- c) **Ativos Contingentes:** A companhia Mundial SA realizou o reconhecimento indevido de créditos tributários nos demonstrativos de 2009 a 2010 adquiridos de terceiros que foram objetos de ação judicial para a sua efetiva utilização em desfavor da RFB. Por sua vez, o CPC 25 aprovado pela deliberação CVM nº 594/09, prevê que os ativos contingentes podem ser reconhecidos. Todavia, embora o

departamento jurídico da empresa Mundial SA tenha estimado o êxito no processo como “provável” isso não se reflete no patrimônio da companhia quando não foi identificado a realização desses ativos em análise temporal. Vide tabela abaixo:

Tabela 7 - Débitos Tributários

Descrição	31/12/2009	31/12/2010
Créditos Tributários	11.224	5.612

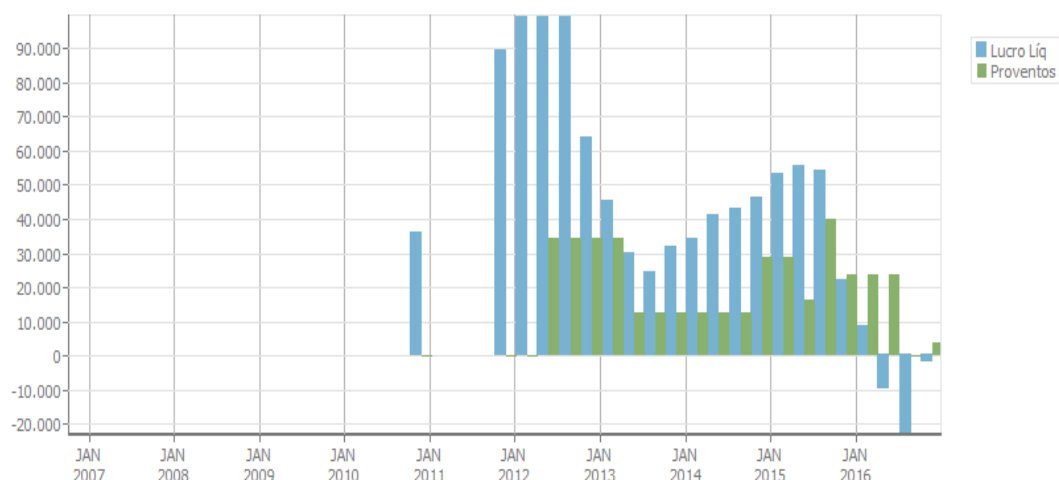
Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa fato evidenciado através da análise dos créditos tributários, influencia fortemente na mensuração dos ativos da Mundial SA. Dessa forma, a constatação da superavaliação nesses ativos resulta em curvas de risco mais agressivas nos trimestres de 2009 (ver Figura 14).

- d) **Reconhecimento de Passivo:** Foi constatado através das demonstrações contábeis da empresa Mundial SA que não foram realizados os ajustes no seu patrimônio, provocado pelo reconhecimento da provisão para o passivo a descoberto de controladas no patrimônio líquido da Mundial SA. Esses ajustes provocariam uma redução no patrimônio líquido da Mundial SA em R\$ 21.717 e R\$ 83.543 nos períodos de 31/12/2010 e 31/12/2011 respectivamente, isso é refletido no comportamento das curvas de risco mostradas na Figura 14.

Finalizando as observações advindas da Figura 14, é possível destacar que, mesmo não havendo comprovações investigativas de fraude financeira envolvendo a Technos SA, o modelo de jogos sinaliza um risco relativamente elevado para a empresa, o qual é expressado pelas curvas de risco (gráficos à direita). Por exemplo, considerando um poder de detecção $P_D = 95\%$ (Figura 1f), a metodologia sugere $\psi \approx 43\%$ quando $\frac{E}{D} = 0,2$ em 2012.3.

Figura 15 - Evolução do Lucro líquido e proventos da Technos SA.

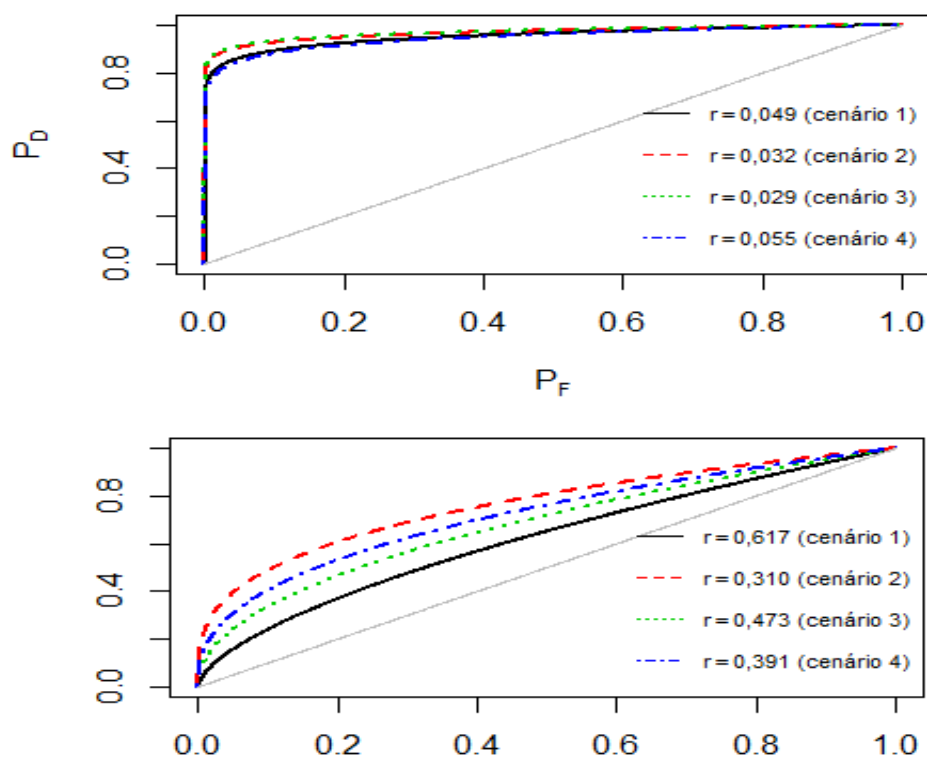


Fonte: <http://www.fundamentus.com.br/graficos.php?papel=MNDL3&tipo>

Vale destacar que, ao se observar a evolução do lucro líquido da empresa (Figura 15) é possível verificar um forte declínio iniciado no segundo trimestre de 2012. No modelo de jogos, a curva de risco associada ao trimestre 2012.3 é a que apresenta os maiores valores para ψ . Esses fatos são capturados pela modelagem, o que é bastante positivo do ponto de vista aplicado. A Figura 16 mostra as curvas ROC plotadas para as análises envolvendo os dados trimestrais de volume de negócios nos ativos MNDL3 e TECN3 (Figuras 16a e 16b, respectivamente).

Nos gráficos, a linha diagonal representa o caso em que $r = 1$, sendo plotadas as curvas ROC considerando $P_D = 99\%, 97,5\%, 95\%$ e 90% (cenários 1 a 4, respectivamente). Como é possível observar, as curvas ROC estimadas são todas situadas acima da linha diagonal, sugerindo um bom ajuste aos dados. No caso da Mundial SA as linhas ajustadas mostram-se bastante significativas, todas com baixos valores para a razão r , evidenciando ser possível alcançar elevado poder de detecção a uma baixa probabilidade de se gerar falsos alertas. Visto que há investigações confirmadas acerca de manipulação fraudulenta nos ativos da companhia, tem-se uma boa mensuração desse risco expressada pelo modelo de jogos.

Figura 16 – Curvas ROC, estimadas quando $P_D = 99\%$, $97,5\%$, 95% e 90% (cenários 1 a 4, respectivamente), considerando os ativos MNDL3 (gráfico superior) e TECN3 (gráfico inferior)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando as ações TECN3, as curvas ROC, embora inferiores às da Mundial SA, são também significativas. Visto que a Technos SA não apresenta confirmações investigativas de manipulação fraudulenta em seus ativos financeiros, é importante observar como o modelo consegue discriminar as duas empresas no que tange ao risco de manipulação fraudulenta em seus ativos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios existentes no mercado globalizado exigem dos gestores das organizações um aprimoramento na metodologia de trabalho, principalmente no que tange a obtenção de lucros resultantes de artimanhas fraudulentas, pois não há margens para erros na condução dos negócios. Nesse contexto, o Auditor através da sua opinião sobre os demonstrativos contábeis tornou-se fundamental para o desenvolvimento das organizações com o objetivo de buscar a transparência das informações e a segurança para que as partes interessadas no mercado financeiro possam minimizar os riscos de seus investimentos, crucial para a longevidade do negócio e para a lucratividade.

Dessa forma, os auditores podem detectar indicadores de operações fraudulentas de maneira tempestiva e emitir uma opinião preditiva que auxiliem aos usuários da informação contábil a tomarem decisões de forma a mitigar o risco e evitar que incorram em prejuízo financeiro. Esta avaliação incide sobre a definição estratégica da configuração de software de detecção de fraude, através do modelo de Cavusoglu e Raghunathan (2004) e aprimorado neste trabalho com a utilização do software de detecção que devem viabilizar os exames dos auditores, na distinção de operações com indícios de fraude.

O modelo proposto por Cavusoglu e Raghunathan (2004) foi aplicado neste trabalho resultando na construção de 4 cenários através de gráficos, sendo traçada uma linha diagonal que representou $r = 1$, e as curvas ROC plotadas considerando $P_D = 99\%, 97,5\%, 95\%$ e 90% . Os resultados demonstraram no caso da empresa Mundial SA que as curvas ROC estimadas ficaram situadas acima da linha diagonal, sugerindo um bom ajuste aos dados. As linhas ajustadas mostram-se bastante significativas, todas com baixos valores para a razão r , evidenciando ser possível alcançar elevado poder de detecção a uma baixa probabilidade de se gerar falsos alertas.

Considerando as ações TECN3, as curvas ROC, embora inferiores às da Mundial SA, são também significativas, tem-se uma boa mensuração desse risco expressada pelo modelo de jogos. É mister registrar que o objetivo do presente trabalho foi alcançado, onde o modelo demonstrou ser capaz de discriminar ao analisar as duas empresas no que tange ao risco de manipulação fraudulenta em seus ativos.

Com os resultados auferidos é possível concluir que é viável a evidenciação de informações preditivas no monitoramento de empresas listadas na BM&F BOVESPA pela utilização de um Software de detecção, onde técnicas matemáticas e estatísticas se concatenam à contabilidade através de exames de auditoria, com o propósito de assinalar a possibilidade

eminente de informações fraudulentas, mitigando o risco de prejuízos conforme já relatado neste trabalho.

Ademais, este trabalho contribui para o desenvolvimento do conhecimento no aprimoramento da metodologia criada por Cavusoglu e Raghunathan (2004), a fim de que os auditores possam realizar seus procedimentos suportados na mensuração de curvas de riscos para as empresas auditadas com base nos softwares de detecção de fraude à luz da Teoria dos Jogos.

REFERÊNCIAS

- ABDOLMOHAMMADI, M.; WRIGHT, A. An examination of the effects of experience and task complexity on audit judgments. **Accounting Review**, p. 1-13, 1987.
- ALTMAN, E. I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. **The Journal of Finance**, v. 23, n. 4, p. 589-609, 1968.
- ANDERSON, U.; YOUNG, R. A. Internal Audit Planning in an Interactive Environment. **Auditing: A Journal of Practice and Theory**, n.8, p. 23-42, 1988.
- ANUVARSHA, G.; RAJESH, K. J. **Survey On Automated Intrusion Response System Using Game Theory**. IJARCCE, 2014.
- ASSOCIATION OF CERTIFIED FRAUD EXAMINERS – ACFE – **Report to the nations on occupational fraud and abuse**. New York, 2014. Disponível em: <<http://www.acfe.com/rtnn-download-2014.aspx>>. Acesso em: 06 mar. 2016.
- ATA, Y. H.; SYEREK, Y. I. The use of data mining technique in detecting fraudulent financial statements : An application on manufacturing firms. **The Journal of Faculty and Economics and Administrative Sciences**, p. 157–170, 2009.
- BINSBERGEN, J. H.; MARX, L. M. Exploring Relations Between Decision Analysis and Game Theory. **Decision Analysis**, v. 4, n. 7, p. 32-40, mar. 2007.
- BOYTON, W. C.; RAYMOND, J. C.; KELL, W. G. **Auditoria**. São Paulo: Atlas, 2002.
- CAVUSOGLU, H., RAGHUNATHAN, S. Configuration of Detection Software: A Comparison of Decision and Game Theory Approaches. **Decision Analysis**, v.1, n. 3, p. 131-148, 2004.
- DURTSCHI, C.; HILLISON, W.; PACINI, C. The effective use of Benford’s law to assist in detecting fraud in accounting data. **Journal of Forensic Accounting**, p. 17–34, 2004.
- FANDEL, G.; TROCHEL, J. A game theoretical analysis of an extended manager–auditor–conflict. **Zeitschrift für Betriebswirtschaft**, n. 4, p. 33–53, 2011.
- FERREIRA, L. V.; MOROSINI, F. C. A Implementação da Lei Internacional Anticorrupção no Comércio: o Controle Legal da Corrupção Direcionado às Empresas Transacionais. **Austral. Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, v. 2, n. 3, p. 257-277, jan. /jun. 2013.
- FUDENBERG, D.; TIROLE, J. **Game Theory**. MIT Press, Cambridge, MA. 1993.
- FUKUKAWA, H.; MOCK, T. J.; WRIGHT, A. Audit programs and audit risk: A study of Japanese practice. **International Journal of Auditing**, v. 10, n. 1, p. 41-65, 2006.
- FUNDAMENTUS INVISTA CONSCIENTE. Disponível em: <<http://www.fundamentus.com.br/graficos.php?papel=MNDL3&tipo=2>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

HOLLER, M. J.; NGUYEN, T. Regulating balance sheet audit: a game-theoretic analysis. **Journal für Rechtspolitik**, v. 15, p. 42–53, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. **Código das melhores práticas de governança corporativa**. 5.ed. - São Paulo, 2015. Disponível em:< <http://www.ibgc.org.br/userfiles/2014/files/CMPGPT.pdf>>. Acesso em: 24 dez. 2016.

JONES, A. J. **Game Theory**: Mathematical Models of Conflict. Ellis Horwood, 1980.

KAHNEMAN, D. I.; TVERSKY, A. Prospect theory: An analysis of decision under risk. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 263-291, 1979.

KNAPP, C. A.; KNAPP, M. C. The Effects of Experience and Explicit Fraud Risk Assessment in Detecting Fraud with Analytical Procedure. **Accounting, Organizations and Society**, v. 26, p. 25-37, 2001.

KOLMOGOROV, A. N. Sulla Determinazione empirica di una legge di distribuzione. **Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari**, v.4, p. 83-91, 1933.

KPMG. **Perfil global do fraudador**: a tecnologia viabiliza e os controles deficientes estimulam a fraude. Disponível em:<<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/br/2016/09/br-perfil-do-fraudador-2016.pdf>> Acesso em: 19 maio 2017.

LINDSAY, C. J. M. Tailor-made auditing of information systems for the detection of fraud. **Journal Computers and Security**, v. 9, p. 59-66, 1990.

MADAN, B. B. et al. **Modeling and quantification of security attributes of software systems, Proceedings of the IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN 02)**. IEEE Computer Society Press, 2002.

MAIS INDEPENDENTE. **Renda consistente na Bovespa com Análise Técnica**. Disponível em:< <https://maisindependente.wordpress.com/page/4/>> Acesso em: 19 maio 2017.

MALACRIDA, M. J. C. et al. Governança corporativa: nível de evidenciação das informações e sua relação com a volatilidade das ações do Ibovespa. **Revista Contabilidade e Finanças**, v. 17, p. 65-79, 2006.

MARGOTTO, P. R. **CURVA ROC**: como fazer e interpretar no SPSS. Brasília, DF: Escola Superior de Ciências da Saúde, 2010.

MARINHO, R. **Prática na Teoria**: aplicações da teoria dos jogos e da evolução aos negócios. 2. ed. Saraiva, 2011.

NASH, J. Non-cooperative Games. **The Annals of Mathematics**, v. 54, n. 2, p. 286-295, set. 1951.

PAUSTIAN, S. **Designing and Interactive Visualization for Intrusion Detection Systems with Video Game Theory and Technology**. Iowa State University Master Of Science

PCAOB. Disponível em: <https://pcaobus.org/Standards/Auditing/pages/auditing_standard_8.aspx>. Acesso em: 24 dez. 2016.

REQUIREMENT For Degree, 2007. Disponível em: <<http://archives.ece.iastate.edu/archive/00000323/01/Network-Visualization-Thesis.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

SCHILLER, J. The impact of insurance fraud detection systems. **Risk**, Iss. 73, p. 421-438, 2006.

STYLIANOS, Z.; XANTHOPOULOS, C.; NAKAS, T. A generalized ROC approach for the validation of credit rating systems and scorecards. **The Journal of Risk Finance**, v. 8, Iss 5, p. 481 - 488, 2007.

SUKANTO, B.; DONGMING, X.; KULDEEP, K. An ANN-based auditor decision support system using Benford's law. **Decision Support Systems**, v. 50, n.3, p. 576-584, 2011.

TERUEL, E. C. . Principais ferramentas utilizadas na auditoria de sistemas e suas características. In: WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA, 5, São Paulo, 2010.

THOMAS, M.; MARATHE, R. Forensic considerations in determining timing of continuous audit systems. **Technology Operation Management**, v. 2, n. 2, p. 80-89, 2011.

ULVILA, J. W.; GAFFNEY, J. E. A decision analysis method for evaluating computer intrusion detection systems. **Decision Anal.**, v. 1, n. 1, p. 35-50, 2004.

VATSA, V.; SURAL S.; MAJUMDAR, A. **A Game-Theoretic Approach to Credit Card Fraud Detection**. ICISS 2005, LNCS 3803, p. 263–276, 2005, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.

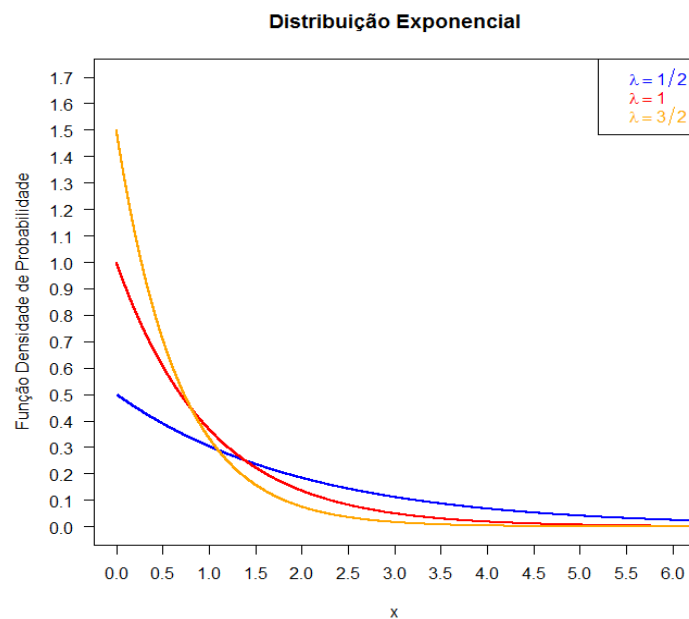
YUE, W. T.; CAKANYLDIRIM, M. Intrusion Prevention in Information Systems: Reactive and Proactive Responses. **Journal of Management Information Systems**, p. 329–353, 2007.

ANEXO A - DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL

A distribuição exponencial é uma expressão contínua que é utilizada para apresentar o tempo que decorre antes do fato acontecer. De forma mais objetiva, essa é uma distribuição que se caracteriza por ter uma função de taxa de falha constante. Um exemplo muito utilizado para apresentar a Distribuição Exponencial é o tempo de vida de um componente, que é o período de vi decorre antes do componente falhar. Geralmente esse tempo é denominado tempo de espera.

A função da distribuição exponencial envolve um parâmetro, que é uma constante positiva λ cujo valor determina o local e a forma da função densidade. A função de densidade de probabilidade da distribuição exponencial com parâmetro $\lambda > 0$ é:

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & \text{se } x \geq 0 \\ 0 & \text{se } x < 0 \end{cases}$$



Fonte: <http://www.portalection.com.br/probabilidades/612-distribuicao-exponencial>

ANEXO B - DISTRIBUIÇÃO PARETO

A distribuição de Pareto é considerada uma ferramenta de modelagem e previsão para uma variedade de contextos socioeconômicos, sendo evidenciada uma clara vantagem em focalizar a discussão em um campo de aplicação específico: a distribuição de tamanho da renda. Dito isso, a função de Pareto ajusta os dados razoavelmente bem para os níveis mais elevados, entretanto não é eficiente para níveis de renda baixos.

O modelo de Pareto é frequentemente utilizado como método para avaliar o comportamento de cotações devido a sua sensibilidade em demonstrar o comportamento aleatório de grandes perdas. A função de distribuição pode ser escrita como:

$$f(x) = \frac{\alpha \beta^\alpha}{(x + \beta)^{\alpha+1}}$$

ANEXO C - COMUNICADO AO MERCADO MUNDIAL SA 18/04/2011

**Mundial S/A - Produtos de Consumo
Companhia Aberta
CNPJ. 88.610.191/0001-54**

COMUNICADO AO MERCADO

Mundial S/A - Produtos de Consumo ("Companhia"), em cumprimento ao disposto na Instrução CVM nº 358/2002, comunica aos seus acionistas e ao mercado que sua receita líquida no primeiro trimestre de 2011, alcançou o valor de R\$ 70,2 milhões, o que representa uma evolução de 27% em relação à igual período do ano anterior. Informa ainda que sua subsidiária Laboratório Avamiller de Cosméticos Ltda (Impala) registrou uma receita líquida no primeiro trimestre do ano em curso de R\$ 14,0 milhões, o que representa uma evolução de 36% em relação à igual período do ano anterior.

Outrossim, a Companhia informa que está ultimando a convocação da próxima AGO/E e que esta deverá ser convocada para a data de 25 de maio de 2011.

São Paulo, 18 abril de 2010.

Michael Lenn Ceitlin
Diretor de Relações com Investidores

ANEXO D - COMUNICADO AO MERCADO MUNDIAL SA 13/05/2011



Mundial S/A - Produtos de Consumo
Companhia Aberta
CNPJ. 88.610.191/0001-54

COMUNICADO AO MERCADO

Mundial S/A - Produtos de Consumo ("Companhia"), em cumprimento ao disposto na Instrução CVM nº 358/2002, comunica aos seus acionistas e ao mercado que:

- 1) a empresa **EUROVEST** foi contratada para estruturar o lançamento e colocação, no exterior, de **Eurobonds** de emissão da Companhia denominados em Dólares Norte-Americanos com o objetivo de alongar o perfil de sua dívida financeira;
- 2) uma agência de classificação de risco foi contratada para a avaliação e classificação do risco dos referidos Eurobonds;
- 3) a referida colocação terá inicialmente uma tranche de até US\$ 100 milhões cujos recursos serão destinados à reestruturação da dívida financeira de curto-prazo da Companhia. Estima-se uma redução entre 15 e 20 milhões de reais por ano nas despesas com financiamento de capital de giro.
- 4) o prazo estimado para colocação dos Eurobonds é de 120 à 150 dias a contar da presente data.

São Paulo, 13 maio de 2011.

Michael Lenn Ceitlin
Diretor de Relações com Investidores

ANEXO E - COMUNICADO AO MERCADO MUNDIAL SA 31/05/2011

Mundial S/A - Produtos de Consumo
Companhia Aberta
CNPJ: 88.610.191/0001-54

COMUNICADO AO MERCADO

Mundial S/A - Produtos de Consumo (BOVESPA: MNDL3 e MNDL4) comunica aos seus acionistas e ao mercado que seu acionista ZHEPAR Participações Ltda., concluiu nesta data as negociações que culminaram com a aquisição de 11.786.430 (onze milhões, setecentos e oitenta e seis mil, quatrocentas e trinta) ações ordinárias (Bovespa: MNDL3) e 114.000 (cento e quatorze mil) ações preferenciais (Bovespa: MNDL4) de emissão da Mundial S/A Produtos de Consumo da Voges Metalurgia Ltda.

Com esta aquisição, a ZHEPAR Participações passa a deter 49.551.306 (quarenta e nove milhões quinhentos e cinquenta e uma mil trezentos e seis) ações de emissão da Mundial S/A. Destas, 37.764.876 (trinta e sete milhões setecentas e sessenta e quatro mil, oitocentas e setenta e seis) ações são detidas por sua subsidiária integral ZENITH Administração e Participações e 11.786.430 (onze milhões, setecentos e oitenta e seis mil, quatrocentas e trinta) ações são detidas diretamente pela ZHEPAR Participações Ltda.

São Paulo, 30 maio de 2011.

Michael Lenn Ceitlin
Diretor de Relações com Investidores



ANEXO F - PROCESSO ADMINISTRATIVO SANCIONADOR CVM nº RJ2013/6224

PATRIMONIO MUNDIAL S.A. (MNDL4)	31/12/2008	ΔV	ΔH	31/03/2009	ΔV	ΔH	30/06/2009	ΔV	ΔH	30/09/2009	ΔV	ΔH	31/12/2009	ΔV	ΔH	31/03/2010	ΔV	ΔH	30/06/2010	ΔV	ΔH	30/09/2010	ΔV	ΔH	31/12/2010	ΔV	ΔH	31/03/2011	ΔV	ΔH	30/06/2011	ΔV	ΔH	30/09/2011	ΔV	ΔH	31/12/2011			
TOTAL DO ATIVO	866.227	100%	-2%	851.110	100%	0%	852.298	100%	-1%	842.803	100%	1%	852.835	100%	-3%	825.489	100%	2%	842.368	100%	2%	858.055	100%	3%	879.892	100%	1%	888.595	100%	1%	894.750	100%	1%	901.161	100%	-2%	887.487			
Ativo Circulante	173.662	20%	-17%	144.425	17%	-10%	130.317	15%	-7%	120.708	14%	33%	161.010	19%	-30%	113.075	14%	15%	130.199	15%	11%	145.020	17%	32%	192.097	22%	3%	197.633	22%	1%	198.674	22%	-1%	197.372	22%	13%	223.434			
Caixa e Equivalentes de Caixa	24.208	3%	-57%	10.326	1%	-16%	8.725	1%	-23%	6.704	1%	117%	14.566	2%	-48%	7.598	1%	-44%	4.224	1%	10%	4.637	1%	-45%	2.543	0%	-29%	1.805	0%	73%	3.115	0%	-30%	2.174	0%	-19%	1.768			
Aplicações Financeiras	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	5.065	1%	-8%	4.647	1%	-12%	4.067	0%	20%	4.885	1%	-4%	4.688			
Contas a Receber	72.971	8%	-3%	70.797	8%	3%	73.185	9%	3%	75.549	9%	3%	77.440	9%	-16%	65.076	8%	14%	73.942	9%	23%	91.069	11%	24%	112.761	13%	-3%	109.407	12%	4%	114.321	13%	-1%	113.636	13%	-6%	107.361			
Estoques	27.992	3%	-20%	22.349	3%	-8%	20.530	2%	-2%	20.168	2%	66%	33.543	4%	-32%	22.644	3%	7%	24.287	3%	18%	28.730	3%	35%	38.863	4%	14%	44.222	5%	1%	44.801	5%	0%	44.944	5%	-10%	40.274			
Tributos a Recuperar	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	1.516	0%	237%	5.110	1%	-66%	1.740	0%	-5%	1.651	0%	20%	1.987			
Outros Ativos Circulantes	48.491	6%	-16%	40.953	5%	-32%	27.877	3%	-34%	18.287	2%	94%	35.461	4%	-50%	17.757	2%	56%	27.746	3%	-26%	20.584	2%	52%	31.349	4%	3%	32.442	4%	-6%	30.630	3%	-2%	30.082	3%	124%	67.356			
Ativo Realizável a Longo Prazo	370.855	43%	1%	373.798	44%	2%	382.614	45%	1%	384.529	46%	-7%	358.324	42%	2%	366.722	44%	0%	367.759	44%	0%	368.467	43%	5%	385.910	44%	16%	446.267	50%	1%	449.366	50%	2%	456.746	51%	-11%	404.438			
Aplic. Financ. Aval. a Valor Justo	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	669	0%	9%	732	0%	2%	747	0%	-2%	733	0%	-100%	-			
Aplic. Financ. Aval. ao Custo Amort.	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	840			
Contas a Receber	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	100%	89.877	10%	-93%	6.478	1%	1%	6.566	1%	-9%	5.967	1%	1172%	75.900			
Tributos Diferidos	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	100%	19.928	2%	-36%	12.743	1%	-18%	10.488	1%	5%	11.032	1%	66%	18.323			
Créditos com Partes Relacionadas	226.824	26%	3%	232.806	27%	5%	244.910	29%	2%	249.625	30%	-1%	246.377	29%	5%	259.257	31%	2%	264.058	31%	1%	265.454	31%	4%	275.436	31%	4%	286.792	32%	2%	291.832	33%	3%	299.422	33%	3%	309.375			
Outros Ativos Não Circulantes	144.031	17%	-2%	140.992	17%	-2%	137.704	16%	-2%	134.904	16%	-17%	111.947	13%	-4%	107.465	13%	-4%	103.701	12%	-1%	103.013	12%	-100%	-	0%	-	139.522	16%	0%	139.733	16%	0%	139.592	15%	-100%	-			
Investimentos	1.067	0%	5824%	63.206	7%	18%	74.460	9%	2%	76.026	9%	-81%	14.401	2%	434%	76.885	9%	-1%	76.493	9%	-1%	75.889	9%	-22%	59.184	7%	-99%	661	0%	0%	661	0%	-12%	581	0%	4623%	27.440			
Imobilizado	296.302	34%	-17%	245.208	29%	-2%	240.324	28%	-1%	236.893	28%	24%	294.267	35%	-17%	244.065	30%	0%	243.153	29%	0%	243.886	28%	-21%	192.747	22%	1%	194.370	22%	1%	196.430	22%	0%	197.034	22%	-1%	196.045			
Intangível	24.341	3%	1%	24.473	3%	0%	24.583	3%	0%	24.647	3%	1%	24.833	3%	0%	24.742	3%	0%	24.764	3%	0%	24.793	3%	101%	49.954	6%	-1%	49.664	6%	0%	49.619	6%	0%	49.428	5%	-27%	36.130			
Passivo Total	866.227	100%	-2%	851.110	100%	0%	852.298	100%	-1%	842.803	100%	1%	852.835	100%	-3%	825.489	100%	2%	842.368	100%	2%	858.055	100%	3%	879.892	100%	1%	888.595	100%	1%	894.750	100%	1%	901.161	100%	-2%	887.487			
Passivo Circulante	201.595	23%	-4%	192.596	23%	-2%	188.133	22%	1%	189.413	22%	30%	246.556	29%	-18%	202.398	25%	8%	218.394	26%	8%	236.747	28%	30%	306.985	35%	3%	317.094	36%	10%	350.218	39%	1%	354.488	39%	4%	367.482			
Obrigações Sociais e Trabalhistas	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	75.512	9%	-50%	37.580	4%	32%	49.554	6%	19%	58.783	7%	7%	62.656			
Fornecedores	24.244	3%	5%	25.562	3%	-6%	23.911	3%	1%	24.189	3%	25%	30.258	4%	-12%	26.565	3%	14%	30.228	4%	37%	41.363	5%	8%	44.470	5%	-1%	44.114	5%	2%	45.156	5%	-2%	44.383	5%	5%	46.746			
Obrigações Fiscais	38.080	4%	8%	41.306	5%	11%	45.756	5%	-6%	42.862	5%	32%	56.688	7%	-10%	50.819	6%	8%	54.725	6%	5%	57.456	7%	-100%	-	0%	-	42.779	5%	34%	57.120	6%	5%	60.175	7%	15%	69.256			
Empréstimos e Financiamentos	116.673	13%	-10%	104.534	12%	-10%	93.853	11%	0%	94.208	11%	43%	134.894	16%	-24%	101.967	12%	6%	108.015	13%	1%	109.369	13%	54%	168.715	19%	5%	177.366	20%	3%	182.891	20%	-5%	173.085	19%	0%	173.809			
Passivos com Partes Relacionadas	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	1.860	0%	158%	4.805	1%	5%	5.056			
Dividendos e JCP a Pagar	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	1.729	0%	-16%	1.449	0%	-63%	532	0%	-100%	-
Outros	22.598	3%	-6%	21.194	2%	16%	24.613	3%	14%	28.154	3%	-12%	24.716	3%	-7%	23.047	3%	10%	25.426	3%	12%	28.559	3%	-36%	18.288	2%	-26%	13.526	2%	-10%	12.188	1%	4%	12.725	1%	-22%	9.959			
Passivo Não Circulante	517.719	60%	-1%	513.516	60%	2%	521.684	61%	-2%	513.679	61%	2%	522.937	61%	-3%	504.837	61%	0%	505.669	60%	-8%	466.961	54%	3%	480.931	55%	1%	485.204	55%	-4%	468.087	52%	2%	477.558	53%	1%	480.331			
Empréstimos e Financiamentos	36.360	4%	-21%	28.889	3%	26%	36.261	4%	-6%	34.089	4%	7%	36.499	4%	-10%	32.779	4%	-3%	31.804	4%	-2%	31.321	4%	1%	31.728	4%	-15%	27.090	3%	-9%	24.591	3%	18%	29.140	3%	-14%	25.053			
Passivos com Partes Relacionadas	-	0%	-	8.337	1%	3%	8.568	1%	3%	8.866	1%	-100%	-	0%	-	11.272	1%	-5%	10.669	1%	12%	11.956	1%	-100%	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	249	0%	0%	249			
Outros	466.167	54%	1%	470.210	55%	0%	470.828	55%	-1%	464.696	55%	3%	478.577	56%	-5%	456.353	55%	1%	458.767	54%	-9%	419.193	49%	-9%	383.146	44%	2%	391.697	44%	-3%	378.525	42%	1%	383.662	43%	2%	393.193			
Tributos Diferidos	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	63.054	7%	0%	62.778	7%	-3%	61.058	7%	0%	60.899	7%	-3%	58.833			
Provisões	15.192	2%	-60%	6.080	1%	-1%	6.027	1%	0%	6.028	1%	30%	7.861	1%	-44%	4.433	1%	0%	4.429	1%	1%	4.491	1%	-33%	3.003	0%	21%	3.639	0%	8%	3.913	0%	-8%	3.608	0%	-17%	3.003			
Participação dos Acionistas Não Controladores	389	0%	-100%	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	230	0%	-100%	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-	335	0%	1%	340	0%	-3%	331	0%	-39%	201	0%	18%	238			
Patrimônio Líquido	146.524	17%	-1%	144.998	17%	-2%	142.481	17%	-2%	139.711	17%	-41%	83.112	10%	42%	118.254	14%	0%	118.305	14%	30%	154.347	18%	-41%	91.641	10%	-6%	85.957	10%	-11%	76.114	9%	-9%	68.914	8%	-43%	39.436			
Capital Social Realizado	28.794	3%	0%	28.794	3%	0%	28.794	3%	0%	28.794	3%	1%	29.009	3%	-1%	28.794	3%	0%	28.794	3%	0%	28.794	3%	3%	29.692	3%	0%	29.693	3%	0%	29.693	3%	0%	29.693	3%	-3%	28.794			
Reservas de Reavaliação	115.090	13%	-1%	113.399	13%	-2%	111.694	13%	-1%	110.700	13%	1%	111.389	13%	0%	110.837	13%	-1%	110.133	13%	-1%	109.442	13%	-25%	81.975	9%	0%	81.611	9%	0%	81.331	9%	0%	81.023	9%	-16%	68.342			
Reservas de Lucros	1.915	0%	22%	2.337	0%	0%	2.337	0%	0%	2.337	0%	-34%	1.548	0%	51%	2.337	0%	0%	2.337	0%	0%	2.337	0%	1067%	27.271	3%	-1%	27.100	3%	0%	27.100	3%	0%	27.100	3%	-1%	26.934			
Lucros/Prejuízos Acumulados	-	0%	-	161	0%	-15%	137	0%	-1054%	1.307	0%	4325%	57.829	-7%	-61%	22.791	-3%	-3%	22.059	-3%	-168%	15.042	2%	-404%	45.774	-5%	11%	50.951	-6%	18%	60.310	-7%	13%	67.928	-8%	23%	83.653			
Ajustes de Avaliação Patrimonial	725	0%	-58%	307	0%	-257%	481	0%	69%	813	0%	24%	1.005	0%	-8%	923	0%	-2%	900	0%	41%	1.268	0%	20%	1.523	0%	-2%	1.496												

RESULTDO MNDL4	31/12/2008	Δ%	31/03/2009	Δ%	30/06/2009	Δ%	30/09/2009	Δ%	31/12/2009	Δ%	31/03/2010	Δ%	30/06/2010	Δ%	30/09/2010	Δ%	31/12/2010	Δ%	31/03/2011	Δ%	30/06/2011	Δ%	30/09/2011	Δ%	31/12/2011
Receita Bruta de Vendas e/ou Serv.	113.048	-34%	74.624	13%	84.236	4%	87.235	42%	123.451	-43%	69.775	41%	98.230	5%	102.896	-100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deduções da Receita Bruta	21.403	-25%	16.106	10%	17.653	8%	19.061	51%	28.819	-49%	14.625	43%	20.945	7%	22.475	-100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Receita Líquida de Vendas e/ou Serv.	91.645	-36%	58.518	14%	66.583	2%	68.174	39%	94.632	-42%	55.150	40%	77.285	4%	80.421	90%	152.628	-37%	95.590	-14%	82.668	17%	96.929	-9%	88.512
Custo de Bens e/ou Serv. Vendidos	56.796	-29%	40.385	17%	47.225	1%	47.785	23%	58.690	-30%	40.922	24%	50.945	3%	52.306	96%	102.764	-35%	66.732	-17%	55.378	18%	65.265	-5%	62.066
Resultado Bruto	34.849	-48%	18.133	7%	19.358	5%	20.389	76%	35.942	-60%	14.228	85%	26.340	7%	28.115	77%	49.864	-42%	28.858	-5%	27.290	16%	31.664	-16%	26.446
Despesas Com Vendas	16.585	-48%	8.663	7%	9.266	4%	9.610	107%	19.938	-57%	8.608	29%	11.062	23%	13.585	103%	27.529	-39%	16.744	-4%	15.991	5%	16.760	-6%	15.741
Despesas Gerais e Administrativas	6.899	-39%	4.212	7%	4.515	14%	5.125	84%	9.449	-49%	4.840	36%	6.573	-1%	6.519	105%	13.385	-45%	7.390	-6%	6.968	-16%	5.886	85%	10.882
Outras Receitas Operacionais	-	-	1.708	6%	1.802	-78%	395	-1089%	3.905	-100%	-	-	219	-100%	-	-	219	-100%	-	-	-	-	-	-	-
Outras Despesas Operacionais	6.840	-73%	1.819	32%	2.399	-36%	1.536	-388%	4.422	-107%	293	-100%	-	-	225	4562%	10.489	-95%	540	1312%	7.626	-105%	419	1021%	4.696
Resultado da Equivalência Patrim.	1.856	-69%	580	37%	793	-49%	401	-542%	1.774	-126%	453	-8%	415	-106%	24	3417%	844	-100%	-	-	-	-	-	-	-
Resultado Financeiro	12.848	-59%	5.249	16%	6.075	12%	6.830	-190%	6.172	-142%	2.618	203%	7.936	-708%	48.225	-144%	21.435	-56%	9.457	-46%	5.105	243%	17.517	19%	20.810
Receitas Financeiras	6.399	-20%	5.122	22%	6.226	-8%	5.731	15%	6.565	43%	9.369	-32%	6.363	-18%	5.189	1240%	69.558	-84%	10.990	-26%	8.186	-16%	6.868	38%	9.500
Despesas Financeiras	19.247	-46%	10.371	19%	12.301	2%	12.561	-97%	393	2950%	11.987	19%	14.299	-401%	43.036	-311%	90.993	-78%	20.447	-35%	13.291	83%	24.385	24%	30.310
Resultado Não Operacional	6.850	-100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Receitas	2.896	-100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Despesas	9.746	-100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resultado Antes Tributação/Particip.	3.329	-80%	682	177%	1.888	44%	2.718	-653%	15.018	-117%	2.584	-122%	573	9679%	56.035	-140%	22.349	-76%	5.273	59%	8.400	-4%	8.080	102%	16.291
Provisão para IR e Contrib. Social	425	-100%	-	-	-	-	-	-	150	-100%	-	-	66	-100%	-	-	66	-923%	543	46%	795	-73%	217	463%	1.222
IR Diferido	1.326	-164%	847	-119%	159	76%	280	-9330%	25.843	-99%	172	72%	296	6448%	19.381	-95%	895	-59%	369	30%	478	-226%	603	84%	1.112
Participações/Contrib. Estatutárias	32	-100%	-	-	-	-	-	-	44	-100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Part. de Acionistas Não Controlad.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-72%	5	1900%	100	-63%	37
Lucro/Prejuízo do Período	-2.460	-38%	-1.529	13%	-1.729	41%	-2.438	348%	-10.931	-75%	-2.756	-108%	211	17272%	36.654	-163%	-23.244	-73%	-6.203	56%	-9.678	-19%	-7.794	111%	-16.438

ANEXO G - PROCEDIMENTO DE REVISÃO ANALÍTICA – PRA Technos SA

PATRIMÔNIO TECNOS (TECN3)	31/12/2010	Δ%	31/03/2011	Δ%	30/06/2011	Δ%	30/09/2011	Δ%	31/12/2011	Δ%	31/03/2012	Δ%	30/06/2012	Δ%	30/09/2012	Δ%	31/12/2012	Δ%	31/03/2013	Δ%	30/06/2013	Δ%	30/09/2013	Δ%	31/12/2013
Ativo Total	332.499		343.651		369.282		437.264		463.585		473.983		468.108		492.502		505.254		773.925		755.451		797.016		831.946
Ativo Circulante	186.223	5%	194.957	12%	218.021	23%	267.144	8%	287.726	3%	296.717	-2%	289.371	0%	290.204	4%	300.559	39%	418.516	-4%	401.030	11%	443.940	8%	480.990
Caixa e Equivalentes de Caixa	4.065	141%	9.815	-16%	8.202	710%	66.461	-8%	60.854	18%	71.819	-3%	69.741	-48%	36.516	-60%	14.664	136%	34.552	-83%	5.902	482%	34.346	35%	46.343
Aplicações Financeiras	-		188	-100%	-		-		8.940	114%	19.126	-73%	5.169	197%	15.336	-100%	-		-		-		-		-
Contas a Receber	111.673	-15%	95.153	10%	104.843	-11%	93.330	30%	121.551	-10%	109.071	7%	116.496	-6%	109.937	36%	149.250	8%	160.668	8%	173.200	1%	174.396	33%	232.036
Estoques	54.936	31%	72.081	15%	83.229	17%	97.684	-14%	83.992	-5%	79.414	0%	79.044	21%	95.587	13%	108.149	69%	182.516	3%	187.960	6%	199.507	-18%	162.775
Tributos a Recuperar	7.359	-87%	962	1195%	12.460	-66%	4.251	40%	5.947	7%	6.375	27%	8.085	55%	12.532	-27%	9.132	34%	12.223	10%	13.389	4%	13.901	-4%	13.369
Outros Ativos Circulantes	8.190	-99%	81	11365%	9.287	-42%	5.418	19%	6.442	69%	10.912	-1%	10.836	87%	20.296	-5%	19.364	47%	28.557	-28%	20.579	6%	21.790	21%	26.467
Ativo Realizável a Longo Prazo	4.569	18%	5.412	9%	5.903	255%	20.934	7%	22.323	2%	22.846	0%	22.819	-17%	18.859	0%	18.876	132%	43.822	-1%	43.420	-4%	41.478	-1%	41.186
Aplicações Financeiras Avaliadas a Valor Justo	2.094	3%	2.149	3%	2.209	4%	2.298	3%	2.358	2%	2.416	2%	2.466	0%	2.459	2%	2.501	1001%	27.541	-1%	27.337	-6%	25.715	-1%	25.574
Aplicações Financeiras Aval. ao Custo Amort.	-		-		-		-		-		-		1.870	1%	1.895	-100%	-		1.938	5%	2.040	2%	2.079	-100%	-
Contas a Receber	1.602	5%	1.676	4%	1.747	-100%	-		12.282	-1%	12.110	-19%	9.813	-1%	9.750	21%	11.805	-20%	9.438	-3%	9.125	-1%	9.000	23%	11.042
Tributos Diferidos	873	82%	1.587	23%	1.947	-16%	1.627	91%	3.113	20%	3.750	4%	3.916	-100%	-		-		4.570	-100%	-		-		-
Outros Ativos Não Circulantes	-		-		-		17.009	-73%	4.570	0%	4.570	4%	4.754	0%	4.755	-4%	4.570	-93%	335	1368%	4.918	-5%	4.684	-2%	4.570
Imobilizado	10.844	16%	12.593	16%	14.568	27%	18.468	23%	22.726	5%	23.843	6%	25.276	17%	29.659	7%	31.741	30%	41.181	2%	42.125	4%	43.674	0%	43.490
Intangível	130.863	0%	130.689	0%	130.790	0%	130.718	0%	130.810	0%	130.577	0%	130.642	18%	153.780	0%	154.078	75%	270.406	-1%	268.876	0%	267.924	-1%	266.280
Passivo Total	332.499		343.651		369.282		437.264		463.585		473.983		468.108		492.502		505.254		773.925		755.451		797.016		831.946
Passivo Circulante	56.207	34%	75.271	106%	155.220	-76%	37.163	34%	49.629	-8%	45.840	-31%	31.821	30%	41.373	3%	42.515	542%	272.862	-74%	70.328	47%	103.425	28%	132.473
Obrigações Sociais e Trabalhistas	11.884	12%	13.309	-20%	10.631	1%	10.755	12%	12.044	-43%	6.884	55%	10.702	5%	11.273	4%	11.741	36%	15.922	-6%	14.937	-16%	12.562	-6%	11.795
Fornecedores	3.468	30%	4.513	15%	5.173	-18%	4.246	52%	6.470	-23%	4.985	2%	5.068	130%	11.680	-18%	9.539	14%	10.922	67%	18.238	13%	20.653	-33%	13.890
Obrigações Fiscais	3.463	62%	5.599	64%	9.167	-62%	3.486	8%	3.758	88%	7.082	-3%	6.872	13%	7.780	-48%	4.027	105%	8.252	-41%	4.883	-3%	4.745	71%	8.107
Empréstimos e Financiamentos	6.072	-67%	1.985	956%	20.962	-98%	365	-100%	-		-		-		-		-		215.517	-88%	25.117	134%	58.687	44%	84.665
Dividendos e JCP a Pagar	-		-		6.230	-100%	-		-		6.230	1%	6.266	0%	6.266	-100%	-		15.036	-91%	1.389	0%	1.389	-100%	-
Outros	31.320	-100%	32	321953%	103.057	-82%	18.311	49%	27.357	-24%	20.659	-86%	2.913	50%	4.374	293%	17.208	-58%	7.213	-20%	5.764	-7%	5.389	160%	14.016
Passivo Não Circulante	143.793	-91%	13.011	390%	63.736	5%	66.841	-29%	47.142	6%	50.105	4%	52.272	3%	53.613	3%	54.955	73%	95.307	186%	272.577	0%	272.582	-7%	253.464
Empréstimos e Financiamentos	86.770	-20%	69.416	-100%	-		-		-		-		-		-		-		-		177.518	0%	177.476	-13%	155.128
Outros	1.509	19%	1.789	5%	1.870	-11%	1.666	-30%	1.158	-21%	916	-22%	717	415%	3.691	-21%	2.901	855%	27.697	-1%	27.305	0%	27.218	2%	27.646
Tributos Diferidos	22.413	12%	25.211	11%	27.995	10%	30.777	9%	33.463	8%	36.245	8%	39.027	-2%	38.102	9%	41.546	-1%	40.961	1%	41.176	2%	41.798	3%	42.976
Provisões	33.101	2%	33.694	1%	33.871	2%	34.398	-64%	12.521	3%	12.944	-3%	12.528	-6%	11.820	-11%	10.508	154%	26.649	0%	26.578	-2%	26.090	6%	27.714
Participação dos Acion. Não Controladores	-		-		-		-		-		-		-		-		-		4.340	-22%	3.401	1%	3.424	5%	3.588
Patrimônio Líquido	132.499		13.827		150.326		333.260		366.814		378.038		384.015		397.516		407.784		401.416		409.145		417.585		442.421
Capital Social Realizado	113.310	-90%	11.331	952%	119.203	2%	121.009	0%	121.009	0%	121.009	3%	124.166	0%	124.166	0%	124.547	0%	124.547	2%	127.000	0%	127.000	0%	127.000
Reservas de Capital	43	0%	43	0%	43	391981%	168.595	7%	179.738	0%	180.088	0%	180.698	0%	181.431	0%	181.431	1%	182.784	-4%	174.731	1%	176.174	7%	188.397
Reservas de Lucros	34.701	0%	34.701	-36%	22.181	0%	22.181	321%	93.460	0%	93.460	-18%	76.971	0%	76.971	68%	129.049	0%	129.049	-1%	128.317	0%	128.317	20%	154.128
Lucros/Prejuízos Acumulados	-		5.771	337%	25.203	49%	37.536	-100%	-		10.874	172%	29.573	43%	42.191	-100%	-		7.721	-40%	4.670	-150%	2.327	-100%	-
Ajustes de Avaliação Patrimonial	- 15.555	0%	- 15.555	5%	- 16.304	-1%	- 16.061	2%	- 16.373	0%	- 16.373	0%	- 16.373	0%	- 16.373	0%	- 16.373	0%	- 16.373	-1%	- 16.233	0%	- 16.233	0%	- 16.234
Outros Resultados Abrangentes	-		-		-		-		- 11.020	0%	- 11.020	0%	- 11.020	-1%	- 10.870	0%	- 10.870	0%	- 10.870	-100%	-		-	-	- 10.870

RESULTADO TECNOS (TECN3)	31/03/2011	Δ%	30/06/2011	Δ%	30/09/2011	Δ%	31/12/2011	Δ%	31/03/2012	Δ%	30/06/2012	Δ%	30/09/2012	Δ%	31/12/2012	Δ%	31/03/2013	Δ%	30/06/2013	Δ%	30/09/2013	Δ%	31/12/2013
Receita Líquida de Vendas/Serv.	4.687	1443%	72.307	-26%	53.432	155%	136.244	-59%	55.750	36%	75.996	-7%	70.621	56%	110.348	-46%	59.182	95%	115.179	-12%	100.921	57%	158.414
Custo de Bens/Serviços Vendidos	- 18.472	37%	- 25.275	-21%	- 20.068	152%	- 50.503	-52%	- 24.109	22%	- 29.305	1%	- 29.479	42%	- 41.894	-35%	- 27.197	82%	- 49.426	-14%	- 42.287	51%	- 64.012
Resultado Bruto	28.398	66%	47.032	-29%	33.364	157%	85.742	-63%	31.641	48%	46.691	-12%	41.142	66%	68.454	-53%	31.985	106%	65.753	-11%	58.634	61%	94.402
Despesas Com Vendas	- 11.889	61%	- 19.144	-14%	- 16.385	109%	- 34.247	-61%	- 13.394	39%	- 18.585	29%	- 23.917	34%	- 31.965	-28%	- 23.110	69%	- 39.105	-15%	- 33.138	13%	- 37.493
Despesas Gerais e Administrativas	- 5.321	14%	- 6.067	-2%	- 5.946	108%	- 12.397	-49%	- 6.342	-3%	- 6.130	25%	- 7.636	1%	- 7.680	19%	- 9.158	48%	- 13.593	-32%	- 9.255	-8%	- 8.498
Outras Receitas Operacionais	-		5.548	-72%	1.532	-562%	7.080	-100%	-		-		978	-200%	978	-100%	-		-		-		-
Outras Despesas Operacionais	- 747	-100%	-		- 1.229	-2359%	27.767	-106%	- 1.606	68%	- 2.699	-100%	-		- 3.215	80%	- 5.783	-3%	- 5.600	14%	- 6.390	75%	- 11.161
Financeiras	- 921	1%	- 927	-572%	4.374	-12%	3.858	18%	4.537	2%	4.638	17%	5.411	-62%	2.074	-33%	1.388	-329%	3.176	-36%	2.048	-17%	1.710
Receitas Financeiras	2.406	26%	3.035	86%	5.643	40%	7.912	-36%	5.101	6%	5.385	17%	6.287	-48%	3.261	21%	3.957	4%	4.131	81%	7.470	10%	8.206
Despesas Financeiras	- 3.327	19%	- 3.962	-68%	- 1.269	219%	- 4.054	-86%	- 564	32%	- 747	17%	- 876	36%	- 1.187	116%	- 2.569	184%	- 7.307	30%	- 9.518	4%	- 9.916
Resultado Antes Tributação/Particip.	952	2678%	26.442	-41%	15.710	305%	63.642	-77%	14.836	61%	23.915	-33%	15.978	67%	26.690	-118%	4.678	-191%	4.279	82%	7.803	355%	35.540
Provisão para IR e Contrib. Social	- 1.687	171%	- 4.564	-94%	- 275	319%	- 1.152	58%	- 1.817	43%	- 2.600	-86%	- 369	353%	- 1.673	-45%	- 921	-10%	- 833	-84%	- 133	3928%	- 5.357
IR Diferido	- 2.084	16%	- 2.424	28%	- 3.102	72%	- 5.326	-60%	- 2.145	22%	- 2.616	14%	- 2.991	15%	- 3.444	-37%	- 2.163	-90%	- 215	189%	- 621	90%	- 1.179
Part. de Acionistas Não Controlad.	-		-		-		-		-		-		-		-		41	-100%	-		-		41
Lucro/Prejuízo do Período	5.749	238%	19.454	-37%	12.333	364%	57.164	-81%	10.874	72%	18.699	-33%	12.618	71%	21.573	-136%	- 7.721	-142%	3.231	118%	7.049	311%	28.963