



# Lógica Nebulosa: uma abordagem na Contabilometria para análise das demonstrações contábeis da Petrobras

A lógica clássica, ou booleana, se resume em provar se um determinado fato é verdadeiro ou falso, bom ou ruim. A Lógica Nebulosa, em meio a apenas duas respostas possíveis, trouxe a possibilidade de obter respostas alternativas para uma afirmativa, podendo ainda ponderar estes resultados e encontrar respostas mais concisas, baseadas em conhecimento humano entrelaçado com a matemática e a estatística. Esta pesquisa científica tem como propósito principal demonstrar uma forma de avaliação econômico-financeira da Petrobras, utilizando a Lógica Nebulosa aplicada na Contabilometria, com base em suas demonstrações contábeis dos últimos dez exercícios financeiros. Espera-se com os resultados da pesquisa verificar a viabilidade de se investir, ou não, em ações da empresa e com que grau de ponderação, além de servir como suporte à administração da empresa e como ferramenta para a tomada de decisões por parte de todos os usuários da Contabilidade. A metodologia utilizada contempla uma pesquisa de natureza descritiva e experimental, empregando o levantamento de dados na forma bibliográfica e documental. Conclui-se com os resultados da pesquisa que existe uma tendência negativa na análise econômico-financeira da Petrobras, sendo um investimento “ruim” adquirir ações da empresa.

## Anderson Martins de Melo

É graduado em Ciências Contábeis pela PUCPR e é mestrando Internacional em Auditoria e Gestão Empresarial pela Unini, nos EUA. É especialista em Contabilidade Financeira e Tributária, em Estatística com Ênfase em Pesquisa Quantitativa e em Contabilidade e Controladoria Empresarial pela UEL.

*E-mail:* anderson.hmrock@gmail.com

## Orientador: Luciano Gomes dos Reis

Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual de Londrina, é mestre em Administração de Empresas pela Universidade Estadual de Maringá e doutor em Ciências Contábeis pela Universidade de São Paulo (2008). Possui pós-doutorado em Ciências Contábeis pela Furb e é professor Associado do Departamento de Ciências Contábeis, atuando no curso de mestrado em Administração de Empresas e no curso de graduação em Ciências Contábeis da Universidade Estadual de Londrina. É coordenador do curso de Especialização em Contabilidade Financeira e Tributária e é docente de diversos cursos de pós-graduação. Tem experiência na área contábil, com ênfase em Contabilidade Societária, Gestão de Custos e Tópicos Contemporâneos de Contabilidade. É consultor *ad hoc* de diversos congressos e periódicos científicos e pesquisador atuante nas áreas de Contabilidade Societária, Processos de Mudança em Contabilidade Gerencial, Indicadores Contábeis, Relatórios de Sustentabilidade e áreas afins.

*E-mail:* lucianoreis@uel.br ou professorlucianoreis@gmail.com

Recebido em 22/3/17. Distribuído em 24/3/17. Pedido de revisão em 31/3/17. Resubmetido pelo autor em 29/4/17. Aprovado em 10/5/17, na terceira rodada, por dois membros do Conselho Editorial. Publicado na edição julho-agosto de 2017. Organização responsável pelo periódico: Conselho Federal de Contabilidade.

## 1. Introdução

O mercado financeiro passa por uma grande revolução com a disseminação da Contabilometria, para lidar com as mais diversas problemáticas do universo econômico-financeiro, principalmente as entidades que negociam seu capital no mercado de ações. Segundo Carvalho (2001), o sistema financeiro desempenha sua principal função no desenvolvimento econômico por meio da alocação dos recursos, facilitando a troca de bens e serviços e a transferência da poupança entre fornecedores e tomadores finais. Para Stroehrer (2005), a não compreensão da lógica contábil transforma, muitas vezes, os relatórios financeiros preparados pelo contador em mero cumprimento das obrigações legais, em vez de suprir o usuário com informações úteis para o processo de tomada de decisões.

Para Figueiredo e Moura (2001), a utilização de modelos contábeis baseados em métodos quantitativos tem se tornado cada vez mais frequentes. Logo, percebe-se que, atualmente, o uso de métodos quantitativos não é mais um diferencial, mas, sim, um requisito básico para a sobrevivência em um ambiente extremamente complexo e competitivo. Com os recursos

computacionais cada vez mais sofisticados, o cientista contábil deve otimizar estes recursos, tornando-os mais compreensivos para a tomada de decisão pelo usuário da Contabilidade. Segundo Oliveira, Perez Júnior e Silva (2002), o contador precisa desenhar e conduzir seu sistema de informação contábil em consonância com as reais necessidades de informações do usuário. Com isso, e neste ambiente altamente tecnológico, a Contabilidade deixou de ser apenas uma obrigatoriedade e passou a ser vista como a principal fonte de informação para o investidor.

No mercado de capitais, um grande problema é a escolha pelos ativos financeiros para investimento. Isso se deve ao fato de que não é apenas analisando os indicadores econômico-financeiros que o investidor terá convicção de estar investindo no melhor negócio, mas, sim, a qualidade destes indicadores. Neste contexto, a Lógica Nebulosa (Lógica *Fuzzy* ou LN) pode ser uma alternativa para quantificar a análise das demonstrações contábeis e outros aspectos empíricos e qualitativos. Segundo Caetano (2006, p. 12), “é a lógica que permite a associação simultânea entre dados numéricos e conhecimento linguístico”. Desta forma, este artigo pretende responder à seguinte questão de

**pesquisa: a Lógica Nebulosa aplicada à Contabilometria pode auxiliar na avaliação econômico-financeira da Petrobras com base em suas demonstrações contábeis?**

Destarte, tendo em vista as novas dimensões dos mercados tradicional e virtual, com decisões seguras a serem tomadas de forma rápida e em tempo hábil, a LN se torna uma forte ferramenta para o usuário da Contabilometria, ciência esta que representa a utilização de metodologia científica de métodos quantitativos (matemática, estatística e informática) na Contabilidade. Vale ressaltar que esse campo de estudo ainda é pouco difundido, tendo em vista a gama de aplicações incrivelmente variadas que este ramo da Contabilidade pode propiciar.

A LN, por sua vez, é uma alternativa para trabalhar com dados objetivos e subjetivos alinhados à tomada de decisão. Conforme descreve Palaro e Barros (2000), muitos artigos tentam descrever a conexão ou a dualidade entre estatística e regra *Fuzzy*, e mostram que ambas não são excludentes, mas complementares.

Deste modo, justifica-se a pesquisa tanto pela relevância científica e o aumento de conhecimento na área quanto pelos benefícios sociais que os resultados da pesquisa podem proporcionar ao usuário da

“No mercado de capitais, um grande problema é a escolha pelos ativos financeiros para investimento. Isso se deve ao fato de que não é apenas analisando os indicadores econômico-financeiros que o investidor terá convicção de estar investindo no melhor negócio, mas, sim, a qualidade destes indicadores.”

contabilidade e pela relevância técnica e viabilidade da pesquisa, sendo uma pesquisa de fácil acesso aos dados e com possibilidades concretas de realização desta análise.

Diante desta problemática, o objetivo geral desta pesquisa é solucionar uma forma de avaliar a condição econômico-financeira quanti-qualitativamente da Petrobras – a maior empresa do Brasil das últimas décadas, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2014 apud REVISTA EXAME, 2014), e uma das maiores empresas do planeta – com base em estimativas matemáticas, estatísticas e a lógica *Fuzzy*, e que possa dar suporte à gestão contábil da empresa, além de servir como instrumento de informação aos seus investidores. Como objetivos específicos, têm-se: (i) calcular os índices econômico-financeiros das demonstrações contábeis da Petrobras dos últimos dez exercícios financeiros; (ii) qualificar as variáveis subjetivas para aplicação na LN; (iii) construir a arquitetura da LN e estimá-la; e (iv) realizar as análises das demonstrações contábeis com base na LN satisfeita.

As hipóteses desta pesquisa são:

- $H_1$  – A situação econômico-financeira da Petrobras é considerada “boa”, e é um investimento bom no mercado de capitais;
- $H_2$  – A situação econômico-financeira da Petrobras é considerada “mediocre”, e é um investimento mediano no mercado de capitais; e
- $H_3$  – A situação econômico-financeira da Petrobras é considerada “ruim”, e é um investimento ruim no mercado de capitais, existindo fontes alternativas.

## 2. Fundamentação Teórica

A Petrobras é uma sociedade anônima de capital aberto, cujo acionista majoritário é o Governo

brasileiro, e é atuante como uma empresa integrada de energia nos seguintes setores: exploração e produção, refino, comercialização, transporte, petroquímica, distribuição de derivados, gás natural, energia elétrica, gás-químico e biocombustíveis. Além do Brasil, está presente em outros 17 países e é líder do setor petrolífero do País, pretendendo estar entre as 5 maiores empresas integradas de energia no mundo até 2030 (PETROBRAS, 2014). Uma empresa desse porte merece atenção quanto a uma análise econômica-financeira mais detalhada para seus usuários.

Considerando-se o porte e a relevância da empresa no cenário nacional, fundamenta-se o uso de métodos quantitativos aplicados à contabilidade para auxiliar o gestor na tomada de decisões. Por meio da Contabilometria, algumas aplicações mais técnico-científicas fazem valer ao profissional da contabilidade o mérito de cientista.

No campo das **Ciências Contábeis**, muitas vezes, o **Cientista Contábil** não consegue tomar decisões usando apenas a análise qualitativa, visto a complexidade dos fatos e as repercutidas mudanças na legislação tributária e contábil, alinhadas ainda a administração competitiva do negócio. Em muitos casos há a necessidade do profissional ter um olhar mais minucioso e extremamente detalhista para emitir o seu parecer sobre as Demonstrações Contábeis. Diante desta dificuldade, este campo de conhecimento torna-se um local adequado à aplicação de uma metodologia científica, a **Contabilometria**, com o intuito de otimizar a opinião a ser tomada pelo **Cientista Contábil** (MELO, 2014, p. 3-4, grifo do autor).

Segundo Marion e Silva (1986), existem algumas características que uma equação contabilométrica

deve possuir. Os autores enumeram algumas características, denominando-as “propriedades”. São elas: relevância; simplicidade; capacidade explicativa; capacidade preditiva; e plausibilidade teórica. Nossa e Garcia (2002) descrevem alguns instrumentos matemáticos utilizados em Contabilometria: probabilidade, cálculo matricial e programação linear. Corrar e Theóphilo (2004) também apresentam as principais técnicas quantitativas, bem como suas aplicações a serem utilizadas nas tomadas de decisões administrativas e contábeis. São elas: amostragem, análise de regressão e Programação Multiobjetiva ou *Goal Programming*.

Alguns trabalhos já abordaram o assunto sobre a aplicabilidade da LN em problemas financeiros e contábeis, porém este tema ainda é considerado escasso no mundo dos negócios e merece mais atenção pelos usuários da contabilidade, além dos cientistas contábeis.

Existem problemas em Finanças e Contabilidade que não podem ser resolvidos facilmente através de técnicas tradicionais – por exemplo, previsão de falências e estratégias para negociação em bolsas de valores. Nestes casos, uma das alternativas é o uso de métodos de **inteligência computacional** (WUERGES; BORBA, 2010, p. 163, grifo nosso).

A LN foi desenvolvida por Lofti A. Zadeh, originalmente um engenheiro e cientista de sistemas, durante a década de 1960. O artigo publicado pelo autor em 1965, na revista *Information and Control*, revolucionou o assunto da Lógica Boole ou Lógica Padrão, originada da álgebra booleana, criada pelo matemático e filósofo George Boole (CAMARGOS, 2002, p. 2). Em 1972, Michio Sugeno apresentou o conceito de medidas *Fuzzy*. A primeira aplicação, utilizando-se a LN, ocorreu

em 1974, quando Ebrahim Mamdani aplicou o conceito da LN para controlar um motor a vapor (RIZOL; MESQUITA; SAOTOME, 2006, p. 27).

A lógica de Aristóteles trata com valores “verdade” das afirmações, classificando-as como verdadeiras ou falsas. Não obstante, muitas das experiências humanas não podem ser classificadas simplesmente como verdadeiras ou falsas, sim ou não, branco ou preto. [...] A vida real está cheia de situações que requerem raciocínio aproximado para manipular mais informações qualitativas do que quantitativas. Um sistema nebuloso pode resolver problemas, tal como faria um ser humano [...] (MIRANDA; VILELA JUNIOR; KRONBAUER, 2003, p. 3).

De acordo com Antunes (2006, p. 82), os conjuntos nebulosos e a LN possibilitam a geração de técnicas eficazes para a solução de problemas de naturezas diversas, e existem autores, tais como Chandra, Dubois, Korvin, Siegel, Sriram e outros, que relatam inúmeras aplicações nas áreas de sistemas especialistas, computação com palavras, raciocínio aproximado, linguagem natural, robótica e nas áreas de controle de processos e de tomada de decisões. “A proposta da Lógica Nebulosa é assumir uma premissa que varia em grau de pertinência, no intervalo de 0 a 1, o que leva o elemento do conjunto nebuloso a ser parcialmente verdadeiro, ou parcialmente falso” (ANTUNES, 2006, p. 82).

Silva (2013) utilizou o modelo *Fuzzy* como uma ferramenta de redução da subjetividade de apuração de custos pelo *Time Driven Activity Based Costing* (TDABC). Souza e Rojo (2010) aplicaram a lógica *Fuzzy* na análise de investimentos por simulação de cenários para previsões sobre o futuro de investimentos. Borba e Dill (2008) propuseram um modelo que utiliza a LN para a análise de

rentabilidade de empresas. Korvin, Shipley e Omer (2004 apud BORBA; DILL, 2008) propuseram um modelo para auxiliar a identificação de riscos potenciais no sistema de informações contábeis. Lin, Hwang e Becker (2003) propuseram uma rede *neurofuzzy* para identificar fraudes financeiras. Siegel, Korvin e Omer (1998) e Siegel, Korvin, Omer e Zebda (1995) utilizaram aplicações *Fuzzy* na evidenciação contábil.

Deshmukh e Talluru (1998) utilizaram a lógica *Fuzzy* aplicada às decisões do cliente. Kaneko (1996 apud BORBA; DILL, 2008) desenvolveu um sistema simples para diagnose financeira baseada na teoria dos Conjuntos Nebulosos. Bojadziev e Bojadziev (1997) usaram um modelo para mensurar a tolerância ao risco de investidores financeiros. Rangone (1997 apud BORBA; DILL, 2008) propôs um modelo analítico que une a efetividade organizacional, os fatores-chave de sucesso e medidas de desempenho. Antunes (2004) propôs um modelo de avaliação de risco de controle utilizando a LN, entre outros autores.

Outros estudos envolvendo inteligência computacional para otimização de processos também abordaram a problemática financeira e contábil, destacando-se trabalhos com Redes Neurais Artificiais (*artificial neural networks* ou RNAs) e Algoritmos Genéticos (AGs).

As RNAs compõem uma técnica altamente flexível e de aplicações incrivelmente variadas para as quais há um enorme número de benefícios potenciais a serem oferecidos (GAZONI, 1999, p. 3). “As RNAs são algoritmos vagamente baseados em conceitos derivados de pesquisas sobre a natureza do cérebro, utilizados para tarefas cognitivas, tais como aprendizado e otimização” (WUERGES; BORBA, 2010, p. 164), podendo ser de grande utili-

dade na sistematização de processos para a contabilidade.

AGs são técnicas de busca paralela, que começam com um conjunto de soluções possíveis e, por meio de operações especiais (avaliação, seleção, *crossover* e mutação), evoluem progressivamente em direção a soluções mais promissoras (NANDA; PENDHARKAR, 2001 apud WUERGES; BORBA, 2010, p. 164). Essencialmente, os AGs são um método de busca e otimização que têm sua inspiração nos conceitos da teoria de Seleção Natural das Espécies proposta por Darwin (LAZO, 2004, p. 46).

Simulações por método de Monte Carlo também são muito utilizáveis na área dos negócios. Em sua pesquisa, Lazo (2004) utiliza a simulação por Monte Carlo com aproximação por números *Fuzzy* e AGs para determinar o valor de opções reais, que permitem considerar, além das incertezas, a flexibilidade gerencial, tendo por objetivo maximizar o valor da oportunidade de investimento (LAZO, 2004, p. 6).



Esta pesquisa se diferenciará no quesito de que a análise do investimento dar-se-á unicamente com base nos indicadores econômico-financeiros da empresa estudada. Com o intuito de identificar a condição qualitativa destes indicadores, e com base no histórico da empresa, será verificada a situação econômico-financeira da Petrobras para a tomada de decisão, que se identifica com as hipóteses da pesquisa.

### 2.1 A lógica Fuzzy

Esta subseção versará sobre as principais características da lógica Fuzzy aplicadas a esta pesquisa e está subdividida em quatro subseções.

#### 2.1.1 Introdução à lógica Fuzzy

Para muitos problemas, existem duas formas distintas de abordagem à busca e soluções:

- **conhecimento objetivo:** é usado todo o tempo em formulações de problemas, identificando variáveis e parâmetros por meio do uso de modelos matemáticos (equações);
- **conhecimento subjetivo:** representa informação linguística que é usualmente impossível quantificar usando a matemática tradicional. Corresponde ao conhecimento de especialistas com anos de experiência acumulada sob a forma de tratamento e resolução com técnicas intuitivas (CAETANO, 2006, grifo nosso).

Percebe-se que o conhecimento subjetivo possui um tratamento matemático complexo, quando se tem um problema de transcrição linguística para variáveis numéricas. Representar “investir muito”, “vender menos”, “comprar um pouco mais”, etc., é a função da lógica Fuzzy.

#### 2.1.2 Conjuntos nebulosos (Fuzzy sets)

Na teoria Clássica de Conjuntos, um conjunto  $A$  é definido como uma coleção de objetos; este possui apenas

duas possibilidades quanto à sua relação com um conjunto  $A$ , um dado objeto é, ou não, um elemento do conjunto. A representação algébrica, na lógica clássica, é uma função bivalente, conforme segue (MAMDANI, 1974; MENDEL 1995; JANTZEN, 1999):

$$I_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in A \\ 0 & \text{se } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

No entanto, na teoria dos Conjuntos Fuzzy, esse objeto possui graus variados de pertinência ao conjunto. Uma função indicadora multivalente representa esse conceito de pertinência da seguinte forma (MAMDANI, 1974; MENDEL 1995; JANTZEN, 1999):

$$\mu_A: x \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

As múltiplas aplicações da teoria Fuzzy envolvem interações de diversas decisões pertinentes a um determinado problema e de difícil quantificação; ou, quando quantificadas, estão somadas a um alto grau de incerteza. Para tanto, se deve fazer uso de operadores com conjuntos Fuzzy. Dados os conjuntos Fuzzy  $A$  e  $B$  sobre um universo  $X$ , caracterizado por funções de pertinência  $\mu_A$  e  $\mu_B$ , as operações mais usuais são (CAETANO, 2006, p. 15):

a) União: o conjunto Fuzzy  $C=A \cup B$  é caracterizado pela função de pertinência:

$$\forall x \in X, \mu_C(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (3)$$

b) Intersecção: o conjunto Fuzzy é caracterizado pela função de pertinência:

$$\forall x \in X, \mu_D(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (4)$$

Os operadores  $\min$  e  $\max$  satisfazem às seguintes propriedades (MAMDANI, 1974;

MENDEL 1995; JANTZEN, 1999):

- Involução:  
 $(A^c)^c = A$ ;
- Comutatividade:  
 $A \cup B = B \cup A$ ;
- Associatividade:  
 $A \cup (B \cup C) = (A \cup B) \cup C$
- Distributividade:  
 $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$
- Idempotência:  
 $A \cup A = A$
- Absorção:  
 $A \cup (A \cap B) = A$
- Identidade:  
 $A \cup \phi = A$
- Lei de Morgan:  
 $(A \cap B)^c = A^c \cup B^c$ .

Atribuições estas que formam as variáveis linguísticas.

#### 2.1.3 Variáveis linguísticas e graus de pertinência

Em um conjunto Fuzzy, uma variável linguística sempre aparecerá como adjetivos, por exemplo, “alto”, “baixo”, “pouco”, “muito”, “bom”, “razoável”, “ruim”, dependendo do grau de pertinência. A função de pertinência é a representação gráfica da magnitude de participação de cada entrada (*input*) no processo. Essas entradas recebem “pesos” de informação por meio da função de pertinência. Pelas regras lógicas, sintaxes como SE, ENTÃO, SE NÃO, E, OU, ou combinações lógicas, chega-se a um resultado de saída (*output*) que poderá ser numérico ou linguístico. Essas regras formam a base de conhecimento que liga as diversas funções de pertinência da entrada para serem interpretadas por uma caixa chamada “máquina de inferência” (CAETANO, 2006, p. 18).

As funções de pertinência sempre recebem algumas formas básicas de representação, sendo as mais comuns: Trapmf: trapezóide; Gbelmf: sino; Trimf: triangular; Gaussmf: gaussiana; Smf: curva molde – S; Zmf: curva molde – Z; Psigmf: curva sigmoide. A função de pertinência traduz a variável numérica em uma variável linguística que poderá ser analisada pela LN. Os resultados da lógica em termos linguísticos são interpretados e traduzidos novamente na variável numérica.

Uma função de pertinência é dita triangular quando possui a seguinte forma (MENDEL, 1995):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{se } a < x \leq b \\ \frac{x-c}{b-c}, & \text{se } b < x \leq c \\ 0, & \text{se } x > c \end{cases} \quad (5)$$

Na equação (5), no eixo  $x$ , estão os parâmetros que definem o triângulo ABC, e, no eixo  $y$ , está representado o grau de pertinência para cada valor de  $x$ .

O conversor para variáveis nebulosas é conhecido como nebulizador ou “fuzzyficador”. Obtido o resultado linguístico, faz-se a transcrição para a variável numérica por meio de um desnebulizador ou “defuzzificador” (MENDEL, 1995).

A regra lógica deve ser elaborada, levando em conta a experiência do gestor em determinada análise ou, ainda, utilizando-se de técnicas estatísticas bem usuais na Contabilometria, como, por exemplo, a correlação, que mede o grau de associação entre duas variáveis, e a regressão, que pode predizer o valor de uma variável (variável dependente), dado que seja conhecido o valor de uma variável associada (variável independente), cabendo ao cientista contábil traduzir estas regras em termos das funções de pertinência e suas intersecções.

As regras de controle englobam o conhecimento do sistema e os objetivos do controle. Cada regra tem um estado do sistema em sua premissa e uma ação de controle sugerida em sua conclusão. As regras de controle difusas conectam os valores de entrada com as propriedades da saída do modelo. Estão expressas como proposições condicionais:

Se [Estado do processo] Então [Ação de controle]

(MIRANDA; VILELA JUNIOR; KRONBAUER, 2003, p. 15, grifo do autor).

A LN pode ser sistematizada da seguinte forma: Valores Numéricos (*input*) → Função de Pertinência

→ Lógica Fuzzy → Resultado Fuzzy → Resultado Numérico (*output*). Conforme explica Antunes (2006), o mecanismo primordial desse modelo consiste em “fuzzificar”, ou seja, introduzir ao universo nebuloso, as variáveis discretas, representadas por escalas numéricas, processá-las com base em regras estabelecidas com o auxílio de informações de especialistas e, em seguida, “defuzzificar”, o que significa resgatá-las no formato de saídas discretas, ou seja, em números representativos para um processo de tomada de decisão.

As entradas discretas são as variáveis linguísticas, atreladas a algum tipo de escala numérica. A “fuzzificação” promoverá a transformação destas entradas discretas em entradas nebulosas. O modelo deverá realizar as inferências para gerar as saídas ou o resultado Fuzzy. Por fim, deve ser feita a “defuzzificação”, conforme descrito na subseção seguinte.

#### 2.1.4 “Defuzzificação”

O “defuzzificador” pondera as diversas respostas fornecidas pelas regras lógicas e atribui à saída um número que dirá o que é mais pertinente fazer e com que grau. Essa ponderação é também conhecida como máquina de inferência Fuzzy e obedece aos seguintes passos para obter o resultado da inferên-

“O “defuzzificador” pondera as diversas respostas fornecidas pelas regras lógicas e atribui à saída um número que dirá o que é mais pertinente fazer e com que grau. Essa ponderação é também conhecida como máquina de inferência Fuzzy...”

cia para um conjunto de fatos: (i) com premissas (antecedentes); (ii) grau de compatibilidade de cada regra; (iii) crença em cada regra; e (iv) agregação (CAETANO, 2006, p. 21).

Os seis métodos mais importantes de agregação são: (a) método do centro de gravidade, ou centroide, ou, ainda, o método baseado no centro de área (COA); (b) método baseado na média dos máximos das funções de pertinência (MOM), também conhecido como método Mamdani, elaborado por Mamdani (1974) (MIRANDA; VILELA JUNIOR; KRONBAUER, 2003, p. 26-27); (c) método baseado na média dos centros (COM) (BORBA; DILL, 2008, p. 5); (d) método baseado no menor dos máximos das funções de pertinência (SOM); (e) método baseado no maior dos máximos das funções de pertinência (LOM) (FERREIRA; JAFELICE, 2012, p. 66); e o (f) método de bissector de área (ROSSETO, 2008). Por um desses métodos, encontra-se o valor numérico no eixo  $x$  mais pertinente, descobrindo o quanto esse valor do “defuzzificador” significa em termos das variáveis linguísticas. Nesta pesquisa, foi utilizado o Método da Média dos Máximos (MOM), calculando-se:

$$Z^* = \sum_{j=1}^l \frac{z_j}{l} \quad (6)$$

Em que  $z_j$  é a soma das saídas de controle no nível de quantização  $j$ , e  $l$  é o número de valores quantizados, cuja função de pertinência é máxima (MIRANDA; VILELA JUNIOR; KRONBAUER, 2003, p. 26-27).

### 3. Metodologia Científica

Este estudo contempla uma pesquisa de natureza descritiva, que tem como objetivo principal a exposição das características de determinada população ou fenômeno e, também, o estabelecimento de re-

lação entre variáveis e experimental. Este tipo de pesquisa exige a observação sistemática dos resultados para estabelecer correlações entre os efeitos e suas causas (SILVA, 2006).

O levantamento do referencial teórico englobou uma pesquisa bibliográfica, utilizando-se fundamentalmente das contribuições científicas dos diversos autores sobre o assunto para o desenvolvimento do procedimento adotado, e documental, que tem por finalidade reunir, classificar e distribuir os documentos de todo gênero dos diferentes domínios da atividade humana, conforme descreve Vergara (2003). Realizando-se um levantamento de dados de caráter secundário, foram levantadas as informações econômico-financeiras e sociais da Petrobras dos exercícios financeiros de 2004 a 2013.

A técnica da pesquisa documental utilizada apresenta, de acordo com Gil (2002, p. 46), uma série de vantagens. Primeiramente, é de se considerar que os documentos constituem uma fonte rica e estável de dados. Outra vantagem está em seu custo, por ser uma pesquisa onde se disponibiliza de dados extraídos do site da BM&FBOVESPA, havendo apenas disponibilidade da análise e interpretação técnica-científica dos dados. Outra vantagem, ainda, é o fato de não exigir contato direto com os sujeitos da pesquisa.

As variáveis estudadas são quantitativas contínuas e qualitativas; logo, se utilizou do método quanti-qualitativo. O método quantitativo pode ser utilizado para numerar ou medir unidades ou categorias homogêneas e é caracterizado pelo emprego da quantificação nas modalidades de coletas de informações, assim como em seu tratamento por meio de técnicas estatísticas (RICHARDSON, 1999).

A coleta dos dados foi feita de forma não aleatória, utilizando-se da amostragem não probabilística ou de conveniência, ou seja, foi rea-

lizado um procedimento de escolha segundo critérios subjetivos, determinados *a priori*. O resultado é que os elementos escolhidos da população deixam de ser aleatórios, por estarem conformes os critérios definidos pela análise subjetiva.

Os cálculos e as análises foram desenvolvidos com ajuda do Excel®, um *software* multifuncional da *Microsoft Corporation*, que permite inúmeras aplicações lógicas e estatísticas (LAPONI, 2005). A disposição dos dados dar-se-ão graficamente, pois, segundo Barros e Leheld (2007, p. 110), auxilia a interpretação da análise e facilita o processo de inter-relação deles e, também, com as hipóteses de estudo. Destarte, a apresentação dos dados será feita com a utilização de tabelas com variáveis numéricas e quadros, para melhor quantificar os resultados obtidos.

Para esta análise, foram selecionados os seguintes indicadores: (i) Liquidez Geral (LG), que mostra a capacidade de pagamento da empresa a longo prazo, considerando tudo o que ela converterá em dinheiro em curto e longo prazos, relacionando-se com tudo o que já assumiu como dívida, em curto e longo prazos (MELO; TEIXEIRA, 2011, p. 4); (ii) endividamento, que é a medição do grau da dívida, que é o capital de terceiros relacionado ao capital próprio da empresa (MELO; TEIXEIRA, 2011, p. 4); e (iii) Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE), pois seu propósito é mostrar qual a taxa de rendimentos do capital próprio, que é um índice que determina, do ponto de vista dos proprietários, os resultados obtidos por eles investidos na companhia (MELO; TEIXEIRA, 2011, p. 5).

### 4. Análise das Demonstrações Contábeis pela Lógica Nebulosa

Neste contexto, as demonstrações contábeis são um conjunto de



relatórios estáticos dirigidos aos *stakeholders* das organizações. Na Tabela 1, apresentam-se os principais indicadores econômico-financeiros da Petrobras dos últimos dez exercícios financeiros.

Observa-se pela Tabela 1, que representa o tripé da Análise das Demonstrações Contábeis, entre os indicadores que serão avaliados pela lógica *Fuzzy*, que a LG manteve uma queda considerável durante todo o período, finalizando em menos da metade do que no início do período. O endividamento apresentou uma pequena queda, mas voltou aos mesmos patamares ao final do período. Já quanto ao ROE, este foi o que apresentou a maior queda durante o período analisado, chegando, em 2013, a menos de 23% do que o calculado em 2004. Com estes dois indicadores apresentando quedas relevantes, já se supõe uma avaliação negativa da empresa, que poderá ser verificada mais adiante.

#### 4.1 Análise das demonstrações contábeis da Petrobras

Nesta seção, será apresentado um exemplo na tomada de decisão de um investimento na Petrobras, baseando-se nos indicadores extraídos das demonstrações contábeis de 2004 a 2013 da Petrobras. Deseja-se decidir em fazer ou não fazer um investimento em ações da Petrobras, com base no histórico de dez anos de seus indicadores econômico-financeiros, conforme Tabela 1.

Como mencionado no método de pesquisa, foram selecionados três índices que se julgou serem relevantes para o presente estudo, tendo assim as variáveis para analisar a viabilidade, ou não, do investimento: (i) LG; (ii) endividamento; e (iii) ROE. Parte-se agora para a função de pertinência. Para tanto, foram levantados e calculados os quartis das variáveis, esta medida

separatriz será base para qualificar as variáveis linguísticas de entrada por meio de grupos ou níveis de satisfação, podendo ser vista por meio da Tabela 2.

As entradas discretas são as variáveis linguísticas, atreladas a algum tipo de escala numérica. Neste modelo de LN, essa escala de valores aparece como uma esca-

la psicométrica, pois reflete uma mensuração subjetiva que utiliza conceitos mentais (SILVA, 2013).

Para as variáveis de entrada, as funções representam um indicador que poderá ser “baixo”, “razoável” ou “alto”, conforme Gráfico 1.

As funções de pertinência para as variáveis serão dadas pelas expressões (7), (8) e (9).

Tabela 1 – Indicadores econômico-financeiros da Petrobrás de 2004 a 2013

	Índice	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
LIQUIDEZ	Liquidez Geral	1,0980	1,1226	1,1794	1,0933	0,6104	0,5955	0,6920	0,6096	0,4631	0,4146
	Liquidez Corrente	0,7394	0,9299	0,9660	0,6650	1,0642	1,3483	1,8771	1,7763	1,6964	1,4947
	Liquidez Seca	0,4983	0,7148	0,7126	0,4530	0,7487	0,9957	1,5285	1,3592	1,2692	1,0909
	Liquidez Imediata	0,2416	0,3637	0,3927	0,1300	0,2811	0,5286	0,9913	0,7705	0,7030	0,5607
ESTRUTURA DE CAPITAL	Participação de Capital de Terceiros sobre Recursos Totais	0,5332	0,4760	0,4467	0,4508	0,5113	0,5237	0,4034	0,4464	0,5056	0,5361
	Composição do Endividamento	0,6533	0,6556	0,6379	0,6342	0,3902	0,3006	0,2710	0,2546	0,2058	0,2045
	Endividamento	1,1421	0,9084	0,8073	0,8208	1,0461	1,0997	0,6761	0,8063	1,0226	1,1554
	Garantia do Capital Próprio ao Capital de Terceiros	0,8756	1,1009	1,2387	1,2184	0,9559	0,9094	1,4790	1,2402	0,9779	0,8655
RENTABILIDADE	Giro do Ativo	0,6217	0,6871	0,6665	0,6001	0,7360	0,5218	0,4102	0,4069	0,4206	0,4049
	Margem Líquida	0,2152	0,2296	0,2260	0,1804	0,1436	0,1824	0,1683	0,1356	0,0745	0,0755
	Retorno sobre Investimentos	0,1338	0,1578	0,1506	0,1083	0,1057	0,0952	0,0690	0,0552	0,0313	0,0306
	Retorno sobre o Patrimônio Líquido	0,2866	0,3011	0,2722	0,1972	0,2163	0,1998	0,1157	0,0997	0,0634	0,0659

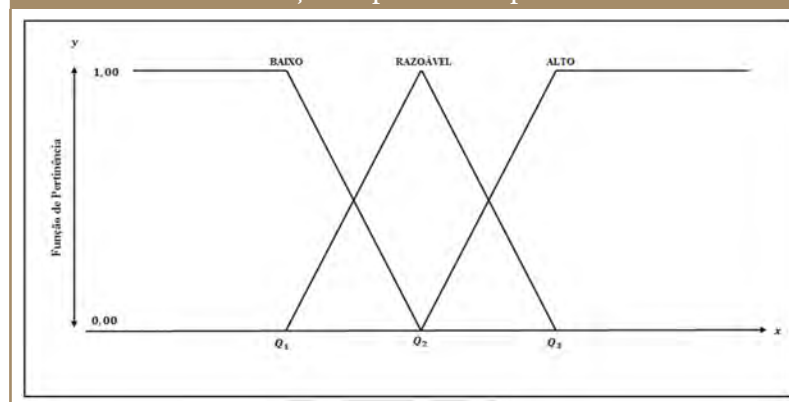
Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Quartis das variáveis de 2004 a 2013

Medida	LG	Endividamento	ROE	Classificação
1º Quartil	0,59906	0,81068	0,10368	Baixo
2º Quartil	0,65125	0,96550	0,19848	Razoável
3º Quartil	1,09679	1,08628	0,25826	Alto

Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 1 - Função de pertinência para as variáveis



Fonte: elaborado pelo autor.

$\forall x \in \mathbb{R}$

$$\mu_{BAIXO}(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \leq Q_1 \\ \frac{x - Q_1}{Q_2 - Q_1}, & \text{se } Q_1 < x \leq Q_2 \\ 0, & \text{se } Q_2 < x \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{RAZOÁVEL}(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq Q_1 \\ \frac{x - Q_1}{Q_2 - Q_1}, & \text{se } Q_1 < x \leq Q_2 \\ \frac{Q_3 - x}{Q_3 - Q_2}, & \text{se } Q_2 < x \leq Q_3 \\ 0, & \text{se } Q_3 < x \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{ALTO}(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq Q_2 \\ \frac{x - Q_2}{Q_3 - Q_2}, & \text{se } Q_2 < x \leq Q_3 \\ 1, & \text{se } Q_3 < x \end{cases} \quad (9)$$

O rótulo “baixo” possui grau de pertinência igual a 1 (um) para quaisquer valores menores ou iguais ao 1º Quartil de cada variável e, deste, exclusive, até o 2º Quartil, inclusive, pertinência decrescente até 0 (zero). O rótulo “razoável” possui grau de pertinência crescente de 0 (zero), a partir do 1º Quartil de cada variável, exclusive, a 1 (um), até o 2º Quartil de cada variável, inclusive, e deste, exclusive, até o 3º Quartil, inclusive, pertinência decrescente até 0 (zero). O rótulo “alto” possui grau de pertinência crescente de 0 (zero), a partir do 2º Quartil de cada variável, exclusive, a 1 (um), até o 3º Quartil de cada variável, inclusive, e para quaisquer valores maiores ao 3º Quartil da cada variável, exclusive, pertinência igual a 1 (um).

As funções de saída foram criadas e representam um investimento que poderá ser, segundo as hipóteses de pesquisa, “bom”, “mediocre” ou “ruim”, definindo assim as regras, conforme Quadro 1. Ao todo, são 27 regras, visto que são 3 (três) variáveis de entrada e 3 (três) variáveis linguísticas possíveis de “fuzzificação”, ou seja, 3<sup>3</sup>, que resulta em 27 regras possíveis.

Os graus de pertinências estão na Tabela 3, seguidos das respostas da “fuzzificação” pelas regras aplicadas anteriormente definidas no Quadro 1. A “defuzzificação” (output) pelo

MOM retornou as ponderações contidos na última linha do Tabela 3.

Na análise qualitativa da “defuzzificação”, observa-se que a empresa tende a ser um investimento ruim, pois apresentou ser um bom investimento apenas nos três primeiros anos da análise, sendo um investimento

mediocre nos dois anos seguintes, e resultando em um investimento ruim para os cinco últimos exercícios financeiros. Na análise quanti-qualitativa, o grau de pertinência destes resultados é confiável, pois apresentou, quase que em sua totalidade, pertinência igual a 1 (um), apenas em dois exer-

Quadro 1 – Regras de fuzzificação

Regra	Sintaxe
1	SE (LG é alta) E (Endividamento é baixo) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Bom")
2	SE (LG é alta) E (Endividamento é baixo) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
3	SE (LG é alta) E (Endividamento é baixo) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
4	SE (LG é alta) E (Endividamento é razoável) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Bom")
5	SE (LG é alta) E (Endividamento é razoável) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
6	SE (LG é alta) E (Endividamento é razoável) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
7	SE (LG é alta) E (Endividamento é alto) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Bom")
8	SE (LG é alta) E (Endividamento é alto) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
9	SE (LG é alta) E (Endividamento é alto) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
10	SE (LG é razoável) E (Endividamento é baixo) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Bom")
11	SE (LG é razoável) E (Endividamento é baixo) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
12	SE (LG é razoável) E (Endividamento é baixo) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
13	SE (LG é razoável) E (Endividamento é razoável) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Bom")
14	SE (LG é razoável) E (Endividamento é razoável) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
15	SE (LG é razoável) E (Endividamento é razoável) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
16	SE (LG é razoável) E (Endividamento é alto) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
17	SE (LG é razoável) E (Endividamento é alto) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Ruim")
18	SE (LG é razoável) E (Endividamento é alto) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
19	SE (LG é baixo) E (Endividamento é baixo) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Bom")
20	SE (LG é baixo) E (Endividamento é baixo) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
21	SE (LG é baixo) E (Endividamento é baixo) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
22	SE (LG é baixo) E (Endividamento é razoável) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Bom")
23	SE (LG é baixo) E (Endividamento é razoável) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
24	SE (LG é baixo) E (Endividamento é razoável) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")
25	SE (LG é baixo) E (Endividamento é alto) E (ROE é alto) ENTÃO (investimento é "Mediocre")
26	SE (LG é baixo) E (Endividamento é alto) E (ROE é razoável) ENTÃO (investimento é "Ruim")
27	SE (LG é baixo) E (Endividamento é alto) E (ROE é baixo) ENTÃO (investimento é "Ruim")

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Defuzzificação

Lógica Fuzzy	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
LG (input)	1,0980	1,1226	1,1794	1,0933	0,6104	0,5955	0,6920	0,6096	0,4631	0,4146
Endividamento (input)	1,1421	0,9084	0,8073	0,8208	1,0461	1,0997	0,6761	0,8063	1,0226	1,1554
ROE (input)	0,2866	0,3011	0,2722	0,1972	0,2163	0,1998	0,1157	0,0997	0,0634	0,0659
LG (fuzzificação)	Alto	Alto	Alto	Alto	Razoável	Baixo	Razoável	Baixo	Baixo	Baixo
Endividamento (fuzzificação)	Alto	Razoável	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Razoável	Alto
ROE (fuzzificação)	Alto	Alto	Alto	Razoável	Alto	Razoável	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Resultado Fuzzy	Bom	Bom	Bom	Mediocre	Mediocre	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Defuzzificação (output) - MOM	1	1	1	0,8	0,8	1	1	1	1	1

Fonte: elaborado pelo autor.

“Decisões rápidas e seguras são as tendências do mercado financeiro atual. Apenas usando técnicas estatísticas e puramente matemáticas não se garante a melhor escolha ou decisão. Nesta problemática do mercado financeiro, a LN se mostrou bastante útil, alinhando o empirismo humano à estatística aplicada às finanças e à contabilidade.”

cícios a pertinência foi abaixo de 1 (um), mas, ainda assim, é considerada alta. No Gráfico 2, é mais bem ilustrada a tendência negativa da qualidade do investimento.

Em seguida, apresenta-se a análise horizontal de indicadores pelo Gráfico 3, para confrontar os resultados da pesquisa e comprovar a tendência dos resultados da lógica *Fuzzy*.

Verificando o Gráfico 3, percebe-se a forte tendência de instabilidade dos indicadores LG e Endividamento, sendo que eles tendem sempre a estar contrapostos, e, nos últimos três exercícios financeiros, observa-se fortemente a queda da LG da empresa e o aumento do Endividamento, notável ainda a propensão decrescente do ROE, estes três últimos fatores contribuem ou justificam o resultado da lógica *Fuzzy*, com tendência de ser um investimento ruim adquirir ações da Petrobras, pela análise dos últimos dez exercícios financeiros.

## 5. Considerações Finais

Decisões rápidas e seguras são as tendências do mercado financeiro atual. Apenas usando técnicas estatísticas e puramente matemáticas não se garante a melhor escolha ou deci-

são. Nesta problemática do mercado financeiro, a LN se mostrou bastante útil, alinhando o empirismo humano à estatística aplicada às finanças e à contabilidade. Técnicas híbridas também têm demonstrado êxito frente às problemáticas financeiras.

Neste artigo, apresentou-se apenas uma alternativa das novas

ferramentas computacionais e de inteligência artificial. Atualmente, existe uma boa disparidade de *softwares*, em que estas técnicas podem ser aplicadas, inclusive no mercado financeiro.

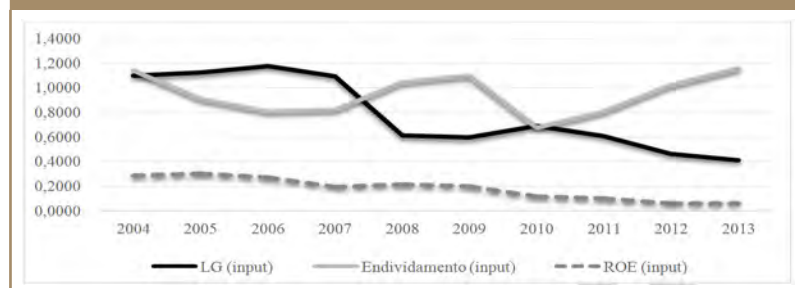
Pelo presente estudo, pôde-se responder à questão de pesquisa, isto é, a Lógica Nebulosa aplicada à

Gráfico 2 - Tendência da qualidade do investimento



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Análise horizontal de indicadores



Fonte: elaborado pelo autor.

Contabilometria pode auxiliar na avaliação econômico-financeira da Petrobras com base em suas demonstrações contábeis, pois, após a aplicação do modelo científico, provou-se uma das hipóteses da pesquisa de que a companhia está em uma situação de insolvência, culminando na queda de seus indicadores econômico-financeiros escolhidos pela análise.

Diante da problemática deste estudo, foi possível alcançar o objetivo geral desta pesquisa, elucidando, assim, propor uma forma de avaliar a condição econômico-financeira quanti-qualitativamente da Petrobras com base em estimativas matemáticas estatísticas e a lógica *Fuzzy*, produzindo suporte

à gestão contábil da empresa, servindo também como instrumento de informação para os investidores.

Comprovada a hipótese desta pesquisa, concluiu-se que uma tendência negativa econômico-financeira no decorrer dos períodos estudados, corroborando, e tão somente pelo resultado desta pesquisa, que a situação econômico-financeira da Petrobras é considerada “ruim”, sendo um investimento ruim no mercado de capitais, existindo fontes alternativas de investimento. Em controvérsia ao resultado desta análise, muitos analistas indicariam que este seria o melhor momento para adquirir ações de uma empresa, visto o preço consideravelmente baixo de suas ações no mercado de capitais. Destarte, ainda

e pelo fato de que o objeto de estudo desta pesquisa é um monopólio, onde detém o mercado de sua atividade mercantil, consegue, portanto, influenciar o reposicionamento e a estabilidade de sua situação, logo, dificilmente, tenderá a manter esta crise econômico-financeira por muito tempo. Todavia deve-se ter cautela, pois, em termos macroeconômicos e com a evolução tecnológica sempre surpreendendo, além das causas ambientais da atividade da empresa analisada, suscita-se que nem sempre a tendência é o que deve ser seguida.

Sugere-se, ainda, novos estudos, envolvendo a LN em meio ao universo financeiro e, principalmente, às Ciências Contábeis, dando suporte à gestão empresarial.

## 6. Referências

ANTUNES, Jerônimo. Lógica Nebulosa para avaliar riscos na auditoria. *Revista Contabilidade e Finanças*. São Paulo, edição comemorativa, p. 80-91, set. 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rcf/article/view/34197/36929>>. Acesso em: 12 set. 2014.

\_\_\_\_\_. *Modelo de Avaliação de risco de controle utilizando a Lógica Nebulosa*. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) – USP, São Paulo: 2004.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. *Fundamentos de metodologia científica*. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BM&FBOVESPA. *Empresas Listadas*, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>>. Acesso em: 14 ago. 2014.

BOJADZIEV, George; BOJADZIEV, Maria. *Fuzzy Logig for Business, Finance ans Management*. 1 ed. Londres: World Scientific, 1997.

BORBA, José Alonso; DILL, Rodrigo Prante. Um modelo de análise da rentabilidade de empresas usando a Lógica Nebulosa. In: MOSTRA CIENTÍFICA DOS DOCENTES DE ADMINISTRAÇÃO, 1., 2008. Cruz Alta. *Anais eletrônicos...* Cruz Alta: UNICRUZ, 2008. Disponível em: <[http://www.unicruz.edu.br/site/cursos/administracao/downloads/28-05-2008/artigo\\_jose\\_alonso.pdf](http://www.unicruz.edu.br/site/cursos/administracao/downloads/28-05-2008/artigo_jose_alonso.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2014.

CAETANO, Marco Antonio Leonel. Lógica Fuzzy para tomada de decisão em negócios e finanças. *Revista de Economia e Administração*. São Paulo, v. 5, n. 1, p. 12-39, jan./mar. 2006. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/download/25846>>. Acesso em: 12 set. 2014.

CAMARGOS, Fernando Laudaes. *Lógica Nebulosa: uma abordagem filosófica e aplicada*. Trabalho (Graduação em Ciências da Computação) – UFSC, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~barreto/trabaluno/IANebulosos.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2014.

CARVALHO, A. Gledson. Desenvolvimento financeiro e crescimento econômico. *Revista Econômica do Nordeste*, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 694-715, out./dez., 2001. Disponível em: <<http://www.econ.fea.usp.br/gledson/artigo.asp>>. Acesso em: 16 out. 2014.

CHARNET, Reinaldo et al. *Análises de modelos de regressão linear: com aplicações*. 2 ed. Campinas: Unicamp, 2008.

---

CORRAR, Luiz J.; THEÓPHILO, Carlos Renato. *Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração – Contabilometria*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

---

DESHMUKH, A.; TALLURU, L.. *A fuzzy set approach to client acceptance decisions. Applications of Fuzzy Sets and the Theory of Evidence to Accounting*. 2 ed. Stanford: JAI Press, 1998.

---

FERREIRA, Tiago F.; JAFELICE, Rosana S. M.. Sistemas p-fuzzy modificados para o modelo do controle de pragas. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE BIOMATEMÁTICA, 22., 2012. Campinas. *Anais eletrônicos...* Campinas: UNICAMP, 2012. Disponível em: <[http://www.ime.unicamp.br/~biomat/bio22\\_art5.pdf](http://www.ime.unicamp.br/~biomat/bio22_art5.pdf)>. Acesso em: 23 dez. 2014.

---

FIGUEIREDO, Sandra; MOURA, Heber. A utilização dos métodos quantitativos pela contabilidade. *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília, ano 30, n.127, p. 51-61, jan./fev. 2001.

---

GAZONI, Pedro Luiz. *Redes neurais: aplicações em finanças*. São Paulo, 1999. 45 p. Relatório Final (Projeto de Iniciação Científica) – FGV, São Paulo, 1999. Disponível em: <[http://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/publicacoes/redes\\_neuras\\_aplicacoes\\_em\\_financas\\_relatorio\\_final.pdf](http://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/publicacoes/redes_neuras_aplicacoes_em_financas_relatorio_final.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2014.

---

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

---

JANTZEN, J.. *Tutorial on fuzzy logic*. Technical University of Denmark: April. 1999. p 20. Tech. Report (n. 98-E868).

---

LAPPONI, Juan Carlos. *Estatística usando Excel*. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

---

LAZO, Juan Guillermo Lazo. *Determinação do valor de opções reais por simulação Monte Carlo com aproximação por números fuzzy e algoritmos genéticos*. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – PUCRJ, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <[http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca\\_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=5656@1](http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=5656@1)>. Acesso em: 12 set. 2014.

---

LIN, Jerry W.; HWANG, M. I.; BECKER, Jack D. Mark and. A fuzzy neural network for assessing the risk of fraudulent financial reporting. *Managerial Auditing Journal*, v.18, p. 657-665, 2003.

---

MAMDANI, Ebrahim. H.. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. *Proc. IEE*, v. 121, n. 12, p. 1585-1588, 1974.

---

MARION, José Carlos; SILVA, Laércio Baptista. Contabilometria: novo campo de estudos para a contabilidade. *Revista Brasileira de Contabilidade*, Rio de Janeiro, ano 16, n. 59, p. 34-41, out./dez. 1986.

---

MENDEL, Jerry M.. Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. *Proc. IEEE*, v.83, n.3, p. 345-377, 1995. Disponível em: <[http://sipi.usc.edu/~mendel/publications/FLS\\_Engr\\_Tutorial\\_Errata.pdf](http://sipi.usc.edu/~mendel/publications/FLS_Engr_Tutorial_Errata.pdf)>. Acesso em: 08 ago. 2014.

---

MELO, Anderson Martins de; TEIXEIRA, Elenice Cácia Bittencourt. Índices-padrão de indicadores econômico-financeiros das empresas de capital aberto do segmento de construção civil integrantes do Novo Mercado. In: CONGRESSO UFSC DE CONTROLADORIA E FINANÇAS, 4., 2010. Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: UFSC, 2011. Disponível em: <<http://dvl.ccn.ufsc.br/congresso/anais/4CCF/20101220071108.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2014.

---

MELO, Anderson Martins de. Análise de correlação e regressão linear simples: contabilometria aplicada em indicadores econômico-financeiros de 2009 das empresas de capital aberto do segmento de construção civil integrantes do Novo Mercado. In: CONGRESSO UFSC DE CONTROLADORIA E FINANÇAS, 5., 2014. Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: UFSC, 2014. Disponível em: <[http://dvl.ccn.ufsc.br/congresso/arquivos\\_artigos/artigos/906/20140407054337.pdf](http://dvl.ccn.ufsc.br/congresso/arquivos_artigos/artigos/906/20140407054337.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2014.

---

MIRANDA, Pedro; VILELA JUNIOR, Mauro Barbosa; KRONBAUER, Diego. *Sistema de controle difuso de Mamdani aplicações: pêndulo invertido e outras*. Monografia (Graduação em Análise de Sistemas) – UFMS, Campo Grande, 2003. Disponível em: <<http://www.dct.ufms.br/~mzanusso/producao/PedroMir.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2014.

---

MOREIRA, Rafael de Lacerda. A importância da informação contábil no processo de decisão nas micro e pequenas empresas. *Revista Contemporânea de Contabilidade*. Florianópolis, v. 10, n. 19, p. 119-140, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/2175-8069.2013v10n19p119/24553>>. Acesso em: 15 out. 2014.

---

NOSSA, Valcemiro; GARCIA, Solange. Contabilometria: uma proposta de ensino para o curso de ciências contábeis. In: CONVENÇÃO DOS CONTABILISTAS, 16., 2002, Espírito Santo. *Anais...* Espírito Santo: CRC-ES, 2002. p. 79-98.

---

OLIVERIA, L. M.; PEREZ JÚNIOR, J. H.; SILVA, C. A. S.. *Controladoria estratégica*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

---

PALARO, H. P.; BARROS, L. C.. Comparação entre esperança fuzzy e estocástica. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 23., 2000, Santos. *Anais...*, Santos, CNMAC, 2000, p. 121-124.

---

PETROBRÁS. *Energia, pré-sal, biocombustível e tecnologia*, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br>>. Acesso em: 17 set. 2014.

---

REVISTA EXAME. *Maiores e Melhores*, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/melhores-e-maiores/>>. Acesso em: 17 set. 2014.

---

RICHARDSON, Roberto Jarry. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

---

RIZOL, Paloma M. S. Rocha; MESQUITA, Leonardo; SAOTOME, Osamu. Lógica Fuzzy tipo-2. *Revista SODEBRAS*. São Paulo, v. 6, p. 27-46, 2006. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~paloma/Disciplinas/art/logicafuzzytipo2.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2014.

---

ROSSETO, F. R. *Estratégias para o controle de pragas: sistemas p-fuzzy com controle híbrido*. Dissertação (Mestrado em Matemática) – UNICAMP, Campinas, 2008.

---

SIEGEL, Philip H.; KORVIN, Andre de; OMER, Khursheed. *Applications of Fuzzy Sets and the Theory of Evidence to Accounting*. 2 ed. Stanford: JAI Press, 1998.

---

SIEGEL, Philip H. KORVIN, Andre de, OMER, Khursheed, ZEBDA, Awni. *Applications of Fuzzy Sets and the Theory of Evidence to Accounting*. 1 ed. Stanford: JAI Press, 1995.

---

SILVA, Antonio Carlos Ribeiro da. *Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade: orientações de estudo, projetos relatórios, monografias, dissertações, teses*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

---

SILVA, Valéria Gomes da. *O Modelo Fuzzy como uma ferramenta de redução na subjetividade de apuração de custos pelo TDABC*. Dissertação (Mestrado em Economia, com Ênfase em Controladoria) – UFRGS, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96688/000914771.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 out. 2014.

---

SOUZA, Almir Ferreira de; ROJO, Claudio Antonio. Análise de investimentos por simulação de cenários baseada em variáveis críticas qualitativas compiladas com Lógica Fuzzy. *Revista CAP*. Pato Branco, v. 4, n. 4, p. 118-126, 2010. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/CAP/article/view/996/590>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

---

STROEHER, Angela Maria. *Identificação das características das informações contábeis e a sua utilização para tomada de decisão organizacional de pequenas empresas*. Dissertação (Mestrado em Administração) – UFRGS, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/gianti/files/orientacao/mestrado/defesa/pdf/42\\_dissertacao\\_angela.pdf](http://www.ufrgs.br/gianti/files/orientacao/mestrado/defesa/pdf/42_dissertacao_angela.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2014.

---

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

---

WUERGES, Artur Filipe Ewald; BORBA, José Alonso. Redes Neurais, Lógica Nebulosa e Algoritmos Genéticos: aplicações e possibilidades em finanças e contabilidade. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*. São Paulo, v. 7, n. 1, p. 163-182, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jistm/v7n1/08.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2014.

---