

## ***Fuzzy Sets* na Análise da Liquidez de Empresas do Setor Elétrico Brasileiro**

**Autoria:** Paulo Henrique Fassina, Nelson Hein, Juliana Pinto

### **RESUMO**

As demonstrações contábeis divulgadas pelas empresas têm servido para análise de desempenho pelos usuários da informação contábil, e fornecem uma série de dados sobre a empresa e que, segundo Matarazzo (1998), são transformados em informações por meio da análise de balanço. Tal análise pode ser realizada por meio de indicadores do comportamento da empresa, são eles: índices de endividamento, liquidez, atividade e rentabilidade. A estes indicadores aliam-se os métodos estatísticos e matemáticos, buscando-se estabelecer a possibilidade de previsão. Assim, este trabalho tem por objetivo verificar o uso da teoria *fuzzy sets* para a análise da liquidez de empresas do setor de energia elétrico brasileiro que utilize indicadores oriundos da análise de balanço. Para tanto, a pesquisa caracteriza-se como explicativa quanto aos objetivos, e se dá por meio de uma pesquisa documental com abordagem quantitativa. Os resultados obtidos pela pesquisa possibilitaram avaliar-se de forma quantitativa cada empresa, por meio dos graus de pertinência emitidos pelo sistema especialista difuso. Portanto, os resultados demonstram que os *fuzzy sets* podem ser utilizados como ferramenta para análise da liquidez de empresas.

### **1 INTRODUÇÃO**

Nas Ciências Contábeis, de um modo geral, há um pendor natural, em se estabelecer medidas exatas, valendo-se da lógica convencional em sua versão booleana. Nela, uma afirmação ou é verdadeira ou é falsa. Nada existe entre o verdadeiro e o falso. Porém, em certos momentos, afirmações envolvendo somente ou o “verdadeiro” ou o “falso” não fazem sentido.

A afirmação “A liquidez da empresa X é alta”, é um exemplo. A liquidez ser alta é uma proposição difusa onde o termo predicado *alto* é vago e este, pode ser avaliado mediante o uso de mensurações difusas. Em termos práticos, a liquidez ser alta pode ser uma afirmação verdadeira, contudo avaliada em termos de graus de pertinência. Com isso podem existir duas empresas com liquidez alta, porém em graus distintos.

Inclusive, pode-se chegar a afirmar que uma empresa possui, simultaneamente, uma liquidez alta e baixa, cada qual com um grau de pertinência ao seu conjunto de classificação. E a mesma mensuração pode ser usada em outras afirmações: pequena, média e grande; pouco, satisfatório e muito.

Na lógica convencional, há limites pontualmente definidos (limites abruptos) entre os elementos que pertencem e os que não pertencem a determinado conjunto. Esta análise não permite meios-termos, o que contraria inclusive às palavras de Boole (1958, p. 10) que afirmava: “Estudando as leis dos símbolos estamos, com efeito, estudando as leis manifestadas pelo raciocínio”.

Neste sentido, Hein (1998) apresenta que a teoria dos *fuzzy sets*, ou lógica difusa, se distingue por trabalhar com raciocínios aproximados, a fim de se obter inferências, para permitir que a mesma se ajuste melhor à linguagem natural, recapturando o significado de termos vagos, ambíguos ou imprecisos, vistos na teoria clássica como predicados difusos.

Negoita (1985) explica que a lógica difusa proporciona facilidades para construir núcleos de decisão computacionais, que de maneira muito simples, obtêm-se conclusões concretas a partir de informações imprecisas, vagas ou incertas. Guardadas as devidas proporções, o autor aponta para a construção de sistemas especialistas.

Para Fernandes (1996) um sistema especialista apresenta quatro componentes: base de conhecimentos, máquina (ou motor) de inferência, subsistema de explicações e interface com

o usuário. Com efeito, o uso de um motor de inferência difuso é denominado de Sistema Especialista Difuso (SED).

Desta forma, a lógica difusa revela-se uma ferramenta útil para a análise de balanços, devido à grande ambigüidade e imprecisão inerente à área, pois, conforme Iudícibus (1998, p. 21) “a análise de balanços é uma arte, embora existam alguns cálculos razoavelmente formalizados, não existe forma científica ou metodologicamente comprovada de relacionar os índices de maneira a obter um diagnóstico preciso”. Em outras palavras, cada analista pode com o mesmo conjunto de informações chegar a conclusões completamente diferenciadas.

As demonstrações contábeis divulgadas pelas empresas têm servido para análise de desempenho pelos usuários da informação contábil. Cada usuário possui um foco, que se concretiza em uma informação específica, disponibilizada pelas demonstrações contábeis divulgadas. Estas demonstrações fornecem uma série de dados sobre a empresa e que, segundo Matarazzo (1998), são transformados em informações por meio da análise de balanço.

A análise de indicadores do comportamento da empresa pode ser feita usando índices de endividamento, liquidez, atividade e rentabilidade e que, de acordo com Silva (2004), têm por objetivo fornecer informações que não são fáceis de serem visualizadas de forma direta nas demonstrações contábeis.

Kassai (2002) aponta que além de informações específicas, disponíveis diretamente nas demonstrações contábeis, os usuários buscam indicadores que as relacionem. A estes indicadores aliam-se os métodos estatísticos e matemáticos, buscando-se estabelecer a possibilidade de previsão. Assim, a questão de pesquisa que norteia este trabalho, pode ser assim descrita: *Como utilizar a teoria fuzzy sets na análise da liquidez em empresas do setor elétrico brasileiro, utilizando indicadores contábeis oriundos da análise de balanços por meio de indicadores?*

Desta forma, o trabalho tem por objetivo verificar o uso da teoria *fuzzy sets* para a análise da liquidez de empresas do setor de energia elétrico brasileiro que utilize indicadores oriundos da análise de balanço.

Quanto aos objetivos a pesquisa caracteriza-se como explicativa, em relação aos procedimentos, a mesma é documental e com abordagem quantitativa. Atribui-se ao trabalho pertinência e relevância em buscar a relação entre os temas, investigando as possibilidades e limitações da utilização da teoria dos *fuzzy sets* na análise da liquidez das empresas.

Além desta introdução e das referências bibliográficas, este trabalho está estruturado da seguinte forma: na segunda seção apresentamos um estudo sobre os aspectos da análise das demonstrações contábeis enfocando os seguintes aspectos: análise de balanços por meio de índices, grupos de índices financeiros, e, sistemas especialistas e *fuzzy sets*. Na terceira seção encontramos a metodologia aplicada no presente trabalho, seguida pela análise de dados e, na quinta seção, as considerações finais referentes ao estudo.

## 2 ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS

A análise de balanços é uma técnica desenvolvida e aplicada sobre as demonstrações contábeis, permitindo melhorar a interpretação dos valores absolutos dos itens que compõe a estrutura do patrimônio das entidades. A capacidade de analisar, interpretar e de expedir informações acerca de demonstrações contábeis, tem forte relação com o desempenho do profissional, a partir do conhecimento e da profundidade em que pretende chegar.

Iudícibus (1998, p. 20), caracteriza a análise de balanços como a “arte de saber extrair relações úteis, para o objetivo econômico que tivermos em mente, dos relatórios contábeis tradicionais e de suas extensões e detalhamentos, se for o caso”. Complementa, afirmando, que não existe uma forma científica e metodologicamente comprovada, com receita absoluta para a análise de balanços. Se dois experientes analistas analisarem as demonstrações

contábeis de uma mesma empresa, referente aos mesmos períodos contábeis, certamente chegarão a conclusões diversas (IUDÍCIBUS, 1998).

Assaf Neto (2002, p. 49), afirma que a análise de balanços é uma arte, e que não existe um critério ou metodologia formal e definitiva para a execução desta atividade, e explica que “dessa maneira, é impossível sugerir-se uma seqüência metodológica ou um instrumental científico capazes de fornecer diagnósticos sempre precisos das empresas”.

Para Silva (2004) a análise de balanços é um instrumento de auxílio para a avaliação do desempenho de uma empresa, reduzindo o grau de incerteza, quando desenvolvido sobre informações contábeis confiáveis. Por melhor que seja desenvolvida a arte de analisar as demonstrações contábeis, a base fundamental são os valores absolutos com que as demonstrações são elaboradas.

Desta forma, aplicam-se algumas técnicas para análise das demonstrações contábeis, e que dentre elas, destaca-se a análise por meio de índices. Além de ser uma técnica de análise conhecida e empregada é, conforme Iudícibus (1998), Matarazzo (1998) e Marion (2005) um instrumento útil para avaliar-se o desempenho das empresas.

## 2.1 ANÁLISE DE BALANÇOS POR MEIO DE ÍNDICES

A análise de balanços por meio de índices envolve o cálculo de quocientes que relacionam os diversos valores expressos nas demonstrações contábeis. De acordo com Brigham e Houston (1999, p.79) “os índices financeiros são construídos para mostrar relações entre contas das demonstrações financeiras”.

Silva (2004, p. 214) explica que “os índices financeiros são relações entre contas ou grupos de contas das demonstrações financeiras, que têm por objetivo fornecer-nos informações que não são fáceis de serem visualizadas de forma direta nas demonstrações financeiras”.

Para Iudícibus (1998) a técnica de análise financeira por meio de índices é um dos mais importantes desenvolvimentos da contabilidade, pois, permite ao analista retratar o que aconteceu no passado e fornecer algumas bases para inferir o que poderá acontecer no futuro.

Segundo Matarazzo (1998, p. 155), “pode-se subdividir a análise das Demonstrações Financeiras em análise da situação financeira e análise da situação econômica”. Para a análise da situação financeira utilizam-se os indicadores de estrutura (endividamento) e de liquidez e para a análise da situação econômica utilizam-se os indicadores de rentabilidade (MATARAZZO, 1998).

Desta forma, os índices têm por finalidade evidenciar a relação entre contas ou grupo de contas das demonstrações contábeis, com o objetivo de determinar os aspectos da situação econômica e financeira para que se possa construir um quadro de avaliação da empresa.

## 2.2 GRUPOS DE ÍNDICES FINANCEIROS

Embora diferentes autores tenham alguns pontos em comum quanto aos principais grupos de índices, nota-se, pela revisão da literatura, que existem algumas diferenças em seus agrupamentos. De certa forma, cada autor apresenta um agrupamento de índices que difere dos demais e que segundo Matarazzo (1998) mesmo com relação aos índices que constam de praticamente todas as obras e trabalhos, sempre há algumas pequenas diferenças, inclusive de fórmulas, mas que não chegam a afetar propriamente a análise.

Desta forma, Iudícibus (1998, p. 128) classifica os grupos de índices em: “liquidez, endividamento (estrutura de capital), atividade e rentabilidade”. Brigham e Houston (1999) classificam os índices financeiros em: liquidez, atividade, endividamento, rentabilidade e valor de mercado. Já, Matarazzo (1998, p. 158) classifica os índices financeiros em “estrutura de capital, liquidez, atividade e rentabilidade”.

Gitman (2005, p. 45) divide os índices financeiros em cinco categorias básicas: “liquidez, atividade, endividamento, rentabilidade e valor de mercado”. Marion (2005) classifica os grupos de índices financeiros em: liquidez, endividamento, atividade e rentabilidade. Para Assaf Neto (2003) os índices financeiros estão classificados em quatro grupos: liquidez, atividade, endividamento e estrutura, rentabilidade e análise de ações.

No Quadro 1 constam de forma sucinta como os diferentes autores classificam os grupos de índices financeiros.

Grupos de Índices Financeiros	Assaf Neto	Brigham e Houston	Gitman	Iudícibus	Marion	Matarazzo
Atividade	*	*	*	*	*	*
Análise de Ações	*					
Endividamento/Estrutura de Capital	*	*	*	*	*	*
Liquidez	*	*	*	*	*	*
Rentabilidade	*	*	*	*	*	*
Valor de Mercado		*	*			

### Quadro 1 - Grupos de índices financeiros

Fonte: elaborado pelo autor.

Os grupos de índices financeiros de atividade, endividamento, liquidez e rentabilidade são índices comuns a todos os autores mencionados. O grupo de índices financeiros de análise de ações é considerado somente por Assaf Neto (2003) e, o grupo de índices financeiros de valor de mercado é considerado por Brigham e Houston (1999) e Gitman (2005). A seguir, apresentam-se algumas considerações a respeito do grupo de índices financeiros de liquidez, objeto deste trabalho, na visão destes autores mencionados.

#### 2.2.1 Índices de liquidez

Os indicadores de liquidez evidenciam a situação financeira de uma empresa frente a seus diversos compromissos financeiros, isto é, constituem uma apreciação sobre se a empresa tem capacidade para saldar seus compromissos, considerando-se o longo prazo, o curto prazo ou prazo imediato.

Conforme Gitman (2005) como uma liquidez baixa ou declinante é um precursor comum de dificuldades financeiras e falência, esses índices são vistos como bons indicadores de problemas de fluxo de caixa.

Em suma, a partir da análise dos índices de liquidez, observa-se que quanto maior a liquidez da empresa melhor será a sua situação financeira. O gráfico 1 retrata o índice de liquidez geral das 500 maiores empresas do Brasil dos anos de 2000 a 2004.

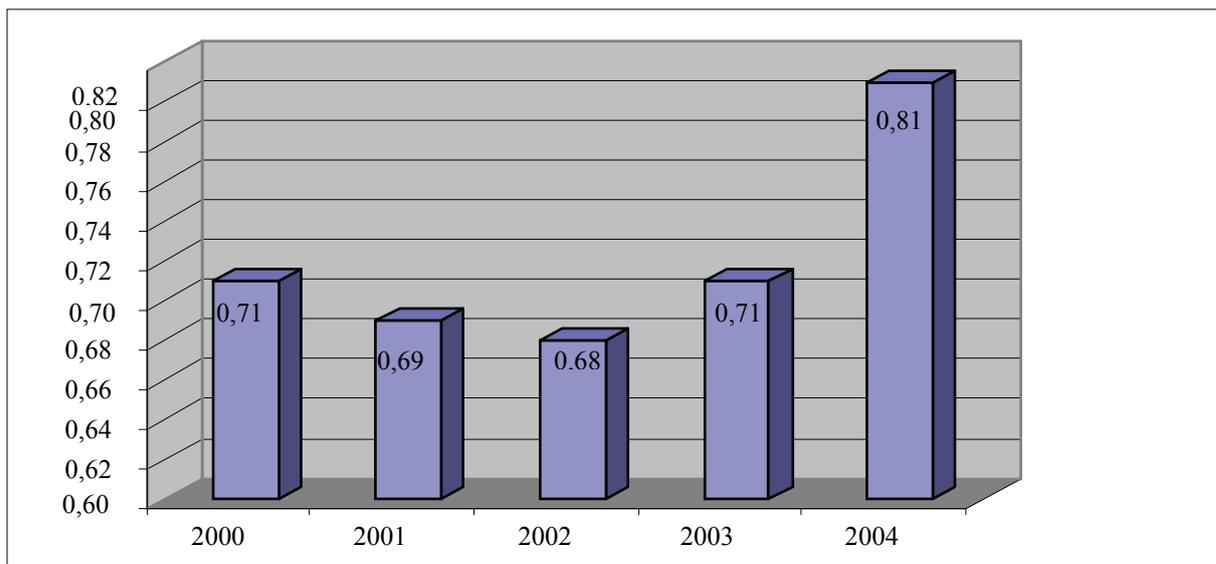


Gráfico 1 - Liquidez geral das 500 maiores empresas do Brasil - em %  
Fonte: Exame (2005, p. 48).

Pela análise do Gráfico 1, a liquidez geral das 500 maiores empresas do Brasil vinha apresentando do ano de 2000 até o ano de 2002 constantes declínios. Já, a partir do ano de 2003, o nível de liquidez das referidas empresas começou a apresentar sinais de melhora, voltando aos patamares apresentado em 2000. Em 2004, a liquidez geral subiu para 0,81 – o maior índice e distante do segundo, os 0,71 atingidos em 2000 e 2003. Isso pode ser compreendido como uma evidência de que as empresas brasileiras evoluíram no gerenciamento de suas finanças.

Desta forma, no Quadro 2, demonstram-se os principais índices de liquidez comuns aos autores Gitman (2005), Iudícibus (1998), Matarazzo (1998), Brigham e Houston (1999), Assaf Neto (2003) e Marion (2005). Ato contínuo relata-se os conceitos e as fórmulas de cálculo utilizadas para a obtenção dos índices de liquidez selecionados a partir do referido quadro.

Índices Comuns/Autores	Assaf Neto	Brigham e Houston	Gitman	Iudícibus	Marion	Matarazzo
Liquidez Corrente	*	*	*	*	*	*
Liquidez Seca	*	*	*	*	*	*
Liquidez Imediata	*			*	*	
Liquidez Geral	*			*	*	*

Quadro 2 - Índices comuns de liquidez

Fonte: elaborado pelo autor com base em Assaf Neto (2003); Brigham e Houston (1999); Gitman (2005); Iudícibus (1998); Marion (2005) e Matarazzo (1998).

Para selecionar os índices que fizeram parte do modelo proposto, o critério utilizado na seleção constituiu em identificar os índices que foram comuns a maioria dos autores pesquisados. Desta forma, para construção do modelo foram selecionados os índices Liquidez Corrente e Liquidez Seca, citados pela unanimidade dos autores pesquisados e o índice de Liquidez Geral, citado por Assaf Neto (2003), Iudícibus (1998), Marion (2005) e Matarazzo (1998).

## 2.3 SISTEMAS ESPECIALISTAS E FUZZY SETS

*Fuzzy sets*, redes neurais, sistemas especialistas e os algoritmos genéticos pertencem a um novo grupo de métodos quantitativos chamado coletivamente por *inteligência artificial*, ou ainda, *sistemas inteligentes*.

### 2.3.1 Sistemas especialistas

Conforme Passos (1989) na década de 70 ficou evidente para os pesquisadores de inteligência artificial que para conseguir que seus sistemas resolvessem satisfatoriamente problemas reais, era necessário incorporar neles grandes quantidades de conhecimentos sobre o problema. Isto fez surgir à necessidade da criação do campo da “Engenharia do Conhecimento” que procura formas de usar conhecimentos de especialistas na solução de problemas complexos.

Na prática, uma das mais importantes características de um sistema especialista é a capacidade de explanação. Do mesmo modo que um especialista humano poderia explicar por que considerou, por exemplo, determinado conjunto de índices de uma empresa como satisfatório, que raciocínio usou para chegar a tal conclusão, um sistema especialista pode ser capaz, de forma concisa, de explicar também por que chegou a tal inferência (como deduziu a resposta), pelo fato de ser dirigido por dados.

O processo de construção de um sistema especialista, tipicamente, envolve uma forma especial de interação entre o construtor do sistema e um ou mais especialistas humanos de alguma área. O primeiro, extrai dos especialistas humanos seus procedimentos, estratégias e regras práticas para solução dos problemas construindo, deste conhecimento, um sistema especialista.

### 2.3.2 Fuzzy sets

Na década de sessenta, o professor Lotfi A. Zadeh, da Universidade de Berkeley, nos Estados Unidos, quando de sua passagem pelo IMPA (Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada), considerou que a rigidez da teoria usual de conjuntos era incompatível com a implementação satisfatória de sistemas especialistas, pois estes, sendo softwares interativos, capazes de tomar algumas decisões, sob o escopo dos conjuntos usuais com tomadas de decisões binárias, não contemplavam todo o espectro de escolhas desenvolvidas pela mente humana.

Dada à necessidade de ferramentas mais flexíveis, ele sugeriu neste período, uma teoria alternativa de conjuntos, onde a passagem da pertinência para a não pertinência fosse gradual e não abrupta. Desta maneira, surgiram os *fuzzy sets*, onde para cada elemento do universo de discurso, correspondente um grau de pertinência no conjunto difuso, dado por um número real entre zero e um; com isso, esses conjuntos podem ser vistos como funções  $f_A : V \rightarrow [0,1]$ , e como tal, podem ser representados por conjuntos de pares ordenados, onde o primeiro elemento do par pertence ao universo de discurso  $V$ , e o segundo elemento corresponde ao grau de pertinência do primeiro elemento em  $A$ .

A seguir, definiu-se para esses conjuntos, operações de união, intersecção e complementaridade, o que lhes conferiu uma estrutura de reticulado. Dessa maneira, fenômenos quantitativos, advindos de uma linguagem natural ou artificial qualquer, podiam ser interpretados e manuseados com um aparato matemático que lhes conferia confiabilidade.

Para Hein (1998) por lógica difusa entende-se um sistema lógico não clássico, onde além da não validade do princípio do terceiro excluído, seus valores-verdade são lingüísticos e interpretados por funções em contraposição aos valores  $V$  e  $F$  da lógica clássica. Esses valores-verdade são dados por fuzzy, definidos no intervalo real unitário, formando um conjunto enumerável do tipo:

$\mathfrak{S}(V) = \{\text{verdadeiro, falso, muito falso, quase verdadeiro, não verdadeiro, ...}\}$   
 Onde temos, por exemplo: verdadeiro:  $[0,1] \rightarrow [0,1]$

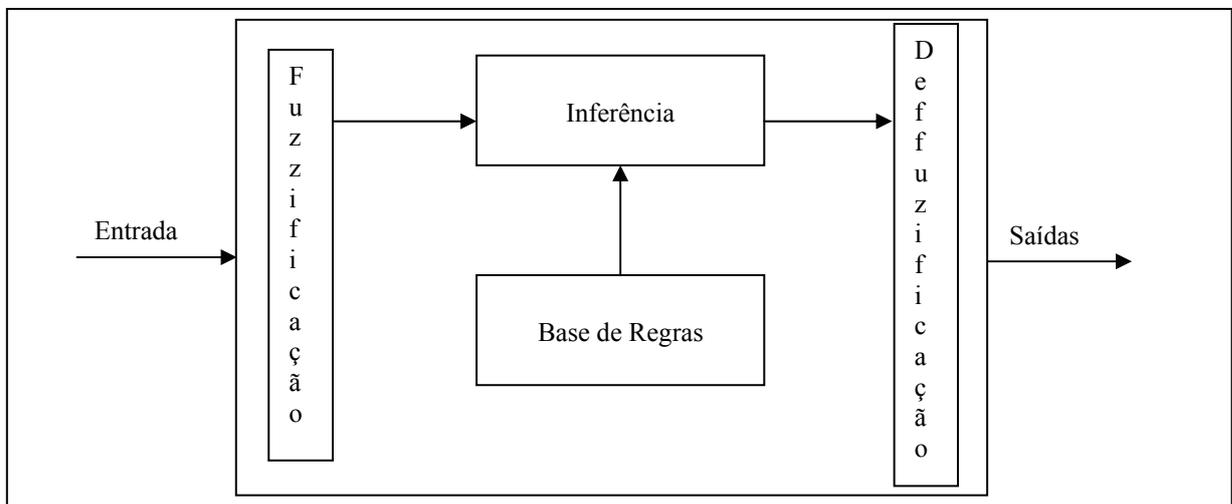
Entende-se por proposição difusa uma expressão constituída de um sujeito e um predicado, sendo este dado por um termo vago ou não preciso, como por exemplo: "O endividamento da empresa X é alto". Assim, para satisfazer a idéia, optamos pela lógica difusa da seguinte maneira: seja P uma proposição difusa e A o conjunto difuso que interpreta o termo predicado de P. Sendo V o conjunto universo de discurso de A e  $X \subset V$  o subconjunto de V que admite graus de pertinência não nulos em A. Então diz-se que P é satisfeita, se o conjunto difuso A é não vazio, ou seja,  $X \neq \emptyset$ . A é dado pela função de compatibilidade:

$$f_A : V \rightarrow [0,1]$$

Assim, conforme Dubois e Prade (1980) a lógica difusa se distingue ainda, por trabalhar com raciocínios aproximados aquilo que, aliado à capacidade de interpretação dos *fuzzy sets*, acaba por permitir que a mesma se ajuste melhor à linguagem natural e, portanto, às linguagens de ciências não exatas, recapturando o significado de termos vagos, vistos como predicados difusos.

### 2.3.3 Fuzzificação, funções de pertinência e defuzzificação

Descrevendo os passos dos processos de controle difuso observa-se o que ocorre durante os processos de *fuzzificação*, regras de avaliação e *defuzzificação*. Esses passos é que descrevem exatamente todo o funcionamento do controle difuso. Na Figura 1 constam os passos para o controle difuso executar.



**Figura 1 - Controle difuso**

Fonte: Adaptado de Bojadziev e Bojadziev (1997, p. 145).

Podem-se resumir as funções dos módulos de um sistema difuso como:

- ✓ *Fuzzificação*: Transformação de informação quantitativa em informação qualitativa. É um processo de generalização.
- ✓ *Inferência*: Transformação de informação qualitativa em informação quantitativa. É um processo de conversão.
- ✓ *Defuzzificação*: Transformação de informação qualitativa em informação quantitativa. É um processo de especificação.

### 3 METODOLOGIA

Com a finalidade de atingir os objetivos apresentados neste estudo, esta pesquisa é caracterizada como um estudo explicativo, que na visão de Andrade (2002, p. 20):

É um tipo de pesquisa mais complexa, pois, além de registrar, analisar, classificar e interpretar os fenômenos estudados procura identificar seus fatores determinantes. A pesquisa explicativa tem por objetivo aprofundar o conhecimento da realidade, procurando a razão, o porquê das coisas e por esse motivo está mais sujeita a erros.

Gil (1999) ressalta que a pesquisa explicativa, por explicar a razão e o porquê das coisas, é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade. Quanto aos procedimentos, a pesquisa realizada é do tipo documental. Conforme Gil (1999), a pesquisa documental baseia-se em materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa.

Raupp e Beuren (2003, p. 89) destacam que nesse tipo de pesquisa “sua notabilidade é justificada no momento em que se podem organizar informações que se encontram dispersas, conferindo-lhe uma nova importância como fonte de consulta”.

E, por último, quanto a abordagem do problema, a pesquisa caracteriza-se como quantitativa, à medida que se utilizará instrumentos estatísticos desde a coleta até a análise e o tratamento dos dados.

A população da pesquisa consiste em 50 empresas do setor de energia elétrica brasileiro extraídas da Revista Exame Melhores e Maiores (2005), tendo como ano base para estudo o exercício social de 2004. A escolha do setor de energia elétrica como alvo deste estudo deu-se de forma intencional.

Extraíram-se das demonstrações contábeis os índices de liquidez. Consideraram-se neste estudo três indicadores de um conjunto de quatro, citados por esses mesmos autores. A opção da escolha dos índices de liquidez para testar o modelo proposto foi por conta de analisar-se a situação financeira, pois, de acordo com Matarazzo 1998, para a análise da situação financeira utilizam-se os indicadores de liquidez.

Os dados da pesquisa consubstanciaram-se de fontes primárias. Segundo Mattar (1996, p. 134), “dados primários são aqueles que não foram antes coletados, estando ainda em posse dos pesquisados, e que são coletados com o propósito de atender às necessidades específicas em andamento”.

Desta forma, os dados foram extraídos do Balanço Patrimonial das empresas objeto deste estudo e que estão publicados na *homepage* da Bolsa de Valores de São Paulo ([www.bovespa.com.br](http://www.bovespa.com.br)). Por fim, na análise dos dados buscou-se oportunizar as respostas ao problema de investigação.

#### 3.1 CONSTRUÇÃO DO MODELO ESPECIALISTA DIFUSO

A construção do modelo especialista difuso compreende três fases: i) construção das variáveis difusas de entrada, chamadas de *fuzzificação*; ii) construção das regras de inferência pertinentes ao modelo; e, iii) construção das variáveis de saída, chamadas *defuzzificação*.

Com efeito, os dados primários, coletados junto a *homepage* da Bolsa de Valores de São Paulo ([www.bovespa.com.br](http://www.bovespa.com.br)), balanços patrimoniais, foram transportados para o Software Microsoft® Excel para que fosse extraído da base de dados os índices de liquidez. Posteriormente, de acordo com a escala de Matarazzo (1998), a cada índice foi atribuída uma variável qualitativa conforme sua posição em relação ao decil.

No Quadro 3 constam os conceitos qualitativos e quantitativos atribuídos aos índices de liquidez em função de sua posição, relativamente aos padrões.

Decil	Índice 1	Índice 2	Índice 3	Índice 4
1º.	Péssimo	Péssimo	Péssimo	Péssimo
2º.	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
3º.	Fraco	Fraco	Fraco	Fraco
4º.	Razoável	Razoável	Razoável	Razoável
5º.	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
6º.	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
7º.	Bom	Bom	Bom	Bom
8º.	Bom	Bom	Bom	Bom
9º.	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo

**Quadro 3 - Conceitos atribuídos aos índices de liquidez conforme sua posição relativa**

Fonte: Adaptado de Matarazzo (1998).

Pela análise do Quadro 3, os índices de liquidez quanto maior classificado forem em relação ao decil, melhor o resultado da análise. Com a utilização do software Matlab®, foram definidas as funções de pertinência difusas, conforme os resultados obtidos na análise dos dados.

O primeiro passo no processo de *fuzzificação* é de colocar nomes no universo de discurso de cada entrada. Cada variável de entrada “Índice<sub>1</sub>”, “Índice<sub>2</sub>”, “...” e “Índice<sub>n</sub>” possui sete termos qualitativos, conforme escala de Matarazzo (1998) que são: Péssimo, Deficiente, Fraco, Razoável, Satisfatório, Bom e Ótimo.

Cada conjunto da escala recebeu uma faixa de valores correspondendo ao nome que lhe foi dado. Este valor é chamado de grau de pertinência. Desta forma, para os indicadores de liquidez, a condição “Péssimo” recebeu como domínio o 1º e 2º decil, “Deficiente” recebeu um domínio do 1º ao 3º decil, “Fraco” recebeu um domínio do 2º ao 4º decil, “Razoável” recebeu um domínio do 3º ao 5º decil, “Satisfatório” recebeu um domínio do 4º ao 8º decil, “Bom” recebeu um domínio do 5º ao 9º decil e “Ótimo” recebeu um domínio acima do 8º decil.

Para se utilizar sistemas que envolvem os *fuzzy sets*, são necessárias regras (R) do tipo IF-THEN. Neste trabalho, foram implementadas todas as combinações possíveis de regras de inferência. Para os índices de liquidez, essa combinação implicou no desenvolvimento de 343 (trezentos e quarenta e três) regras de inferência ( $7^3$ ). Descreve-se, abaixo, como o conjunto de regras (R) do tipo IF-THEN para os índices de liquidez foram compostas:

R1: if  $x_1$  é L1, and  $x_2$  é L1, and ...and  $x_n$  é L1 then avaliação é Péssimo.

Rn: if  $x_n$  é L7, and  $x_n$  é L7, and ...and  $x_n$  é L7 then avaliação é Ótimo.

Onde, para os índices de liquidez:  $x_1 = \text{índice}_1$ ,  $x_2 = \text{índice}_2$ , ...,  $x_n = \text{índice}_n$ . L1 = péssimo, L2 = deficiente, L3 = fraco, L4 = razoável, L5 = satisfatório, L6 = bom e L7 = ótimo.

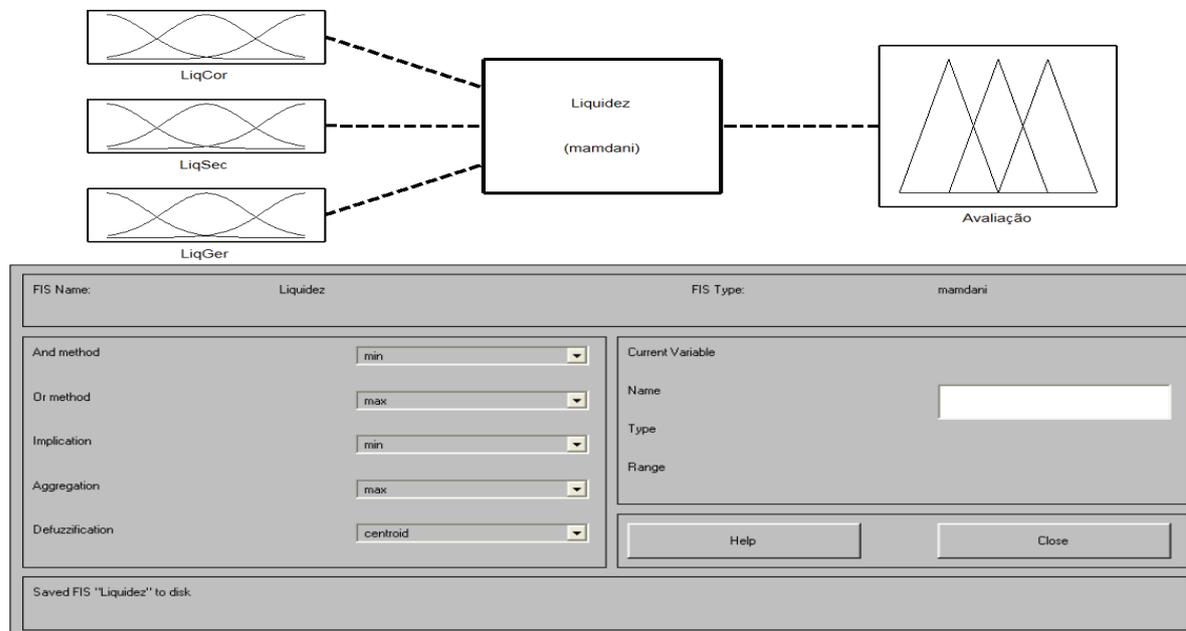
A aplicação dos *fuzzy sets* na contabilidade é ainda relativamente nova, apesar do volumoso número de artigos e livros escritos nos últimos anos, principalmente no exterior. Isto é verdadeiro quando se verifica que poucas pesquisas foram efetuadas sobre a aplicação dessa teoria em contabilidade, mais especificamente na análise das demonstrações contábeis.

Apesar dos cuidados tomados na escolha do processo metodológico para este estudo, deve-se levar em consideração que apenas um segmento de empresas foi objeto desta pesquisa. Portanto, as observações são restritas ao segmento de energia elétrica, não permitindo, desta forma, generalizações para outros segmentos.

#### **4 MODELO DE ANÁLISE DA LIQUIDEZ DE EMPRESAS USANDO A TEORIA FUZZY SETS**

Conforme verifica-se na Figura 2, a árvore de decisões do modelo proposto é composta por três entradas (Liquidez Corrente, Liquidez Seca e Liquidez Geral), uma base de

regras e uma saída (Avaliação). Neste sentido, o primeiro passo do carregamento do sistema, consiste em determinar a árvore de decisões que o sistema especialista utilizará, ou seja, as variáveis lingüísticas de entrada, as variáveis de saída, a escala de valores atribuída a cada variável e as regras de inferência que serão utilizadas.



**Figura 2 – Árvore de decisões dos índices de liquidez**

Fonte: elaborado pelo autor com base no software Matlab® 6.0.

Por motivo de utilização do software (Matlab 6.0) as variáveis Liquidez Corrente, Liquidez Seca e Liquidez Geral, foram definidas no software utilizado como LiqCor, LiqSec e LiqGer respectivamente.

#### 4.1 TESTE PRÁTICO DO MODELO DIFUSO PARA OS ÍNDICES DE LIQUIDEZ

A partir do Balanço Patrimonial do exercício de 2004 das empresas do setor de energia elétrica brasileiro, que são objetos deste estudo, extraíram-se os decis dos índices de liquidez. Na Tabela 1 evidenciam-se os índices em seus respectivos decis.

**Tabela 1 - Distribuição dos índices de liquidez no decil**

Decil	Liquidez Corrente	Liquidez Seca	Liquidez Geral
1º.	0,39	0,39	0,13
2º.	0,52	0,52	0,30
3º.	0,70	0,67	0,45
4º.	0,84	0,83	0,53
5º.	0,95	0,90	0,66
6º.	1,05	1,01	0,73
7º.	1,18	1,13	0,81
8º.	1,73	1,40	0,92
9º.	2,03	1,81	1,12

Fonte: dados da pesquisa 2004.

Na Tabela 1 verifica-se que o índice de Liquidez Corrente obteve intervalo do 1º ao 9º decil entre 0,39 e 2,03; o índice de Liquidez Seca obteve intervalo entre 0,39 e 1,81 e o índice de Liquidez Geral obteve intervalo entre 0,13 e 1,12.

Definidos os intervalos de cada índice nos seus respectivos decis, cada variável de entrada, além da variável de saída, recebeu de acordo com a escala de Matarazzo (1998) sete

termos qualitativos: Ótimo, Bom, Satisfatório, Razoável, Fraco, Deficiente e Péssimo. Esses termos qualitativos estão alocados de acordo com um decil correspondente conforme explicado no terceiro capítulo.

Na Tabela 2 apresenta-se o domínio de cada rótulo da variável de entrada do índice de Liquidez Corrente.

**Tabela 2 - Variáveis de entrada do índice de liquidez corrente**

Valor				Rótulo
de	0	a	0,52	Péssimo
de	0,39	a	0,70	Deficiente
de	0,52	a	0,84	Fraco
de	0,70	a	0,95	Razoável
de	0,84	a	1,73	Satisfatório
de	0,95	a	2,03	Bom
de	1,73	a	2,50	Ótimo

Fonte: elaborado pelos autores.

O rótulo Péssimo possui grau de pertinência igual a 1 (um) para qualquer valor menor que 0,39, e deste a 0,52 pertinência decrescente até zero. Deficiente possui pertinência crescente de 0,39 a 0,52 e decrescente de 0,52 a 0,70. Fraco possui pertinência crescente de 0,52 a 0,70 e decrescente de 0,70 a 0,84. Razoável possui pertinência crescente de 0,70 a 0,84 e decrescente de 0,84 a 0,95. Satisfatório possui pertinência crescente de 0,84 a 0,95 e decrescente de 0,95 a 1,73. Bom possui pertinência crescente de 0,95 a 1,73 e decrescente de 1,73 a 2,03. Ótimo possui pertinência crescente de 1,73 a 2,03 e pertinência igual a 1 (um) acima deste valor. Na Tabela 3 apresenta-se o domínio de cada rótulo da variável de entrada do índice de Liquidez Seca.

**Tabela 3 - Variáveis de entrada do índice de liquidez seca**

Valor				Rótulo
de	0	a	0,52	Péssimo
de	0,39	a	0,67	Deficiente
de	0,52	a	0,83	Fraco
de	0,67	a	0,90	Razoável
de	0,83	a	1,40	Satisfatório
de	0,90	a	1,81	Bom
de	1,40	a	2,00	Ótimo

Fonte: elaborado pelos autores.

O rótulo Péssimo possui grau de pertinência igual a 1 (um) para qualquer valor menor que 0,39, e deste a 0,52 pertinência decrescente até zero. Deficiente possui pertinência crescente de 0,39 a 0,52 e decrescente de 0,52 a 0,67. Fraco possui pertinência crescente de 0,52 a 0,67 e decrescente de 0,67 a 0,83. Razoável possui pertinência crescente de 0,67 a 0,83 e decrescente de 0,83 a 0,90. Satisfatório possui pertinência crescente de 0,83 a 0,90 e decrescente de 0,90 a 1,40. Bom possui pertinência crescente de 0,90 a 1,40 e decrescente de 1,40 a 1,81. Ótimo possui pertinência crescente de 1,40 a 1,81 e pertinência igual a 1 (um) acima deste valor.

Na Tabela 4 consta o domínio de cada rótulo da variável de entrada do índice de Liquidez Geral.

**Tabela 4 - Variáveis de entrada do índice de liquidez geral**

Valor				Rótulo
de	0	a	0,30	Péssimo
de	0,13	a	0,45	Deficiente
de	0,30	a	0,53	Fraco
de	0,45	a	0,66	Razoável
de	0,53	a	0,92	Satisfatório
de	0,66	a	1,12	Bom
de	0,92	a	1,50	Ótimo

Fonte: elaborado pelos autores.

O rótulo Péssimo possui grau de pertinência igual a 1 (um) para qualquer valor menor que 0,13, e deste a 0,30 pertinência decrescente até zero. Deficiente possui pertinência crescente de 0,13 a 0,30 e decrescente de 0,30 a 0,45. Fraco possui pertinência crescente de 0,30 a 0,45 e decrescente de 0,45 a 0,53. Razoável possui pertinência crescente de 0,45 a 0,53 e decrescente de 0,53 a 0,66. Satisfatório possui pertinência crescente de 0,53 a 0,66 e decrescente de 0,66 a 0,92. Bom possui pertinência crescente de 0,66 a 0,92 e decrescente de 0,92 a 1,12. Ótimo possui pertinência crescente de 0,92 a 1,12 e pertinência igual a 1 (um) acima deste valor.

Na Tabela 5 apresenta-se o domínio de cada rótulo da variável de saída (Avaliação), apresentado pelo resultado da implementação da variável no software utilizado.

**Tabela 5 - Variáveis de saída dos índices de liquidez**

Valor				Rótulo
de	-15,30	a	14,80	Péssimo
de	0,00	a	33,33	Deficiente
de	16,70	a	50,00	Fraco
de	33,33	a	66,70	Razoável
de	50,00	a	83,33	Satisfatório
de	66,70	a	100,00	Bom
de	85,30	a	115,00	Ótimo

Fonte: elaborado pelos autores.

O rótulo Péssimo possui grau de pertinência igual a 1 (um) para qualquer valor menor que 0,00, e deste a 14,80 pertinência decrescente até zero. Deficiente possui pertinência crescente de 0,00 a 14,80 e decrescente de 14,80 a 33,33. Fraco possui pertinência crescente de 14,80 a 33,33 e decrescente de 33,33 a 50,00. Razoável possui pertinência crescente de 33,33 a 50,00 e decrescente de 50,00 a 66,70. Satisfatório possui pertinência crescente de 50,00 a 66,70 e decrescente de 66,70 a 83,33. Bom possui pertinência crescente de 66,70 a 83,33 e decrescente de 85,30 a 100,00. Ótimo possui pertinência crescente de 83,33 a 100,00 e pertinência igual a 1 (um) acima deste valor.

Desta forma, na Tabela 6 consta a análise individual de cada empresa e sua respectiva avaliação.

**Tabela 6 - Teste prático da análise da liquidez utilizando os fuzzy sets**

Empresas	Entrada LiqCor	Entrada LiqSec	Entrada LiqGer	Saída Avaliação	% Pertinência	% Pertinência
521 Participações	2,02	2,02	1,45	93,6	(Oti;61,55)	(Bom;38,45)
AES Elpa	0,06	0,06	0,00	4,75	(Pés;71,51)	(Def;28,49)
AES Sul	0,37	0,36	0,29	7,0	(Pés;58,00)	(Def;42,00)
AES Tiête	2,14	2,13	0,55	83,5	(Bom;98,98)	(Oti;0,02)
Ampla – CERJ	0,85	0,84	0,72	55,3	(Raz;68,39)	(Sat;31,61)
Baesa	3,50	3,50	0,04	66,7	(Sat;100,00)	

Caiua	0,49	0,48	0,43	16,5	(Def;98,98)	(Pés;0,02)
Ceal	1,10	1,08	0,90	74,0	(Sat;56,03)	(Bom;43,97)
CEB	1,13	1,11	0,65	73,1	(Sat;61,43)	(Bom;38,57)
Celesc	1,50	1,48	0,85	77,4	(Bom;64,19)	(Sat;35,81)
Celg	0,71	0,67	0,75	50,0	(Raz;100,00)	
Chesf	0,77	0,73	0,27	25,0	(Fra;50,00)	(Def;50,00)
Celpe	0,92	0,88	0,77	60,0	(Sat;59,99)	(Raz;40,01)
Celpe	1,21	1,20	1,11	82,3	(Bom;93,58)	(Sat;6,42)
Cemat	0,65	0,63	0,75	50,0	(Raz;100,00)	
Cemar	1,84	1,82	0,52	83,3	(Bom;99,58)	(Sat;0,42)
Cemig	0,84	0,83	0,79	58,7	(Sat;52,19)	(Raz;47,81)
CESP	0,30	0,30	0,16	5,28	(Pés;68,33)	(Def;31,67)
Cia. Eletricidade da Bahia	1,32	1,32	0,83	76,9	(Bom;61,19)	(Sat;38,81)
Coelce	1,21	1,21	0,70	74,1	(Sat;55,43)	(Bom;44,57)
CEEE	0,70	0,68	0,42	29,3	(Fra;75,76)	(Def;24,24)
Copel	0,41	0,41	1,04	38,4	(fra;59,69)	(Raz;30,41)
Cia. Energ.RN	1,01	1,00	1,14	83,3	(Bom;99,58)	(Sat;0,42)
CPFL Energia	3,69	3,69	2,21	96,3	(Oti;77,74)	(Bom;22,26)
CPFL Geração de Energia	2,11	2,11	3,10	91,2	(Bom;52,78)	(Oti;47,22)
Cia. Piratininga Força e Luz	1,02	1,02	0,94	72,6	(Sat;64,43)	(Bom;35,57)
Duke Energy	1,15	1,15	0,30	66,7	(Sat;100,00)	
Bandeirante Energia S/A	0,93	0,92	0,90	68,3	(Sat;90,22)	(Bom;9,78)
Elektro	0,90	0,89	0,51	53,9	(Raz;76,78)	(Sat;23,22)
Eletrobrás	0,37	0,36	0,22	6,0	(Pés;64,00)	(Def;36,00)
Eletronorte	1,74	1,74	2,49	90,1	(Bom;59,39)	(Oti;40,61)
Eletropaulo	0,90	0,89	0,58	57,6	(Raz;54,59)	(Sat;45,41)
Eletrosul	1,73	1,66	1,33	87,1	(Bom;77,38)	(Oti;22,62)
Emae	1,91	1,80	1,05	88,5	(Bom;68,98)	(Oti;31,02)
Energipe	0,40	0,40	0,86	29,0	(Fra;73,96)	(Def;26,04)
Enersul	0,85	0,85	0,85	61,1	(Sat;66,59)	(Raz;33,41)
Escelsa	0,92	0,91	0,48	60,6	(Sat;63,59)	(Raz;36,41)
Cia. Força e Luz Cataguazes-Leopoldina	0,30	0,30	0,32	6,79	(Pés;59,27)	(Def;40,73)
Furnas	1,03	1,00	0,68	70,0	(Sat;80,02)	(Bom;19,98)
Ita Energética	0,50	0,50	0,10	16,6	(Def;99,58)	(Pés;0,42)
Itaipu	0,57	0,56	0,03	16,7	(Def;99,76)	Fra;0,24)
Light	0,54	0,54	0,39	19,5	(Def;82,96)	(Fra;17,04)
Manaus Energia	0,79	0,70	0,71	54,1	(Raz;75,58)	(Sat;24,42)
Neoenergia	2,05	2,05	1,04	94,5	(Oti;66,95)	(Bom;33,05)
CPFL	0,98	0,98	0,74	71,0	(Sat;74,02)	(Bom;25,98)
RGE	1,07	1,06	0,54	68,2	(Sat;90,82)	(Bom;9,18)
Tractebel	0,93	0,92	0,58	62,4	(Sat;74,39)	(Raz;25,61)
Transmissão Paulista	3,03	2,93	1,41	94,1	(Oti;64,55)	(Bom;35,45)
Termopernambuco	0,39	0,39	0,16	5,98	(Pés;64,13)	(Def;35,87)
VBC Energia	22,69	22,69	0,49	83,3	(Bom;99,58)	(Sat;0,42)

Fonte: elaborado pelos autores.

Os valores de pertinência foram obtidos pela *defuzzificação* da saída da avaliação, mediante o uso de funções de pertinência triangulares, em um domínio de 0 (zero) a 100 (cem), visando com este intervalo facilitar a compreensão, mas que poderia ter sido qualquer outro intervalo compacto que são apresentadas na Tabela 7. As funções utilizadas também foram as triangulares, contudo em ordem crescente, como pode ser acompanhado na tabela a seguir em que elas são apresentadas, bem como o seu domínio de ação.

**Tabela 7 - Grau de pertinência de avaliação dos índices de liquidez**

Função de Pertinência	Crescente	Decrescente
Péssimo		$y = \frac{16,67 - x}{16,67}; 0 \leq x < 16,67$
Deficiente	$y = \frac{x}{16,67}; 0 \leq x < 16,67$	$y = \frac{33,33 - x}{16,67}; 16,67 \leq x < 33,33$
Fraco	$y = \frac{x - 16,67}{16,67}; 16,67 \leq x < 33,33$	$y = \frac{50 - x}{16,67}; 33,33 \leq x < 50$
Razoável	$y = \frac{x - 33,33}{16,67}; 33,33 \leq x < 50$	$y = \frac{66,67 - x}{16,67}; 50 \leq x < 66,67$
Função de Pertinência	Crescente	Decrescente
Satisfatório	$y = \frac{x - 50}{16,67}; 50 \leq x < 66,67$	$y = \frac{83,33 - x}{16,67}; 66,67 \leq x < 83,33$
Bom	$y = \frac{x - 66,67}{16,67}; 66,67 \leq x < 83,33$	$y = \frac{100 - x}{16,67}; 83,33 \leq x < 100$
Ótimo	$y = \frac{x - 83,33}{16,67}; 83,33 \leq x \leq 100$	

Fonte: elaborado pelos autores.

Os procedimentos de *defuzzificação* consistiram em substituir os valores da Avaliação de cada empresa, pois os graus de pertinência nos grupos apontados na Tabela 7 foram obtidos por meio da substituição do índice de saída da avaliação.

A vantagem desta descrição está no fato de se poder classificar duas empresas como sendo de um mesmo grupo de pertinência, com graus distintos e inclinações secundárias diferentes. Fato interessante na atual análise é a presença de empresas com pertinências puras, como foi o caso das empresas Baesa e Duke Energy, ambas classificadas com 100% de pertinência no grupo Satisfatório, Celg e Cemat com 100% de pertinência no grupo Razoável.

Ademais, a análise se equivale àquela realizada no índice de endividamento, havendo casos como a empresa Ceal que foi classificada como 56,03% do grupo Satisfatório e 43,97% no grupo Bom, por outro lado a empresa Cemig, também classificada em primeira instância como sendo do grupo Satisfatório (52,19%), possui uma inclinação secundária para o grupo Razoável com pertinência de 47,81%.

Diante disso torna-se desnecessário fazer a classificação e quantificação das empresas em cada grupo de pertinência, pois há sempre uma segunda pertinência associada a ela. Seria possível ainda associar uma terceira (ou quarta) pertinência. Haveria de se mudar as regras de *defuzzificação*, mas que transformaria a informação de saída, tão complexa como são os dados de entrada.

## 5 CONCLUSÕES

A proposta do presente estudo foi apresentar um modelo de análise da liquidez de empresas por meio de um sistema especialista calcado no método quantitativo conhecido como teoria dos *fuzzy sets*, ou também chamado por lógica difusa.

Para embasar o trabalho, foi efetuado um mapeamento teórico detalhado de análise de balanços e da teoria dos *fuzzy sets*. Neste levantamento, constatou-se que o estudo do relacionamento entre a teoria dos *fuzzy sets* e a análise de balanços é ainda incipiente, com

poucas publicações relacionadas ao tema. Este é, portanto, um campo fértil para estudos na área contábil.

Para tanto, primeiramente, utilizou-se um software (*Matlab® 6.0 Release 12*) para a simulação e testes de funcionamento do modelo, a fim de processar e analisar os dados, os quais foram coletados dos balanços patrimoniais das empresas do setor de energia elétrica brasileiro, referente ao exercício de 2004.

Posteriormente, o entendimento da análise da liquidez de empresas foi estendida e aperfeiçoada, pois, os *fuzzy sets* permitiram tratar, de forma, quantitativa, predicados qualitativos tais como “Péssimo”, “Deficiente”, “Fraco”, “Razoável”, “Satisfatório”, “Bom” e “Ótimo”.

A partir do processamento das informações, o resultado da avaliação é expresso em um valor numérico que representa a avaliação quantitativa da análise da liquidez de empresas, podendo conforme o caso, a empresa pertencer a mais de um grupo. Como exemplo, na análise da liquidez, as empresas Cia. Energética RN e CPFL Geração de Energia foram classificadas na qualidade “bom”, contudo, como inclinação secundária são classificadas como “satisfatório” (0,42%) e “ótimo” (47,22%), respectivamente.

Assim, o modelo conceitual se mostrou plenamente operacional e, portanto, aplicável na atividade de análise da liquidez de empresas. A pesquisa mostrou que a teoria dos *fuzzy sets* pode ser convenientemente aplicada como uma ferramenta alternativa aos métodos tradicionais de análise de balanços, pois, trata os aspectos ambíguos e incertos inerentes à análise de balanços.

E, o indicador obtido (avaliação) mostrou-se de fácil interpretação, conforme explorado pela contraposição com avaliações qualitativas tradicionais da análise de balanços.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ASSAF NETO, Alexandre. **Estrutura e Análise de Balanços: Um enfoque econômico-financeiro**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003.

BOJADZIEV, George e BOJADZIEV, Maria. **Fuzzy logic for business, finance and management**. London: World Scientific, 1997.

BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO. **Sistema ITR/DFP/IAN**. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/Principal.asp>>. Acesso em: 27 fev. 2006.

BOOLE, George. **An Investigation of the Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities**. New York: Dover Publications Inc., 1958.

BRIGHAM, Eugene F. e HOUSTON, Joel F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

DUBOIS, Didier e PRADE, Henri. **Fuzzy sets and systems**. Nova York: Academic Press, 1980.

EXAME. Melhores e Maiores. **Exame**. São Paulo: jul. 2005.

FERNANDES, Anita Maria da Rocha. **Sistema Especialista Difuso Aplicado ao Processo de Análise Química Qualitativa de Amostras de Minerais**. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciências na Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GITMAN, Lawrence Jeffrey. **Princípios da administração financeira**. 10 ed. São Paulo: Pearson, 2005.

HEIN, Nelson. **Técnica do Compartilhamento Sucessivo – um algoritmo matemático na otimização de funções multimodais**. Tese de doutorado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Análise de balanços**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

KASSAI, Sílvia. **Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. 2002. 318 f. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MARION, José Carlos. *Análise das demonstrações contábeis*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MATTAR, Fauze Najib. *Pesquisa de marketing*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MATARAZZO, Dante C. *Análise Financeira de Balanços*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

NEGOITA, Constantin Virgil. *Expert systems and fuzzy systems*. Menlo Park, California: The Benjamim/Cummings Publishing, 1985.

PASSOS, Emmanuel Lopes. *Inteligência artificial e sistemas especialistas ao alcance de todos*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1989.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREN, Ilse Maria (Org.). *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVA, José Pereira da. *Análise financeira das empresas*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ZADEH, Lofti A. *et. al. Fuzzy sets and their applications to cognitive and decision processes*. New York: Academic Press, 1965.