

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**RODRIGO PRANTE DILL**

**ANÁLISE DA RENTABILIDADE DE EMPRESAS:  
UMA ABORDAGEM BASEADA NA LÓGICA NEBULOSA (*FUZZY LOGIC*)**

**FLORIANÓPOLIS  
2005**

**Rodrigo Prante Dill**

**ANÁLISE DA RENTABILIDADE DE EMPRESAS:  
UMA ABORDAGEM BASEADA NA LÓGICA NEBULOSA (*FUZZY LOGIC*)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Administração.

Universidade Federal de Santa Catarina.

Curso de Pós-Graduação em Administração.

Área de concentração em Finanças e Custos.

Orientador: José Alonso Borba, Dr.

FLORIANÓPOLIS  
2005

**Rodrigo Prante Dill**

**ANÁLISE DA RENTABILIDADE DE EMPRESAS:  
UMA ABORDAGEM BASEADA NA LÓGICA NEBULOSA (*FUZZY LOGIC*)**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Grau de Mestre em Administração na área de concentração em Gestão de Custos e Finanças do Curso de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina e aprovada, em sua forma final, em 21 de julho de 2005.

---

Prof. Dr. Rolf Hermann Erdmann  
Coordenador do Curso

Apresentada à Comissão Examinadora composta pelos professores:

---

Prof. Dr. José Alonso Borba  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Hans Michael van Bellen  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Paulo Roberto da Silva  
Universidade Federal Fluminense

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. José Alonso Borba, por suas orientações, sempre oportunas e objetivas.

Aos analistas financeiros do Banco de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE que participaram dessa pesquisa e em especial ao amigo Nelson Ronnie dos Santos.

Aos colegas e amigos Gilnei Luis de Moura e Manoel do Nascimento Filho pelo constante incentivo nesta jornada.

Aos meus pais – Lauro e Marquite – e demais familiares pelo constante apoio.

Por fim, agradecimentos muitos especiais a minha esposa Karine, sempre comigo.

## RESUMO

DILL, Rodrigo Prante. **Análise da rentabilidade de Empresas:** Uma abordagem baseada na lógica nebulosa (*fuzzy logic*). 2005. Dissertação (Mestrado em Administração) - Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

Orientador: José Alonso Borba, Dr.

Defesa: 21/07/2005

O propósito deste estudo consiste em propor um modelo que utiliza a lógica nebulosa para a análise da rentabilidade de empresas. Neste estudo, entrevistou-se uma amostra de vinte analistas financeiros para identificar junto aos mesmos os principais índices que revelam a rentabilidade de empresas do setor de alimentos, utilizando-se dados de sessenta e três empresas do setor de alimentos publicados pelo Valor1000 do Jornal Valor Econômico, edição 2004. De acordo com a escala de Matarazzo (2003), os dados coletados foram analisados e classificados e a cada índice de rentabilidade foi atribuída uma variável qualitativa conforme sua posição em relação ao decil. Utilizando-se um software específico (Matlab®) definiram-se as funções de pertinência e implementaram-se 2401 regras de inferência para implementação do sistema. Os resultados obtidos pelo sistema nebuloso, utilizando diferentes métodos de *defuzzificação*, foram confrontados com a avaliação de analistas financeiros do Banco de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE. Os resultados dessa pesquisa demonstram que modelos nebulosos podem ser utilizados como ferramentas eficazes no auxílio e na validação dos pareceres de especialistas na análise de rentabilidade das empresas.

Palavras-chave: análise de rentabilidade, lógica nebulosa, sistema especialistas.

## ABSTRACT

DILL, Rodrigo Prante. **Analysis of the Companies profitability**: An approach based on fuzzy logic. 2005. Dissertation (Master's degree in Administration) - Masters degree Course in Administration, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

Guiding: José Alonso Borba

Defense: 07/21<sup>th</sup>/2005

The purpose of this study consists in suggest a model that uses the fuzzy logic for the analysis of the companies profitability. In this study, it was interviewed a sample of twenty financial analysts to identify among them the main indexes that reveal the companies profitability of the victuals companies, using data of sixty-three companies of the victuals branch published by *Valor1000* of the *Valor Economico* Newspaper, edition 2004. In agreement with Matarazzo's scale (2003), the collected data were analyzed and classified to each profitability index and a qualitative variable was attributed according to its position in relation to the decile. Making use of a specific software (Matlab®) was defined the pertinence functions and were implemented 2401 inference rules for system implementation. The results obtained by the fuzzy system, using different defuzzification methods were confronted with the financial analysts of the *Banco de Desenvolvimento do Extremo Sul- BRDE*. The results of this research demonstrate that fuzzy models can be used as an effective tool in the aid and in the validation of the specialists' opinions in the analysis of the companies' profitability.

Key Words: profitability analysis, fuzzy logic, specialists system.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Representação gráfica simplificada do Balanço Patrimonial .....	23
Figura 02 – Controle <i>Fuzzy</i> .....	49
Figura 03 – Variáveis lingüísticas .....	50
Figura 04 – Descrição de um Gráfico <i>Fuzzy</i> .....	51
Figura 05 – Função Triângulo .....	52
Figura 06 – Função Trapezoidal .....	52
Figura 07 – Função Gaussiana.....	53
Figura 08 – Função Sigmoidal.....	54
Figura 09 – Método de defuzzificação pelo Centro-da-Área.....	57
Figura 10 – Método de defuzzificação pelo Média-dos-Máximos .....	58
Figura 11 – Método de defuzzificação pelo Média-dos-Centros.....	59
Figura 12 – <i>Fuzzy Logic Toolbox</i> .....	70
Figura 13 – Árvore de decisões .....	78
Figura 14 – Distribuição de empresas no decil.....	80
Figura 15 – Função fuzzy de entrada: Margem Operacional.....	81
Figura 16 – Função <i>fuzzy</i> de entrada: Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE).....	83
Figura 17 – Função <i>fuzzy</i> de entrada: Retorno sobre o Investimento (ROI).....	84
Figura 18 – Função <i>fuzzy</i> de entrada: Margem Líquida.....	85
Figura 19 – Função fuzzy de saída: Avaliação .....	87
Figura 20 – Conjunto de regras do sistema.....	88
Figura 21 – Valores discretos de entradas e saída .....	89

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Distribuição de frequência: Defuzzificação pelo Centro da Área .....	92
Gráfico 02 – Distribuição de frequência: Defuzzificação pelo Centro do Máximo .....	94
Gráfico 03 – Distribuição de frequência: Defuzzificação pela Média do Máximo .....	96



## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Conjuntos de índices .....	31
Quadro 02 – Índices de comuns.....	35
Quadro 03 – Giro do Ativo .....	37
Quadro 04 – Lucro por Ação .....	37
Quadro 05 – Margem Bruta .....	38
Quadro 06 – Margem Líquida .....	39
Quadro 07 – Margem Operacional .....	40
Quadro 08 – Retorno sobre o Ativo (ROA).....	40
Quadro 09 – Retorno sobre o Investimento (ROI) .....	41
Quadro 10 – Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE).....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Conceitos Atribuídos aos índices conforme sua posição relativa .....	66
Tabela 02 – Graduação .....	72
Tabela 03 – Pós-Graduação .....	73
Tabela 04 – Experiência em análise financeira .....	73
Tabela 05 – Experiência em análise financeira no setor de alimentos .....	74
Tabela 06 – Importância dos índices de rentabilidade.....	75
Tabela 07 – Avaliação dos índices de rentabilidade: por pontos totais e médios.....	76
Tabela 08 – Distribuição dos índices no decil .....	79
Tabela 09 – Variáveis lingüísticas de entrada: Margem Operacional .....	81
Tabela 10 – Variáveis lingüísticas de entrada: Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)...	82
Tabela 11 – Variáveis lingüísticas de entrada: Retorno sobre o Investimento (ROI) .....	84
Tabela 12 – Variáveis lingüísticas de entrada: Margem Líquida .....	85
Tabela 13 – Variáveis lingüísticas de saída: Avaliação.....	86
Tabela 14 – Teste prático: Defuzzificação pelo Centro da Área .....	91
Tabela 15 – Teste prático: Defuzzificação pelo Centro do Máximo .....	93
Tabela 16 – Teste prático: Defuzzificação pela Média do Máximo .....	95
Tabela 17 – Teste prático: Comparativo dos métodos de defuzzificação.....	97
Tabela 18 – Teste – Z .....	98

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>9</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 TEMA E PROBLEMA DA PESQUISA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
1.2.1 Objetivo geral .....	16
1.2.2 Objetivos específicos .....	16
<b>1.3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 PRINCIPAIS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS.....</b>	<b>20</b>
2.1.1 Balanço Patrimonial (BP) .....	22
2.1.2 Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) .....	24
<b>2.2 ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 ÍNDICES FINANCEIROS.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4 CONJUNTOS DE ÍNDICES .....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Atividade.....	32
2.4.2 Liquidez .....	32

2.4.3	Estrutura de Capital/ Endividamento .....	33
2.4.5	Valor de mercado .....	34
<b>2.5</b>	<b>ÍNDICES DE RENTABILIDADE .....</b>	<b>36</b>
2.5.1	Giro do Ativo .....	36
2.5.2	Lucro por Ação .....	37
2.5.3	Margem Bruta .....	38
2.5.4	Margem Líquida .....	38
2.5.5	Margem Operacional .....	39
2.5.6	Retorno sobre o Ativo (ROA).....	40
2.5.7	Retorno sobre o Investimento (ROI) .....	41
2.5.8	Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE).....	41
<b>2.6</b>	<b>METODOLOGIAS UTILIZADAS EM PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS .....</b>	<b>42</b>
<b>2.7</b>	<b>LÓGICA NEBULOSA (<i>FUZZY LOGIC</i>) .....</b>	<b>46</b>
2.7.1	Introdução .....	46
2.7.2	Controle <i>Fuzzy</i> .....	48
2.7.2.1	<i>Fuzzificação</i> e Funções de Pertinência .....	49
2.7.2.2	Regras de Avaliação .....	54
2.7.2.3	Defuzzificação .....	56
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>60</b>
<b>3.1</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>60</b>
<b>3.2</b>	<b>DELINEAMENTO DA PESQUISA.....</b>	<b>61</b>
<b>3.3</b>	<b>POPULAÇÃO E AMOSTRA .....</b>	<b>62</b>
<b>3.4</b>	<b>DADOS .....</b>	<b>63</b>
3.4.1	Dados primários .....	63
3.4.2	Dados secundários .....	64
<b>3.5</b>	<b>CONSTRUÇÃO DO MODELO NEBULOSO .....</b>	<b>66</b>
3.5.1	Variáveis de entrada ( <i>fuzzificação</i> ) .....	66
3.5.2	Conjunto de regras .....	67
3.5.3	Defuzzificação .....	68
3.5.4	Software específico.....	68

<b>3.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....</b>	<b>71</b>
<b>4 MODELO DE ANÁLISE DA RENTABILIDADE DE EMPRESAS USANDO A LÓGICA NEBULOSA .....</b>	<b>72</b>
<b>4.1 PERFIL DA AMOSTRA .....</b>	<b>72</b>
<b>4.2 IMPORTÂNCIA DOS ÍNDICES DE RENTABILIDADE .....</b>	<b>74</b>
<b>4.3 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÕES.....</b>	<b>77</b>
<b>4.4 CONSTRUÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA (INPUT) E SAÍDA (OUTPUT) .....</b>	<b>78</b>
4.4.1 Função <i>fuzzy</i> de entrada: Margem Operacional .....	81
4.4.2 Função <i>fuzzy</i> de entrada: Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) .....	82
4.4.3 Função <i>fuzzy</i> de entrada: Retorno sobre o Investimento (ROI) .....	83
4.4.4 Função <i>fuzzy</i> de entrada: Margem Líquida .....	85
4.4.5 Função <i>fuzzy</i> de saída: Avaliação .....	86
<b>4.5 REGRAS DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>4.6 SAÍDAS DISCRETAS.....</b>	<b>89</b>
<b>4.7 TESTE PRÁTICO NO MODELO CONCEITUAL .....</b>	<b>90</b>
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>100</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>108</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo trata dos aspectos introdutórios da pesquisa, com destaque para a exposição do tema e problema, o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho e a justificativa. Estas etapas tornam-se fundamentais para o entendimento do estudo e para o seu posicionamento em relação ao contexto no qual está inserido.

## 1.1 TEMA E PROBLEMA DA PESQUISA

De uma maneira geral, pode-se afirmar que a maioria das pessoas, de alguma forma, já tiveram contato com a denominada lógica clássica ou booleana. Neste tipo de lógica, uma certa afirmação ou é verdadeira ou é falsa. Nada existe entre o verdadeiro e o falso, é a chamada lógica binária: chover, não chover, aceso ou apagado. Porém, em certos momentos, afirmações envolvendo somente verdadeiro ou falso não fazem sentido. Por exemplo, a afirmação “A rentabilidade da empresa Alfa é alta”. A rentabilidade ser alta é uma afirmação totalmente verdadeira ou totalmente falsa? Provavelmente nenhuma delas. E a mesma dúvida pode ocorrer quanto a qualquer outra afirmação – pequena ou grande, etc.

Pelo que se verifica, na lógica clássica há, limites bruscos, pontualmente definidos entre os elementos que pertencem e os que não pertencem. Seja tomado como exemplo um cidadão com mais de 60 anos e outro com 80 anos. Pela legislação brasileira, ambos são considerados idosos, pois se enquadram no Estatuto do Idoso. Pela lógica booleana, um cidadão com 61 anos e outro com 82 anos são, ambos, considerados idosos. Todavia, essa mesma lógica nos faz considerar que outro cidadão com 59 anos e 11 meses não é idoso, pelo contrário, deve ser considerado uma pessoa adulta.

Conforme Feigenbaun (1982, 55), “grande parte dos sistemas especialistas é desenvolvida em linguagens convencionais de programação, estas são baseadas na lógica booleana, definem a pertinência de um membro como 0 ou 1”. Ou seja, o membro simplesmente pertence ou não pertence a determinado conjunto. De acordo com Von Altrock (1997, 59), “as linguagens convencionais de programação não são eficientes e/ou suficientes para implementar a maneira humana na construção de um processo de decisão”.

Até o presente momento, existe um grande descompasso entre a capacidade criativa dos seres humanos e as possibilidades de solução que as máquinas computacionais proporcionam, devido ao fato de que as pessoas raciocinam de forma incerta, imprecisa, difusa ou nebulosa, enquanto as máquinas e computadores são movidos por raciocínio preciso e binário. Para Shaw e Simões (2001, 2), “a eliminação de tal restrição faria com que as máquinas fossem *inteligentes*, podendo raciocinar da mesma maneira imprecisa, como os seres humanos”. Tal forma de raciocínio é chamada em inglês por “*fuzzy*” e será aqui utilizada como sinônimo de incerto, impreciso, difuso ou nebuloso.

Em 1965, o professor Lotfi Zadeh publicou o primeiro trabalho de pesquisa sobre a teoria da Lógica *Fuzzy*, também conhecida como lógica nebulosa, que trata dos conjuntos não totalmente verdadeiros nem tampouco totalmente falsos. De maneira geral, a Lógica *Fuzzy* deve ser vista como uma teoria matemática formal para a representação de incertezas (YAGER et. al., 1987, 52).

A representação de conhecimento através de Lógica *Fuzzy* é útil para aplicação em problemas do mundo real e adaptada à compreensão humana, favorecendo a aquisição de conhecimento e a interpretação lingüística dos resultados. Aplicações de controle nebuloso surgiram nas últimas décadas e as principais razões para a aplicação do controle nebuloso são sua simplicidade (em comparação com algoritmos convencionais) e seu desempenho (em relação à precisão requerida). Tais características são fruto de sua capacidade de codificação

de conhecimento empírico. Por exemplo, não é preciso conhecer o modelo matemático da dinâmica de um automóvel para se manter a velocidade constante: basta desacelerar o veículo se a velocidade está acima do limite ou acelerar se a velocidade se encontra abaixo do limite.

Aparentemente, a Lógica *Fuzzy* revela-se uma ferramenta útil para a área de análise de balanço, particularmente para a análise da rentabilidade de empresas devido à grande ambigüidade e imprecisão inerente à área. Conforme Iudícibus (1998, 21), “a análise de balanços é uma arte, pois, 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 e de quocientes, chegar a conclusões ligeira ou até completamente diferenciadas. Matarazzo (2003, 205) também concorda, afirmando que “é comum dois analistas de balanços chegarem a conclusões diferentes a respeito de balanços de uma mesma empresa”. Assim, o uso da Lógica *Fuzzy* para construção de sistemas especialistas proporciona um método para incorporar as ambigüidades na análise de balanços. Isto posto, elaborou-se a seguinte questão problema: **PODE-SE ANALISAR A RENTABILIDADE DE EMPRESAS UTILIZANDO-SE UMA ABORDAGEM BASEADA NA LÓGICA NEBULOSA (FUZZY LOGIC)?**

## 1.2 OBJETIVOS

A partir do tema e do problema propostos, foram determinados os objetivos a serem alcançados com a pesquisa, desde os de natureza geral aos específicos. As proposições seguintes intentam, portanto, a elucidação dos objetivos perseguidos e as etapas vencidas para alcançá-los.

Os objetivos estabeleceram a direção a ser seguida pelo estudo. Assim, tem-se



primeiramente o objetivo geral, que norteou a pesquisa, e, ainda, os objetivos específicos que operacionalizaram os propósitos deste estudo.

### 1.2.1 Objetivo geral

Constituiu-se como objetivo geral desta pesquisa: **APRESENTAR UM MODELO PARA ANÁLISE DA RENTABILIDADE DE EMPRESAS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM BASEADA NA LÓGICA NEBULOSA (*FUZZY LOGIC*).**

### 1.2.2 Objetivos específicos

Para que se consiga atingir o objetivo geral proposto, fez-se necessário alcançar os seguintes objetivos específicos:

- verificar junto a especialistas os principais índices que revelam a rentabilidade de empresas;
- desenvolver as funções de pertinência *fuzzy*;
- identificar o método de *defuzzificação* mais adequado ao modelo;
- propor modelo conceitual, utilizando a lógica nebulosa, considerando as ambigüidades envolvidas na análise da rentabilidade de empresas;
- implementar, em software específico, modelo nebuloso para análise da rentabilidade de empresas;
- analisar o desempenho do modelo proposto.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Um acionista é um investidor que compra ações, ou seja, participações numa empresa, com o objetivo de receber uma parcela correspondente a valorização dessa companhia. A decisão de comprar ações de uma empresa tem seus motivos, que podem ser tanto de natureza sentimental como racional, e repousam sobre alguma informação (por exemplo, sobre o sucesso comercial da empresa). Mas, como o acionista não é ele próprio o administrador e, portanto na maioria das vezes, pode tampouco prescrever estratégias para uma determinada conduta comercial; não pode decidir acerca de investimentos, reorganização, política de pessoal, marketing, etc.

Em outras palavras, o acionista, muitas vezes, como mero investidor, tem de depositar sua confiança na estratégia, nos conteúdos, nos objetivos e nas potencialidades de um capital produtivo e em sua administração.

No período entre o final de 2001 e dezembro de 2002, escândalos contábeis causaram prejuízos de cerca de 300 bilhões de dólares nos Estados Unidos. O mais conhecido de todos foi o caso Enron, em que a maior empresa do setor elétrico do mundo manipulava seus balanços contábeis, escondendo débitos de até 25 bilhões de dólares nos dois anos anteriores, e acabou indo à falência. No final de 2003, descobriu-se também que a multinacional italiana Parmalat, presente em mais de 30 países, escondia em seus balanços um rombo de cerca de 14 bilhões de dólares. Em maio de 2005, no Brasil, foi decretada a liquidação extrajudicial do Banco Santos pelo Banco Central do Brasil devido a fraudes e má gestão que deixaram a instituição com um rombo de R\$ 2,236 bilhões.

Neste cenário de incertezas que permeia o processo de divulgação das demonstrações contábeis, caracterizado principalmente por escândalos envolvendo grandes corporações, se faz necessário prover mais transparência e confiança ao processo no intuito de proteger o

investidor e assegurar a credibilidade do mercado.

A lógica fuzzy representa um método considerado apropriado para tratar as incertezas que envolvem as aplicações em contabilidade e auditoria. Ainda, tem como benefícios o baixo custo de aquisição de conhecimento, meios relativamente simples de se incorporar o conhecimento dos especialistas e possuir mecanismos capazes de emular realisticamente o processo de decisão de especialistas. (VASARHELYI e KOGAN, 1998, 165)

Hoje a lógica *fuzzy* é bastante utilizada no Japão. Nos Estados Unidos e na Europa, existem também trabalhos sendo desenvolvidos neste sentido. A Agência de Proteção Ambiental Americana tem investigado controle *fuzzy* para motores de energia. Empresas como a Boeing, General Motors, Allen-Bradley, Chrysler, Eaton e Whirlpool têm trabalhado em lógica *fuzzy* para uso em refrigeradores de baixa potência, melhoramento de transmissão automotiva, motores elétricos de energia eficaz, etc. Mais recentemente, começaram a surgir aplicações para concessão de crédito, detecção de fraudes em cartões de crédito, previsão de insolvência de empresas, dentre outras.

Como exemplos de pesquisas pioneiras que utilizaram os conceitos dos sistemas especialistas na área dos negócios, podem-se destacar os trabalhos de Steinbart (1987) no julgamento da materialidade nos processos de auditoria, Harrington e Twark (1991) na avaliação dos preços das ações e pagamento de dividendos e Borthick (1987) no planejamento de auditoria.

Recentemente, Korvin, Shipley e Omer (2004) 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), Siegel, Korvin, Omer e Zebda (1995), aplicações *fuzzy* na evidenciação contábil; Deshmukh e Talluru (1998), lógica *fuzzy* aplicada às decisões do

cliente; Friedlob e Schleifer (1999), um modelo de aplicação *fuzzy* para mensurar risco e incerteza; Syau, Hsieh e Lee (2001), modelo *fuzzy* aplicado na avaliação de crédito; Serguieva e Hunter (2004), modelo *fuzzy* para analisar julgamentos de materialidade; outros acadêmicos e profissionais vêm estudando e aplicando a Teoria dos Conjuntos Nebulosos no desenvolvimento de modelos contábeis e financeiros.

Mais especificamente, Kaneko (1996) desenvolveu um sistema simples para diagnose financeira baseada na teoria dos conjuntos nebulosos. Neste estudo, foi desenvolvido um modelo baseado em um software específico (*FuzzyTech*®) para auxiliar os especialistas quando da análise de rentabilidade. Utilizando também o mesmo software, McNeill e Freiburger (1993) in Von Altrock (1997, 277) desenvolveram um sistema nebuloso utilizado pelo Swiss bank para dar suporte a especialistas na análise de decisão de crédito. Güllich (1996) in Von Altrock (1997, 283) desenvolveu um sistema nebuloso utilizado pela BMW na Alemanha para concessão de leasing de automóveis. Bojadziev e Bojadziev (1997, 130) usaram um modelo para mensurar a tolerância ao risco de investidores financeiros. Rangone (1997) 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 lógica nebulosa.

Uma das principais características da lógica nebulosa é a de representar uma forma inovadora de manuseio de informações imprecisas. A lógica nebulosa pode prover um método de traduzir expressões verbais, vagas, imprecisas e qualitativas, comuns na comunicação humana em valores numéricos. Com essa intuição, o modelo proposto neste estudo visou incorporar a ambigüidade envolvida na análise de balanços, mais especificamente a análise da rentabilidade de empresas, a fim de ser útil para acionistas e outros que necessitem de uma ferramenta para auxiliar na análise da rentabilidade de empresas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo apresenta a base teórica que fundamenta o presente estudo e está dividido em sete partes. Na primeira, busca-se caracterizar as principais Demonstrações Contábeis. Em seguida, são abordados conceitos referentes à Análise das Demonstrações Financeiras e Índices Financeiros. Na quarta parte, abordam-se os conjuntos de Índices Financeiros. Posteriormente, são abordados os índices de Rentabilidade e Metodologias para o cálculo da rentabilidade. Na sétima parte, faz-se uma incursão sobre a lógica nebulosa (*Fuzzy logic*) descrevendo breve histórico, sua conceituação, regras de avaliação e mecanismos de inferência.

### **2.1 PRINCIPAIS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS**

Segundo Matarazzo (2003, 145), “as demonstrações financeiras compreendem todas as operações efetuadas por uma empresa, traduzidas em moeda e organizadas segundo as normas contábeis”.

Demonstrações financeiras é a exposição resumida e ordenada de dados colhidos pela contabilidade. Ela objetiva relatar às pessoas que utilizam os dados contábeis os principais fatos registrados por aquele setor em determinado período (IUDÍCIBUS, 1998, 39)

Segundo Martins e Assaf Neto (1986), Iúdicibus (1998) e Marion (2002), são demonstrações obrigatórias para as Sociedades por Ações (*Corporation-S.A.*) elaborar e publicar, ao fim de cada exercício social, juntamente com a complementação por notas explicativas, as seguintes: (1) Balanço Patrimonial (BP); (2) Demonstração do Resultado do

Exercício (DRE); (3) Demonstração de Origens e Aplicações de Resultados ou Recursos (DOAR) e (4) Demonstração de Lucros ou Prejuízos Acumulados ou Mutações do Patrimônio Líquido) (DLPA).

Conforme Marion (2002, 22):

Todas as demonstrações financeiras anteriormente citadas devem ser analisadas, embora seja dada maior ênfase às duas primeiras, uma vez que, através delas, é evidenciada de forma objetiva a situação financeira e econômica da empresa (identificada no Balanço Patrimonial e, em conjunto, na Demonstração do Resultado do Exercício).

Embora não sejam obrigadas à publicação das demonstrações financeiras, as sociedades por quotas de responsabilidade limitada (Ltda) e outras sociedades deverão apresentar ao Imposto de Renda – IR as três primeiras demonstrações financeiras anteriormente apresentadas e pela legislação deverão estruturá-las nos moldes da lei das sociedades por ações.

Os principais relatórios não obrigatórios são a demonstração do Fluxo de Caixa, os Orçamentos (financeiro, operacional e de capital) e outros de menor importância. Estes são utilizados com finalidades gerenciais, como também, as Demonstrações Financeiras, embora exigidas por lei. A Demonstração do Fluxo de Caixa indica a origem e aplicação de todo o dinheiro que entrou e saiu do caixa em determinado período, bem como o resultado do fluxo financeiro e sua elaboração tornam mais prática a utilização das Demonstrações Financeiras. A Demonstração de Origens e Aplicações de Resultados é exigência específica para as SAs de capital aberto (que negociam suas ações na Bolsa de Valores) e para as grandes SAs.

### 2.1.1 Balanço Patrimonial (BP)

O Balanço Patrimonial é a demonstração que apresenta todos os bens, direitos e obrigações da empresa em determinada data. Mostra apenas os fatos registráveis, conforme os princípios contábeis, ou seja, os fatos objetivamente mensuráveis em dinheiro (MATARAZZO, 2003, 41).

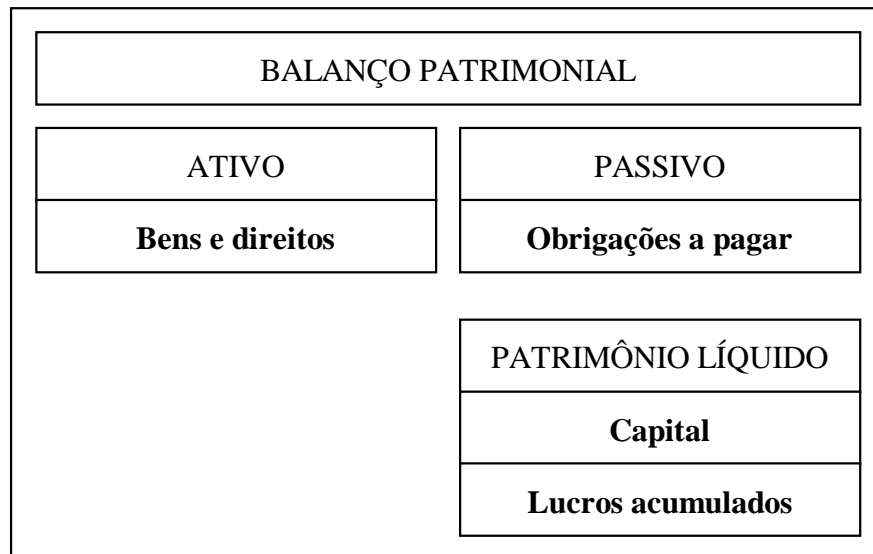
Para Iudícibus (1998, 40), “o balanço reflete a situação financeira/econômica em determinado período, normalmente no fim do ano, de uma empresa. E abarca o resultado obtido na demonstração do resultado.”

Outra forma simplificada de definir o Balanço Patrimonial é fornecida por Braga (2003, 78), “o Balanço Patrimonial tem por objetivo demonstrar a situação do patrimônio da empresa, em determinada data – normalmente ao término de cada exercício social.”

Pode-se definir o Balanço Patrimonial como uma fotografia da empresa tirada numa certa data em que aparecem os valores: de todos os bens e direitos (Ativo); de todas as dívidas e compromissos a pagar (Passivo); total de recursos pertencentes aos proprietários (Patrimônio Líquido).

Por convenção, o Balanço Patrimonial é constituído de duas colunas: Coluna do lado esquerdo - é denominada Ativo (A) - representa as aplicações de recursos na empresa; Coluna do lado direito - é denominado Passivo (P) e Patrimônio Líquido (PL) - registra todas as entradas (origens) de recursos na empresa.

Figura 01 – Representação gráfica simplificada do Balanço Patrimonial



Fonte: Adaptado de Assaf Neto (2002, 59)

**Ativo (A)** - são todos os bens e direitos de propriedade da empresa (ou aplicados na empresa ou o bem sobre o qual ela tem domínio), mensurável monetariamente, que representam benefícios presentes ou futuros para a empresa. Ativo é somente o que for de propriedade da empresa. Suas contas devem ser agrupadas em ordem decrescente de grau de liquidez dos elementos nela registrados (ASSAF NETO, 2002, 58).

**Passivo (P)** - evidencia toda a obrigação (dívida) que a empresa tem com terceiros. É uma obrigação exigível, ou seja, será exigida a liquidação da dívida no vencimento. Por esta razão, é também denominado Passivo Exigível. Representa as fontes de recursos que se acham investidas no Ativo (ASSAF NETO, 2002, 67).

**Patrimônio Líquido (PL)** - evidencia recursos dos proprietários aplicados no empreendimento, sendo o investimento inicial dos proprietários denominado Capital. Se houver outras aplicações por parte dos proprietários, tem-se acréscimo de capital. O Patrimônio Líquido é a diferença resultante entre Ativo e Passivo Exigível. Ele evidencia o



capital investido pelos proprietários da empresa. Estes recursos podem ser trazidos com os novos investimentos dos proprietários, ou através dos rendimentos resultantes do capital aplicado, resultando o que se denomina Lucro. Acréscimo de capital ocorre se houver outras aplicações por parte dos proprietários (ASSAF NETO, 2002, 70).

### 2.1.2 Demonstração do Resultado do Exercício (DRE)

Conforme Matarazzo (2003, 45), “a Demonstração do Resultado do Exercício é um resumo do movimento de certas entradas e saídas no balanço, entre duas datas”. Já Iudícibus (1998, 48) define a Demonstração do Resultado do Exercício de outra maneira, porém, sob o mesmo enfoque, como:

Um resumo ordenado das receitas e despesas da empresa em determinado período (12 meses). É apresentada de forma dedutiva (vertical), ou seja, das receitas subtraem-se as despesas e, em seguida, indica-se o resultado (lucro ou prejuízo).

Braga (2003, 97) afirma:

A finalidade básica da Demonstração do Resultado do Exercício é descrever a formação do resultado gerado no exercício, mediante especificações das receitas, custos e despesas por natureza dos elementos componentes, até o resultado líquido final – lucro ou prejuízo.

Para a tomada de decisão, a Demonstração do Resultado do Exercício pode ser simples ou completa; será simples quando não requeira dados pormenorizados, como, por exemplo, para micro e pequenas empresas, e será completa (exigida por lei) quando fornece maiores detalhes de cada grupo de contas. A simples deve apresentar o total de despesa deduzido da receita resultando o Lucro (IUDÍCIBUS, 1998, 49).

Matarazzo (2003, 41) apresenta a Demonstração do Resultado do Exercício sob o seu enfoque, como sendo:

Uma demonstração dos aumentos e reduções causados no Patrimônio Líquido pelas operações da empresa. As receitas representam normalmente aumento do Ativo, conseqüentemente aumenta o Patrimônio Líquido. As despesas representam redução do Patrimônio Líquido através da redução do Ativo ou aumento do Passivo Exigível.

Embora falte na Demonstração do Resultado do Exercício destaque do grupo chamado de itens extraordinários, resultantes de desapropriações, sinistros, execução de dívidas, etc, ou seja, itens normalmente alheios às atividades ordinárias da empresa, pode-se nela verificar o retorno resultante do investimento dos proprietários da empresa (lucro ou prejuízo). A finalidade da Demonstração do Resultado do Exercício é mostrar o resultado (lucro ou prejuízo) do período ou exercício social, bem como mostrar detalhadamente os passos para chegar ao referido resultado (MARION, 2002, 62).

## **2.2 ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS**

A análise das demonstrações contábeis, também conhecida como análise das demonstrações financeiras, desenvolveu-se devido a instituições financeiras bastante interessadas na situação econômico-financeira das empresas tomadoras de financiamentos e devido, também, à abertura de capital por parte das empresas, possibilitando a participação de pequenos ou grandes investidores como acionistas, levados à escolha de empresas bem-sucedidas. Os próprios gerentes, na avaliação da eficiência administrativa e na preocupação do desempenho de seus concorrentes, vêm a consolidar a necessidade imperiosa da análise das demonstrações financeiras (MARION, 2002, 21).

Brigham e Houston (1999, 103) afirmam:

A análise das demonstrações financeiras são cálculos de índices financeiros, construídos para revelar os pontos fortes e fracos de uma empresa em comparação com outras empresas do mesmo setor e para mostrar se a posição da mesma tem melhorado ou se deteriorado ao longo do tempo.

Segundo Sanvicente (1983, 115):

A análise de demonstrações financeiras recorre a demonstrações primárias (Balanço Patrimonial, e Demonstrações dos Resultados do Exercício), secundárias (Demonstração das Origens e Aplicações dos Recursos - DOAR), a métodos de análise (horizontal e vertical), e a índices que são grandezas construídas a partir dos números contidos nas demonstrações primárias - destinados a medir a posição financeira e os níveis de desempenho da empresa em diversos aspectos.

Segundo o mesmo autor, a análise poderá ter várias finalidades, mas poderá referir-se ao passado, presente ou futuro em termos de situação e desempenho em relação à empresa em questão. Existe a possibilidade de aplicar métodos a demonstrações financeiras projetadas para o futuro, embora os dados contábeis sejam registros de eventos já ocorridos.

A análise de balanços visa extrair informações das demonstrações financeiras para a tomada de decisões. O perfeito conhecimento do significado do que representa cada conta que nelas figura, facilita a busca de informações precisas. A análise de balanços transforma os dados extraídos das demonstrações financeiras em informações. O grau de excelência pode ser alcançado pela qualidade e extensão dessas informações. Relatórios escritos em linguagem corrente são o produto da análise de balanços, sendo que um bom relatório de análise de balanços é aquele que apresenta informações em vez de dados.

A análise das demonstrações financeiras pode ser aprofundada com o uso de técnicas adicionais, que se encontram relacionadas a seguir, conforme apresentadas por diferentes autores.

Iudícibus (1998) e Marion (2002) apresentam as seguintes técnicas:

- índices (quocientes) financeiros (ou índices financeiros e econômicos);
- análise horizontal e vertical;
- análise da Demonstração das Origens e Aplicações dos Recursos – DOAR;
- análise da taxa de retorno sobre investimento (Margem Lucro x Giro do Ativo).

Matarazzo (2003) afirma que as técnicas de análise de balanço possibilitam grande número de informações sobre as empresas, as quais são relacionadas abaixo:

- análise através de índices;
- análise vertical e análise horizontal;
- análise do capital de giro;
- modelos de análise de rentabilidade - análise do ROI - análise da alavancagem;
- análise das demonstrações das origens e aplicações de recursos e fluxo de caixa;
- análise prospectiva.

Matarazzo (2003), Iudícibus (1998) e Marion (2002) apresentam os índices financeiros como a técnica de análise mais conhecida e empregada, e são considerados como os melhores instrumentos para avaliar a “saúde” das empresas.

### **2.3 ÍNDICES FINANCEIROS**

De acordo com Brigham e Houston (1999, 79), “os índices financeiros são construídos para mostrar relações entre contas das Demonstrações Financeiras<sup>1</sup>”.

Para Matarazzo (2003, 147), “índice é a relação entre contas ou grupo de contas das Demonstrações Financeiras, que visa evidenciar determinado aspecto da situação econômica ou financeira de uma empresa”.

Índice é a relação entre contas ou grupos de contas do Balanço Patrimonial e da Demonstração dos Resultados do Exercício, com o objetivo de determinar qual a relação entre os itens de ambas as Demonstrações Financeiras, bem como medir determinado aspecto da situação econômica ou financeira da empresa, conforme apresentado por Matarazzo (2003) e Iudícibus (1998).

---

<sup>1</sup> Balanço Patrimonial, Demonstração dos Resultados do Exercício, Demonstração dos Lucros/Prejuízos Acumulados e a Demonstração de Fluxo de Caixa (BRIGHAM e HOUSTON, 1999, 29).

De acordo com Braga (2003, 147):

Apesar de algumas desvantagens – número excessivo de quocientes, dificuldades na determinação de padrões etc. – o método de índices é o mais utilizado na análise das demonstrações financeiras, devido à profundidade atingida e à minimização de distorções por efeitos inflacionários em relação aos quocientes. A análise com utilização de índices é bastante significativa, porquanto mostra relações importantes entre vários grupamentos patrimoniais e dos componentes dos resultados do exercício, das origens e aplicações dos recursos.

“Os índices são relações que se estabelecem entre duas grandezas, ou seja, o índice de um número é o quociente do primeiro dividido pelo segundo,” conforme a definição dada por Treuherz (1978, 76), e o mesmo autor apresenta duas vantagens da análise por meio de índices que são: (1) possibilitar a identificação de tendências e localizar desvios em torno de certos padrões considerados adequados, (2) evitar a necessidade de se adaptar os números dos demonstrativos financeiros ao poder aquisitivo da moeda (ambos podem ter sofrido o mesmo impacto de queda).

Gitman (2005, 42) afirma:

A análise de índices financeiros é de interesse da administração da empresa, credores (liquidez e na capacidade de cumprir seus compromissos) e dos acionistas atuais e potenciais (medir o risco e retorno que afetam o preço da ação) da empresa, com a finalidade de fazer uma avaliação relativa da situação financeira da empresa.

Dessa forma, pode-se afirmar que a característica fundamental dos índices é fornecer visão da situação econômica e/ou financeira da empresa. Índices servem de medida dos diversos aspectos econômicos e financeiros das empresas. Assim como um médico usa indicadores, como pressão e temperatura, para elaborar o quadro clínico do paciente, os índices financeiros permitem construir um quadro de avaliação da empresa.

Existem duas maneiras de se usar os índices financeiros: (1) Análise *cross-sectional*<sup>2</sup> - envolve a comparação dos índices financeiros de diferentes empresas no mesmo instante ou através dos índices da empresa e os índices médios do setor industrial, (2) Análise de Série Temporal - é realizada em relação ao desempenho passado da empresa. Uma comparação entre o desempenho atual e passado de uma empresa permite determinar se a mesma está progredindo conforme o planejado. E, portanto, uma comparação dos índices atuais e passados com os índices resultantes das demonstrações projetadas pode revelar discrepâncias ou um excesso de otimismo dessas demonstrações projetadas. A abordagem mais informativa à análise de índices financeiros é aquela que consiste em combinar as análises comparativas e de série temporal. Uma visão combinada permite avaliar a tendência no comportamento do índice relativamente à tendência para o setor (GITMAN, 2005, 42).

Gitman (2005, 44) apresenta algumas precauções que devem ser tomadas quanto ao uso da análise de índices financeiros:

- “· Normalmente, um único índice não fornece informações suficientes para se julgar o desempenho global de uma empresa; muitas vezes, requer-se um conjunto de índices;
- “· Apenas quanto ao aspecto da posição financeira, um ou dois índices podem ser suficientes;
- “· Ao comparar demonstrações financeiras, observar se as datas das mesmas são iguais, ou seja, períodos de tempos semelhantes;
- “· Recomenda-se usar demonstrações auditadas, uma vez que as não-auditadas não refletem a verdadeira situação financeira;
- “· Certificar-se da consistência dos dados em comparação (especialmente quanto à depreciação e estoques), para não haver distorções nos resultados da análise.”

Matarazzo (2003, 183) afirma que há três tipos básicos de avaliações de um índice: “pelo significado intrínseco; pela comparação ao longo de vários exercícios e pela comparação com índices de outras empresas – índices-padrão.” Conforme o mesmo autor, a análise do valor intrínseco de um índice é limitada e só deve ser utilizada quando não se

---

<sup>2</sup> Também conhecida como análise vertical.

dispõe de índices-padrão proporcionados pela análise de um conjunto de empresas. A análise pela comparação ao longo de vários exercícios revela-se bastante útil por mostrar tendências seguidas pela empresa. Permite formar uma opinião a respeito de diversas políticas seguidas pela empresa, bem como das tendências que estão sendo registradas. A análise por comparação com padrões permite a avaliação de um índice e a sua conceituação qualitativa como: Ruim, Satisfatório, Bom, etc.; só pode ser feita através da comparação com padrões. Não existe o bom ou o deficiente em sentido absoluto, o bom só é bom em relação a outros elementos.

Assim, é preciso definir um conjunto (Universo) e, em seguida, comparar um elemento com os demais do conjunto para atribuir-lhe determinada qualificação. Esse é um processo natural do raciocínio humano em que todas as avaliações são feitas por comparações, ainda que quase nunca tabuladas metodologicamente.

## **2.4 CONJUNTOS DE ÍNDICES**

Embora diferentes autores tenham alguns pontos em comum quanto aos principais conjuntos de índices, cada autor apresenta um conjunto de índices que, de alguma forma, difere dos demais. Isso ocorre pela utilização de referido conjunto de índices, seja pelos índices que compõem os conjuntos.

Segundo Gitman (2005, 45), os índices financeiros podem ser subdivididos em cinco categorias: “índices de liquidez, índices de atividade, índices de endividamento e índices rentabilidade e valor de mercado.” Usando a classificação dada por Iudícibus (1998, 128), os conjuntos de índices agrupam-se em “Liquidez, Endividamento (estrutura de capital) e Rentabilidade”. Já Brigham e Houston (1999, 95) classificam os índices financeiros da seguinte forma: “índices de liquidez, índices de atividade, índices de endividamento, índices

de rentabilidade e índices de valor de mercado.” Matarazzo (2003, 152) classifica os índices em “estrutura de capital, liquidez e rentabilidade.” Marion (2002, 15) utiliza “liquidez, estrutura de capital (endividamento), atividade e rentabilidade”. Assaf Neto (2003, 106) afirma que “os indicadores básicos de análise estão classificados em quatro grupos: liquidez, atividade, endividamento e estrutura, rentabilidade e análise de ações”.

Quadro 01 – Conjuntos de índices

Conjunto de índices	Autor					
	Assaf Neto	Brigham e Houston	Gitman	Iudícibus	Marion	Matarazzo
Atividade	✓	✓	✓		✓	
Liquidez	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Endividamento/ Estrutura de capital	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rentabilidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Valor de mercado/análise de ações	✓	✓	✓			

Fonte: Autor da pesquisa.

O Quadro 01 procura demonstrar como diferentes autores classificam os conjuntos de índices. Percebe-se que o conjunto “Atividade” não é considerado por Matarazzo (2003) e Iudícibus (1998). “Liquidez” é considerada por todos os autores mencionados. “Estrutura de capital/ Endividamento” e “Rentabilidade” são índices comuns a todos os autores. “Valor de mercado/análise de ações” é considerado apenas por Assaf Neto (2003) e Brigham e Houston (1999). A seguir, é realizada breve descrição de cada conjunto de índices.



### 2.4.1 Atividade

Para Assaf Neto (2003, 108):

Os indicadores de atividade visam à mensuração das diversas durações de um ciclo operacional, o qual envolve todas as fases operacionais típicas de uma empresa, que vão desde a aquisição de insumos básicos ou mercadorias até o recebimento das vendas realizadas.

Gitman (2005, 47) afirma que “os índices de atividade podem ser usados para medir a rapidez com que as contas circulantes – estoques, duplicatas a receber e duplicatas a pagar – são convertidas em caixa”.

Para Brigham e Houston (1999, 81), os índices de atividade “medem a eficácia com que a empresa gere seus ativos”.

Os índices deste grupo representam a velocidade com que elementos patrimoniais se renovam durante determinado período de tempo. Sua importância consiste em expressar relacionamentos dinâmicos que acabam, direta ou indiretamente, influenciando na liquidez e rentabilidade de uma empresa.

### 2.4.2 Liquidez

Conforme Marion (2002, 83), os índices de liquidez:

São utilizados para avaliar a capacidade de pagamento da empresa, isto é, constituem uma apreciação sobre se a empresa tem capacidade para saldar seus compromissos considerando *longo prazo*, *curto prazo* ou *prazo imediato*.

Para Assaf Neto (2003, 107), “os indicadores de liquidez visam medir a capacidade de pagamento (folga financeira) de uma empresa, ou seja, sua habilidade em cumprir corretamente as obrigações passivas assumidas”.

Dessa forma, os índices de liquidez são índices que, a partir do confronto dos Ativos Realizáveis com os passivos exigíveis, possibilitam medir quão sólida é a base financeira da empresa. Uma empresa com bons índices de liquidez tem, provavelmente, boa capacidade de pagar suas dívidas, mas pode não estar, obrigatoriamente, pagando suas dívidas em dia em função de outras variáveis, como prazo, renovação de dívidas, etc.

#### 2.4.3 Estrutura de Capital/ Endividamento

Conforme Assaf Neto (2003, 110):

Estes indicadores são utilizados, basicamente, para aferir a composição (estrutura) das fontes passivas de recursos de uma empresa e sua participação relativa em relação ao capital próprio. Fornecem, ainda, elementos para avaliar o grau de comprometimento financeiro de uma empresa perante seus credores (principalmente instituições financeiras) e sua capacidade de cumprir os compromissos financeiros assumidos a longo prazo.

Para Gitman (2005, 49), a situação de endividamento “indica o montante de recursos de terceiros que está sendo usado, na tentativa de gerar lucros”. Matarazzo (2003, 151) afirma que “estes quocientes relacionam as fontes de fundos entre si, procurando retratar a posição relativa do capital próprio com relação ao capital de terceiros”.

São índices de muita importância, pois indicam a relação de dependência da empresa com relação ao capital de terceiros.

#### 2.4.4 Rentabilidade

Conforme Assaf Neto (2003, 112):

Os analistas em geral dispensam grandes atenções aos indicadores de rentabilidade, os quais costumam exercer significativamente influências sobre decisões que envolvem a empresa em análise, tanto

no mercado de créditos como no mercado acionário.

Matarazzo (2003, 175) afirma que “os índices deste grupo mostram qual a rentabilidade dos capitais investidos, isto é, quanto renderam os investimentos e, portanto, qual o êxito econômico da empresa.”

Conforme Gitman (2005, 52), “a rentabilidade de uma empresa pode ser avaliada em relação a suas vendas, ativos, patrimônio líquido e ao valor da ação.”

Brigham e Houston (1999, 89) enfatizam que o conjunto de índices de rentabilidade “é o grupo de índices que mostra os efeitos combinados da liquidez, da gestão de ativos e do endividamento sobre os resultados operacionais.”

#### 2.4.5 Valor de mercado

Estes indicadores objetivam avaliar os reflexos do desempenho da empresa sobre suas ações. São de grande utilidade para os analistas de mercado e acionistas (potenciais e atuais) (ASSAF NETO, 2003, 114).

Conforme Brigham e Houston (1999, 92), os índices de valor de mercado “relacionam o preço das ações da empresa aos seus lucros e ao valor patrimonial da ação. Esses índices fornecem aos administradores uma indicação do que os investidores pensam do desempenho passado da empresa e de suas perspectivas futuras”.

O Quadro 02 a seguir demonstra os índices comuns aos autores Gitman (2005), Iudícibus (1998), Matarazzo (2003), Brigham e Houston (1999), Assaf Neto (2003) e Marion (2002).

Quadro 02 – Índices de comuns

ÍNDICE	AUTOR					
	Assaf Neto	Brigham e Houston	Gitman	Iudícibus	Marion	Matarazzo
Cobertura de Juros	*	E	E	*	*	*
Cobertura de Pagamentos Fixos	*	E	E	*	*	*
Composição do Endividamento	*	*	*	*	E	E
Endividamento Geral	*	E	E	*	*	*
Exigível a Longo Prazo – Patrimônio Líquido	*	*	*	*	*	*
Garantia do Capital Próprio ao Capital de Terceiros	*	*	*	*	E	*
Giro do Ativo	*	A	*	A	R	R
Giro do Ativo Operacional	*	*	*	A	*	*
Giro do Ativo Permanente	*	A	A	*	*	*
Giro do Ativo Total	*	*	A	A	*	*
Giro dos Estoques	*	A	A	A	*	*
Imobilização de Recursos Permanentes	E	*	*	*	*	*
Imobilização do Patrimônio Líquido	*	*	*	*	E	E
Imobilização dos Recursos a Longo Prazo e do Patrimônio Líquido	*	*	*	*	E	E
Índice preço/lucro	V	V	V	*	*	*
Índice Preço/Valor Patrimonial	*	V	V	*	*	*
Liquidez Corrente	L	L	L	E	L	L
Liquidez Geral	L	*	*	E	L	L
Liquidez Imediata	L	*	*	E	L	*
Liquidez Seca	L	L	L	E	L	L
Lucro por Ação	V	*	R	*	*	*
Margem Bruta	*	*	R	*	*	*
Margem Líquida	R	R	R	R	*	R
Margem Operacional	R	*	R	R	*	*
Participação das Dívidas de Curto Prazo sobre o Endividamento Geral	*	*	*	E	*	*
Participação de Capital de Terceiros	*	*	*	E	*	E
Participação de Capital de Terceiros Recursos Próprios	E	*	*	*	E	*
Posicionamento de Atividade	*	*	*	A	A	*
Prazo Médio de Estocagem	A	*	*	*	A	*
Prazo médio de Pagamento a Fornecedores	A	*	A	A	A	*
Prazo médio de Recebimento de Vendas	A	*	A	A	A	*
Retorno sobre o Ativo (ROA)	R	R	R	*	*	R
Retorno sobre o Investimento (ROI)	R	*	*	R	R	*
Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)	R	R	R	R	R	R

**Legenda**

(A) Atividade

(E) Endividamento\estrutura

(L) Liquidez

(R) Rentabilidade

(V) Valor de mercado\análise de ações

(\*) Não menciona

Fonte: Autor da pesquisa.

## 2.5 ÍNDICES DE RENTABILIDADE

Há muitas medidas de rentabilidade (índices). Cada uma delas relaciona os retornos da empresa a suas vendas, a seus ativos, ao seu patrimônio ou ao valor da ação. Como um todo, essas medidas permitem avaliar os lucros da empresa em confronto com um dado nível de vendas, um certo nível de ativos, os investimentos, ou o próprio valor da ação.

A seguir, serão demonstrados os conceitos e a metodologia<sup>3</sup> utilizada por diferentes autores para obtenção dos seguintes índices de rentabilidade: Giro do Ativo; Índice Preço/Lucro; Lucro por Ação; Margem Bruta; Margem Líquida; Margem Operacional; Retorno sobre o Ativo (ROA); Retorno sobre o Investimento (ROI); Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE). Esses índices, de alguma forma, são importantes na evidenciação da rentabilidade de empresas e extremamente pertinentes a este estudo.

### 2.5.1 Giro do Ativo

Conforme Marion (2002, 166), “o Giro do Ativo significa a eficiência com que a empresa utiliza seus Ativos, com o objetivo de gerar \$ de vendas. Quanto mais for gerado de vendas, mais eficientemente os Ativos serão utilizados.”

Matarazzo (2003, 420) enfatiza que o Giro do Ativo “é um índice de medição da eficiência de vendas em relação ao investimento total.”

---

<sup>3</sup> Foram considerados somente os conceitos e metodologia dos índices daqueles autores que classificam determinados índices como indicadores de rentabilidade.

Quadro 03 – Giro do Ativo

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Marion	$\frac{Vendas}{Ativo\ Total}$
Matarazzo	$\frac{Vendas\ Líquidas}{Ativos\ Líquidos}$

Fonte: Marion (2002) e Matarazzo (2003).

O *giro do ativo* indica a eficiência com a qual a empresa usa os seus ativos para gerar vendas. Este índice mostra se as operações da empresa foram ou não financeiramente eficientes.

Diferentes autores utilizam diferentes metodologias para calcular o *giro do ativo* de uma empresa, mas, de uma maneira geral, medem a eficiência com a qual uma empresa utiliza seus ativos, para gerar vendas.

### 2.5.2 Lucro por Ação

O Lucro por Ação da empresa geralmente interessa aos acionistas atuais e potenciais e aos administradores. Conforme Gitman (2005, 54), “o Lucro por Ação representa o valor auferido sobre cada ação ordinária emitida.”

Quadro 04 – Lucro por Ação

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Gitman	$\frac{Lucro\ Disponível\ aos\ Acionistas}{Número\ de\ Ações\ Emitidas}$

Fonte: Gitman (2005).

### 2.5.3 Margem Bruta

Conforme Gitman (2005, 52), a Margem Bruta “mede a porcentagem de cada unidade monetária de venda que restou, após a empresa ter pago seus produtos. Quanto mais alta a margem bruta, tanto melhor e menor o custo relativo dos produtos vendidos.”

Quadro 05 – Margem Bruta

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Gitman	$\frac{\text{Lucro Bruto}}{\text{Vendas}}$

Fonte: Gitman (2005).

### 2.5.4 Margem Líquida

De acordo com Assaf Neto (2003, 114), a Margem Líquida “mede a eficiência de uma empresa em produzir lucro por meio de suas vendas, sendo apurado em termos líquidos.”

Para Brigham e Houston (1999, 89), “Este quociente mede o lucro por unidade monetária de vendas.”

Gitman (2005, 53) afirma que “a Margem Líquida mede a porcentagem de cada unidade monetária de venda que restou, depois da dedução de todas as despesas, inclusive o imposto de renda.”

Quadro 06 – Margem Líquida

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Assaf Neto	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Vendas Líquidas}}$
Brigham e Houston	$\frac{\text{Lucro Líquido Disponível para os Acionistas}}{\text{Vendas}}$
Gitman	$\frac{\text{Lucro Líquido depois do Im posto de Renda}}{\text{Vendas}}$
Iudícibus	$\frac{\text{Lucro Líquido depois do Im posto de Renda}}{\text{Vendas Líquidas}}$
Matarazzo	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Vendas Líquidas}}$

Fonte: Assaf Neto (2003), Brigham e Houston (1999), Gitman (2005), Iudícibus (1998) e Matarazzo (2003).

### 2.5.5 Margem Operacional

De acordo com Assaf Neto (2003, 114), a Margem Líquida “mede a eficiência de uma empresa em produzir lucro por meio de suas vendas, sendo apurado em termos operacionais.”

Conforme Gitman (2005, 53):

A margem operacional mede o que, com freqüência, se denomina de lucros puros, obtidos em cada unidade monetária de vendas. O lucro operacional é puro, no sentido de que ignora quaisquer despesas financeiras ou obrigações governamentais (juro ou impostos de renda) e considera somente os lucros auferidos pela empresa em suas operações.

Este quociente compra o lucro com as vendas líquidas. É interessante, todavia, controlar o montante de deduções de vendas com relação às vendas brutas (IUDÍCIBUS, 1998, 111).



Quadro 07 – Margem Operacional

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Assaf Neto	$\frac{\text{Lucro Operacional}}{\text{Vendas Líquidas}}$
Gitman	$\frac{\text{Lucro Operacional}}{\text{Vendas}}$
Iudícibus	$\frac{\text{Lucro Operacional}}{\text{Vendas Líquidas}}$

Fonte: Marion (2002) e Matarazzo (2003)

### 2.5.6 Retorno sobre o Ativo (ROA)

Conforme Assaf Neto (2003, 112), “esta medida revela o retorno produzido pelo total das aplicações realizadas por uma empresa em seus ativos.”

De acordo com Gitman (2005, 55), a Taxa de Retorno sobre o Ativo “mede a eficiência global da administração na geração de lucros com seus principais ativos disponíveis.”

Matarazzo (2003, 179) afirma que “este índice mostra quanto a empresa obteve de Lucro Líquido em relação ao Ativo. É uma medida do potencial de geração de lucro da parte da empresa... É uma medida da capacidade da empresa em gerar lucro líquido.”

Quadro 08 – Retorno sobre o Ativo (ROA)

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Assaf Neto	$\frac{\text{Lucro Gerado pelos Ativos (Operacional)}}{\text{Ativo Total Médio}}$
Brigham e Houston	$\frac{\text{Lucro Líquido Disponível para os Acionistas}}{\text{Ativo Total}}$
Gitman	$\frac{\text{Lucro Líquido depois do Im posto de Renda}}{\text{Ativo Total}}$
Matarazzo	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo Total}}$

Fonte: Assaf Neto (2003), Brigham e Houston (1999), Gitman (2005) e Matarazzo (2003).

### 2.5.7 Retorno sobre o Investimento (ROI)

Uma alternativa ao uso do ROA, para avaliar o retorno produzido pelo total dos recursos aplicados por acionistas e credores no negócio, é a medida do Retorno sobre o Investimento (ROI). Enquanto os ativos incorporam todos os bens e direitos mantidos por uma empresa, o investimento equivale aos recursos deliberadamente levantados pela empresa e aplicados em seus negócios (ASSAF NETO, 2003, 113).

Iudícibus (1998, 111) afirma que o Retorno sobre o investimento “é, provavelmente, o mais importante quociente individual de toda a análise de balanços.”

Quadro 09 – Retorno sobre o Investimento (ROI)

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Assaf Neto	$\frac{\text{Lucro Gerado pelos Ativos (Operacional)}}{\text{Investimento Médio}}$
Iudícibus	$\frac{\text{Lucro}}{\text{Ativo Total Médio}}$
Marion	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo Total Médio}}$

Fonte: Assaf Neto (2003), Iudícibus (1998) e Marion (2002).

### 2.5.8 Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)

Conforme Assaf Neto (2003, 114):

Este índice mensura o retorno dos recursos aplicados na empresa por seus proprietários. Em outras palavras, para cada unidade monetária de recursos próprios (Patrimônio Líquido) investido na empresa, mede quanto os proprietários auferem de lucro.

De acordo com Brigham e Houston (1999, 90), “é o quociente do lucro líquido pelo patrimônio líquido e mede a taxa de retorno do investimento dos acionistas.”

A importância do quociente de Retorno sobre o Patrimônio Líquido reside em expressar os resultados globais auferidos pela gerência na gestão de recursos próprios e de terceiros, em benefício dos acionistas (IUDÍCIBUS, 1998, 116).

O papel do índice de Rentabilidade do Patrimônio Líquido é mostrar qual a taxa de rendimento do capital próprio. Essa taxa pode ser comparada com a de outros rendimentos alternativos no mercado, como Caderneta de Poupança, CDBs, Letras de Câmbio, Ações, Aluguéis, Fundos de Investimento, etc. Com isso se pode avaliar se a empresa oferece rentabilidade superior ou inferior a essas opções (MATARAZZO, 2003, 181).

Quadro 10 – Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>
Assaf Neto	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido Médio}}$
Brigham e Houston	$\frac{\text{Lucro Líquido Disponível para os Acionistas}}{\text{Patrimônio Líquido}}$
Gitman	$\frac{\text{Lucro Líquido após o Im posto de Renda}}{\text{Patrimônio Líquido}}$
Iudícibus	$\frac{\text{Lucro Líquido após o Im posto de Renda}}{\text{Patrimônio Líquido}}$
Marion	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido Médio}}$
Matarazzo	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido Médio}}$

Fonte: Assaf Neto (2003), Brigham e Houston (1999), Gitman (2005), Iudícibus (1998), Marion (2002) e Matarazzo (2003).

## 2.6 METODOLOGIAS UTILIZADAS EM PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS

Existem atualmente no Brasil publicações impressas e/ou digitais especializadas na elaboração de *ranking* de empresas brasileiras quanto ao seu desempenho econômico e financeiro. Talvez, as mais conhecidas sejam a publicação anual da revista Exame, denominada Melhores e Maiores; 500 Maiores SA, publicação anual de Conjuntura

Econômica, revista da Fundação Getúlio Vargas; Balanços, publicado pelo jornal Gazeta Mercantil; e Valor1000, publicado pelo jornal Valor Econômico. Cada publicação utiliza metodologia própria para essa finalidade. A seguir, será abordada a metodologia utilizada pelas publicações Melhores e Maiores, 500 Maiores SA e Valor1000 quanto à análise da rentabilidade de empresas.

#### **a) Melhores e Maiores**

A equipe de MELHORES e MAIORES faz os cálculos que permitem classificar as concorrentes em cada setor ou região e identificar a de melhor desempenho ponderado nesse conjunto de indicadores. A metodologia de cálculo consiste em atribuir pontos -- 10 para o primeiro lugar, 9 para o segundo, e assim sucessivamente até o décimo, que fica com 1 -- pelo desempenho relativo em cada indicador. Os pontos, por sua vez, são multiplicados por um peso atribuído a cada indicador. Adicionalmente, a empresa pode receber um bônus de pontos por ter figurado em outros guias EXAME. Os indicadores de desempenho e respectivos pesos são os seguintes:

**PESO 10 - CRESCIMENTO DAS VENDAS:** Retrata o dinamismo da empresa no ano analisado: se aumentou ou diminuiu sua participação no mercado e sua capacidade de, expandindo- se, gerar novos empregos.

**PESO 15 - INVESTIMENTO (NO IMOBILIZADO):** Apresenta o valor que está sendo aplicado pela empresa na modernização e/ou ampliação de suas instalações, o que também é indicador de geração de empregos, direta ou indiretamente.

**PESO 15 - LIDERANÇA DE MERCADO:** Compara as participações de mercado que as empresas detêm no setor em que atuam e estabelece uma classificação.

**PESO 20 - LIQUIDEZ CORRENTE:** Indica se a empresa apresenta ou não boa saúde financeira, ou seja, se está operando com segurança no curto prazo ou dentro de seu ciclo operacional.

**PESO 15 - RIQUEZA CRIADA POR EMPREGADO:** Mede quanto a empresa produz de riqueza em relação ao número de empregados, independentemente do volume total de vendas ou da margem de lucro.

**PESO 25 - RENTABILIDADE DO PATRIMÔNIO:** Mede a eficiência da empresa, o controle de custos e o aproveitamento das oportunidades que surgem no mundo dos negócios, sendo um dos principais componentes da geração de valor para os acionistas. Recebem pontos apenas as empresas cujo índice de rentabilidade seja positivo. É utilizado como critério de desempate entre empresas que apresentem o mesmo número de pontos no desempenho geral.

#### **b) 500 Maiores SA**

Criada pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas em 1970, o *ranking das 500 Maiores Sociedades Anônimas do Brasil* é a pesquisa de publicação periódica mais antiga no gênero feita no Brasil. Na sua 35ª edição, elaborada a partir de uma base de dados contendo cerca de 1.250 balanços de sociedades anônimas brasileiras, avalia o perfil das maiores empresas do país e comportamento de seus principais indicadores ao longo do tempo.

A ordenação do ranking é dada pelo tamanho das empresas, medido por duas rubricas extraídas das demonstrações contábeis: a ativo total, representando o patrimônio total; e a receita operacional líquida (vendas brutas menos impostos incidentes sobre vendas, devoluções e descontos).

O ranking é elaborado em três etapas: na primeira, as empresas são classificadas em ordem decrescente, segundo o valor de seus ativos; a seguir, é realizado um ranking com a ordenação determinada pelas receitas operacionais líquidas; e, por fim, a soma da posição da empresa nos rankings por ativos e por receitas determina a colocação da empresa no ranking final. O primeiro lugar, por exemplo, é ocupado pela empresa cuja soma da posição no ranking por ativos e no ranking por receitas resultar no menor número.

### **c) Valor1000**

Na avaliação de desempenho das maiores empresas do país, Valor1000 adota critérios desenvolvidos com a ajuda da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo. Dessa ajuda, nasceram indicadores, como Crescimento Sustentável, Lucro da Atividade, Geração de Valor e Cobertura de Dívidas. Ao lado de medidas, como Rentabilidade do Patrimônio e Liquidez Corrente, esse conjunto de critérios permite uma avaliação da situação das grandes empresas.

A classificação final das empresas no respectivo setor de atividade é dada pela soma de pontos obtidos em oito indicadores, dos quais dois, Crescimento Sustentável e Receita Líquida, têm peso dobrado. A melhor colocada em qualquer deles recebe 10 pontos, e a décima 1 ponto, ou 20 e 2, respectivamente, nos indicadores de peso dobrado. Na soma das pontuações, portanto, uma empresa absolutamente perfeita, que se classificasse como a número 1 em todos os oito critérios de desempenho, chegaria a 100 pontos, com os 60 obtidos

no seis itens de peso 1 e os 40 nos dois que têm peso 2.

## **2.7 LÓGICA NEBULOSA (*FUZZY LOGIC*)**

Lógica *Fuzzy*, redes neurais, sistemas especialistas e os algoritmos genéticos pertencem a um novo grupo de métodos quantitativos chamado coletivamente por *sistemas inteligentes*. Como esperado, qualquer tecnologia nova tem seus proponentes e seus oponentes. A lógica *Fuzzy*, particularmente, não tem sido aceita facilmente, porque a conceituação utilizada nos princípios *fuzzy* parece ser contrária às tradições e culturas ocidentais, as quais são baseadas em uma definição precisa, bivalente, entre o ser ou não-ser, entre o claro e o escuro. Embora a cultura ocidental, fundamentada na lógica binária, resolva de forma extraordinária muitos problemas, é necessário que se preencham os espaços não adequadamente endereçados pelos métodos tradicionais. Nesse sentido, a lógica *Fuzzy* permitiria ver os graus de verdade entre ser ou não-ser e os graus de cinza entre claro e escuro (SHAW e SIMÕES, 2001, 8).

### 2.7.1 Introdução

O conceito de conjunto *fuzzy* e suas idéias básicas foram introduzidos num artigo publicado em 1965 por Lotfi A. Zadeh, Professor da Universidade da Califórnia, Berkeley. Zadeh não é somente o originador da teoria dos conjuntos nebulosos mas também um contribuidor para seu desenvolvimento (KLIR e YUN, 1998, B1.1:8).

Zadeh observava que os recursos tecnológicos disponíveis até então não conseguiam automatizar as atividades relacionadas a problemas de natureza industrial, biológica ou química, que compreendessem situações ambíguas, não passíveis de processamento através da

lógica computacional fundamentada na lógica booleana (lógica baseada em 0 e 1). No artigo, Zadeh propôs os conceitos dos conjuntos *fuzzy*, proporcionando sistemas que resolveriam os problemas não conseguidos pela lógica clássica. Mais tarde, em 1973, ele elaborou outro artigo onde introduziu o conceito de “variáveis lingüísticas”; nesse artigo, comparou variável definida com um conjunto *fuzzy*.

De acordo com Ruspini (1998, B2.1:1), “os novos conceitos introduzidos por Zadeh fundamentaram uma nova metodologia para o tratamento de problemas que até então não eram abordados corretamente pelas teorias existentes”. A primeira aplicação prática para solução de problemas de controle foi relatada por Mamdani e Assilian em 1975, mais tarde começaram a surgir outras aplicações industriais (RUSPINI e MAMDANI, 1998, A2.1:2).

A partir daí, surgiram aplicações pelo mundo, sendo mais bem desenvolvidas em aplicações industriais (década de 70). Na década de 80, os japoneses começaram a investir na nova idéia. O interesse em sistemas *fuzzy* foi demonstrado em simulações que demonstraram a superioridade de sistemas de controle *fuzzy* para a estrada de ferro de Sendai. Suas idéias foram adotadas e sistemas *fuzzy* foram usados para controle de aceleração, frenagem e parada, quando a linha foi inaugurada em 1987.

Bens de consumo japoneses utilizam em larga escala sistemas *fuzzy*. Aspiradores de pó, rodando algoritmos *fuzzy*, interrogam sensores de pó e ajustam o poder de sucção, máquinas de lavar usam controladores *fuzzy* para controle de peso e verificação de tipo de tecido e sensores de sujeira que automaticamente selecionam os ciclos de lavagem para o uso otimizado de potência, água e detergente; câmeras de vídeo com autofoco que, através da lógica *fuzzy*, controla a luminosidade da cena a ser filmada, controla velocidade e movimento do que está filmando, reduzindo falhas de gravação e má qualidade de vídeos. O entusiasmo dos japoneses por lógica *fuzzy* é refletido na ampla faixa de outras aplicações que eles têm investigado ou implementado: reconhecimento de caracteres, sistemas *fuzzy* óticos, robôs,



helicópteros comandados por voz através de um robô, sistemas de elevadores, entre outras.

### 2.7.2 Controle *Fuzzy*

O referencial teórico que se segue encontra-se embasado em Shaw e Simões (2001), Von Altrock (1998), Bojadziev e Bojadziev (1997) e *Matlab® Fuzzy Logic Toolbox User's Guide* (2002).

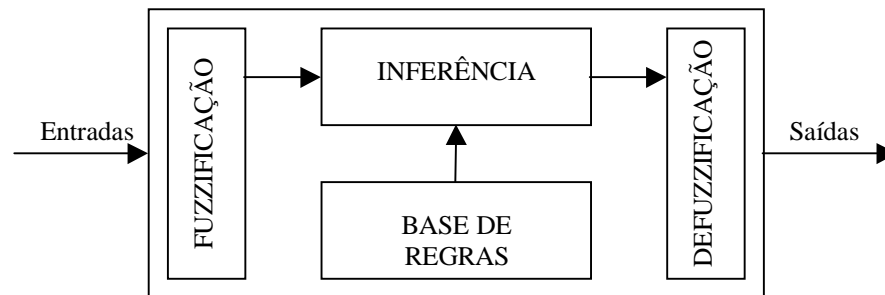
Controladores *fuzzy* são muito simples conceitualmente, pois consistem de um estágio de entrada (*crisp*<sup>4</sup>), um estágio de processamento e um estágio de saída. O estágio de entrada mapeia dados de entrada de maneira apropriada às funções consecutivas e valores verdadeiros. O estágio de processamento é aquele em que se procura alcançar a solução para os problemas, podendo ser dividido em três passos básicos: *fuzzificação*, regras de avaliação e *defuzzificação*. Aqui é invocada cada regra adequada que gera um resultado para cada uma delas e, então, combinam-se os resultados dessas regras. Por último, tem-se um estágio de saída cujo resultado, já *defuzzificado* da operação, é colocado para dentro do sistema, executando um controle (saída *crisp*).

Descrevendo os passos dos processos de controle *fuzzy*, 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 *fuzzy*. A Figura 02 descreve uma breve ilustração dos passos para o controle *fuzzy* se executar.

Pode-se entender que, no passo *fuzzificação*, ocorre transformação das entradas *crisp* em entradas *fuzzy*. Ou seja, envolve a tomada de um valor *crisp* (valor de entrada) que combinando esta com as funções dos conjuntos *fuzzy*, produz saídas *fuzzy*.

---

<sup>4</sup> Entradas discretas atreladas a algum tipo de escala numérica.

Figura 02 – Controle *Fuzzy*

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

No segundo passo, o de avaliação das regras, a técnica chamada de inferência de min-max é geralmente usada para calcular um valor numérico representando uma verdade para uma certa ação conseqüente, baseado em um conjunto de regras lógicas na forma de declarações SE - ENTÃO (IF – THEN), onde o SE é chamado de “antecedente” e o ENTÃO é chamado de "conseqüência". O resultado das regras de avaliação é uma saída *fuzzy* para cada tipo de ação conseqüente.

O passo final no processamento da lógica *fuzzy* é a *defuzzificação*. Aqui o valor de uma variável de saída é derivado isolando um valor crisp dentro do universo de discurso dos conjuntos *fuzzy* de saída. Ou seja, os valores do processamento da lógica *fuzzy* terminam com o seu retorno em forma de saída não *fuzzy*, ou seja, uma saída *crisp*.

### 2.7.2.1 Fuzzificação e Funções de Pertinência

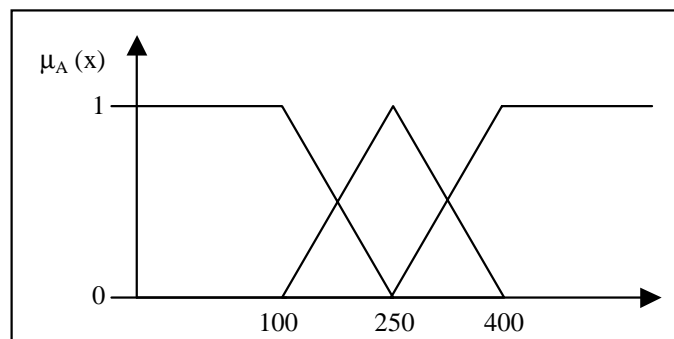
O primeiro passo num processo de lógica *fuzzy* envolve um domínio de transformação chamado de *fuzzificação*, ou seja, entradas *crisp* são transformadas em entradas *fuzzy*. Para isso, são primeiramente determinadas as funções de pertinência para cada entrada do sistema a ser controlado. Uma vez que estas funções de pertinência são nomeadas, a *fuzzificação* recebe um valor de entrada e compara com a informação da função de pertinência

armazenada para produzir um valor de entrada *fuzzy*.

*Fuzzificação* é o processo de colocar nomes no universo de discurso de cada entrada *crisp*. O universo de discurso pode ser descrito como a faixa de valores associados a uma variável *fuzzy*, onde são definidos vários conjuntos *fuzzy* dentro de um universo de discurso, cada qual com o seu próprio domínio que sobrepõe com os domínios dos seus conjuntos *fuzzy* vizinhos. Ou seja, o universo de discurso se refere ao domínio que se dá a um determinado conjunto.

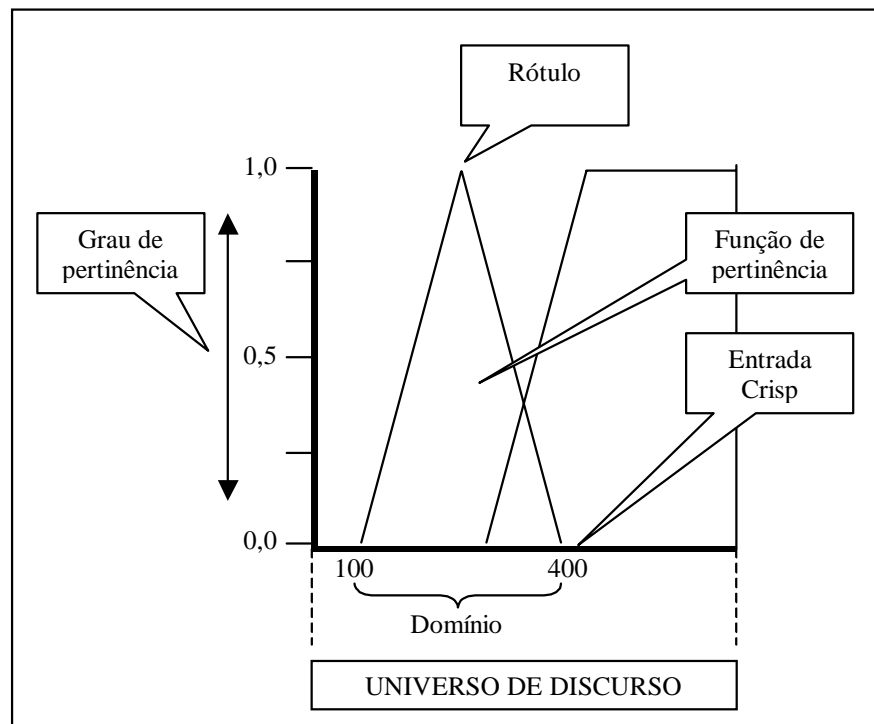
Pode-se tomar como exemplo a metodologia utilizada para classificação do porte de uma empresa em relação ao número de funcionários, para mostrar como se estabelece o domínio de cada função de pertinência. Verifica-se, na Figura 03, que cada um dos conjuntos recebe um rótulo, ou seja, um nome: Pequena, Média e Grande.

Figura 03 – Variáveis lingüísticas



Fonte: Adaptado de Bojadziev e Bojadziev (1997, 45).

Cada conjunto também recebe uma faixa de valores correspondendo ao nome que lhe foi dado. Este valor é chamado de grau de pertinência. Por exemplo, a condição “Média” obtém um domínio de 100 a 400 funcionários. No eixo vertical (Y), podem-se verificar os valores referidos para os graus de pertinência das entradas *crisp* em cada conjunto *fuzzy*. A Figura 04 mostra, em um gráfico *fuzzy*, o nome indicado para o grau de pertinência, a função de pertinência e o seu nome ou rótulo, o local da entrada *crisp*, o domínio da função e o universo de discurso.

Figura 04 – Descrição de um Gráfico *Fuzzy*

Fonte: Adaptado de Shaw e Simões (2001, 48).

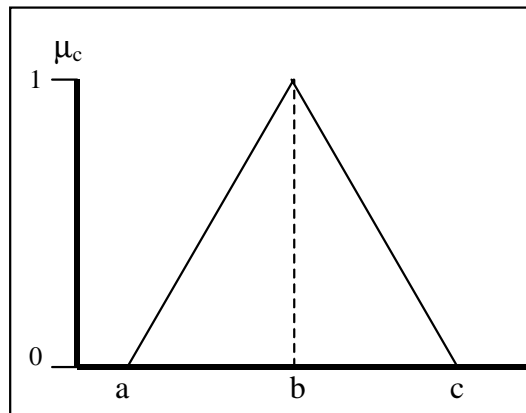
As funções de pertinência, também conhecidas como conjuntos *fuzzy* são, na verdade, funções matemáticas que fornecem um significado numérico para um conjunto *fuzzy*. A etapa de *fuzzificação* mapeia a entrada (um valor definido, ou *crisp*) entre valores de 0 a 1, através das funções de pertinência, que é o grau de pertinência, mencionado anteriormente. As funções mais utilizadas são:

a) Triangular

É especificada por três parâmetros {a,b,c}, que determinam a coordenada *x* dos três cantos do triângulo.

$$\text{Triângulo}(x, a, b, c) = \max\left(0, \min\left[\frac{(x-a)}{(b-a)}, \frac{(c-x)}{(c-b)}\right]\right)$$

Figura 05 – Função Triângulo



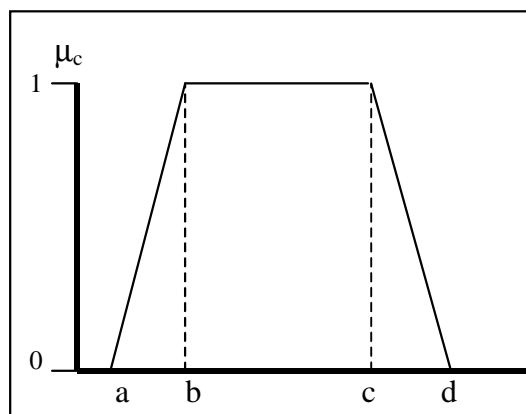
Fonte: Bojadziev e Bojadziev (1997, 22).

### b) Trapezoidal

É especificada por quatro parâmetros  $\{a,b,c,d\}$ .

$$Trap(x, a, b, c, d) = \max\left(0, \min\left[\frac{(x-a)}{(b-a)}, 1, \frac{(d-x)}{(d-c)}\right]\right)$$

Figura 06 – Função Trapezoidal



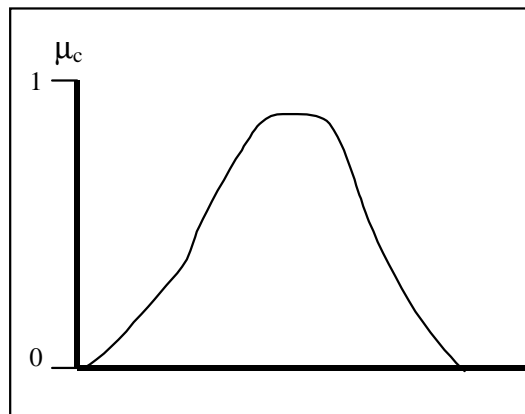
Fonte: Bojadziev e Bojadziev (1997, 25)

## c) Gaussiana

É especificada por dois parâmetros  $\{s,c\}$ .

$$Gaussiana(x, s, c) = \exp\left\{-\frac{(x-c)^2}{s}\right\}$$

Figura 07 – Função Gaussiana



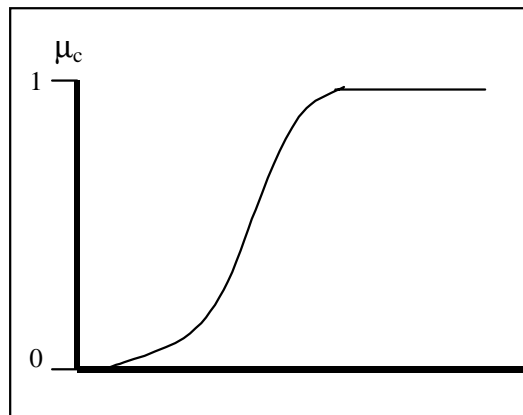
Fonte: Matlab® *Fuzzy Logic Toolbox* (2002, 3-20)

## d) Sigmoidal

É especificada por dois parâmetros  $\{a,c\}$ .

$$Sig(x, a, c) = \frac{1}{1 + \exp[-a(x-c)]}$$

Figura 08 – Função Sigmoidal



Fonte: Matlab® *Fuzzy Logic Toolbox* (2002, 3-74).

Salienta-se que as saídas *fuzzy* também têm funções de pertinência, que fazem parte dos temas regras de avaliação e *defuzzificação*. É aqui que o processador *fuzzy* utiliza regras lingüísticas, definindo que ação o controle deverá fazer em resposta a um dado conjunto de entrada de valores.

#### 2.7.2.2 Regras de Avaliação

Como demonstrado na Figura 02 anteriormente, o segundo passo do processo de controle *fuzzy* são as regras de avaliação. Estas, também chamadas de inferência *fuzzy*, aplicam as regras às entradas *fuzzy* que foram geradas no processo de *fuzzificação*. Neste segundo passo, a regra chamada min-max é geralmente usada para calcular um valor numérico representando a verdade para uma certa ação conseqüente baseada em um conjunto de regras que dão suporte à conseqüência. A inferência min-max leva o mínimo dos antecedentes para determinar as regras de maior força e o máximo das regras de maior força para cada conseqüente, determinando assim as saídas *fuzzy*. O resultado das regras de avaliação é uma saída *fuzzy* para cada ação conseqüente.

As regras *fuzzy* são declarações SE – ENTÃO (*IF-THEN*) que descrevem a ação a ser feita em resposta a várias entradas *fuzzy*. Pode-se usar como exemplo um sistema de classificação do perfil do investidor quanto à política de investimentos financeiros, onde uma das regras poderia ser a seguinte:

- **SE** idade é Jovem, **ENTÃO** perfil de investimento é Moderado.

Outro exemplo pode ser feito utilizando o operador AND (E):

- **SE** idade é Jovem **E** Renda é Alta, **ENTÃO** perfil de investimento é Arrojado.

Em síntese, o formato das regras obedece ao seguinte padrão:

**SE** (antecedente 1) **E** (antecedente 2)... **ENTÃO** (conseqüente 1) **E** (conseqüente 2)...

As regras de avaliação *fuzzy* obedecem aos seguintes passos, que sintetizam o que foi descrito até aqui:

- definem-se as regras que descrevem o comportamento do sistema desejado;
- para valores de entrada *crisp* particular, determina-se o grau de verdade de cada antecedente usando a *fuzzificação* transformada;
- acha-se a força da regra que é igual ao mínimo dos graus de antecedente de verdade;
- obtêm-se as saídas *fuzzy* que são iguais às forças de regra de máximo para cada rótulo (nome) conseqüente.

Sistemas *fuzzy* baseados em regras, traduzem expressões qualitativas, vagas e imprecisas, provenientes de observações de especialistas. Tais regras possibilitam



formulações que permitem controlar os sistemas em questão. Ao se formularem as regras de controle, é o operador humano que está controlando o processo, assim as regras de um algoritmo de controle *fuzzy* constituirão a relação inversa entre as entradas e saídas do processo. É possível que o projetista do sistema atue como operador e, baseado no seu julgamento e conhecimento, possa desenvolver as regras de controle do sistema. O projetista ainda utilizará regras *fuzzy* com determinação empírica, e tentativa e erro do sistema de controle. Porém, dentre as opções possíveis para formulação das regras do sistema, comumente utilizam-se entrevistas com operadores humanos ou todas as combinações possíveis entre as regras.

### 2.7.2.3 Defuzzificação

O resultado da inferência *fuzzy* é um conjunto de saída *fuzzy*. Porém, em muitos casos, é desejável um valor discreto de forma que o sistema saiba o que fazer. Ou seja, na *defuzzificação*, convertem-se os valores de saída *fuzzy* em valores de saída *crisp*.

O sistema *fuzzy*, ao receber uma entrada, transforma-a em uma entrada *fuzzy* que, por sua vez, é submetida ao sistema de inferência (regras *fuzzy*) que devolve uma saída *fuzzy* para este sistema. Porém, em muitos casos, é desejável um valor numérico na saída.

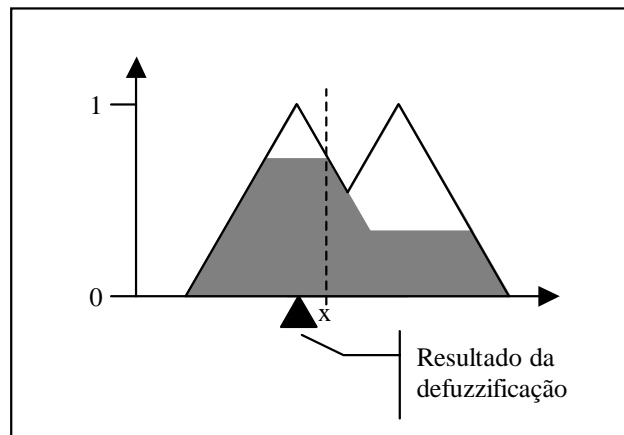
A defuzzificação (apesar do nome) não é exatamente o processo inverso da fuzzificação. Diversos métodos têm sido propostos na literatura, entre os quais pode-se destacar o Centro-da-Área, a Média-dos-Máximos e a Média-dos-Centros.

#### a) Centro-da-Área (C-o-A)

O método Centro-da-área é freqüentemente chamado de Centro-de-Gravidade, pois

ele calcula o *centróide* da área composta pelo termo de saída fuzzy; esse termo de saída é composto pela união de todas as contribuições de regras. O *centróide* é um ponto que divide a área em duas partes iguais.

Figura 09 – Método de defuzzificação pelo Centro-da-Área



Fonte: Shaw e Simões (2001, 53)

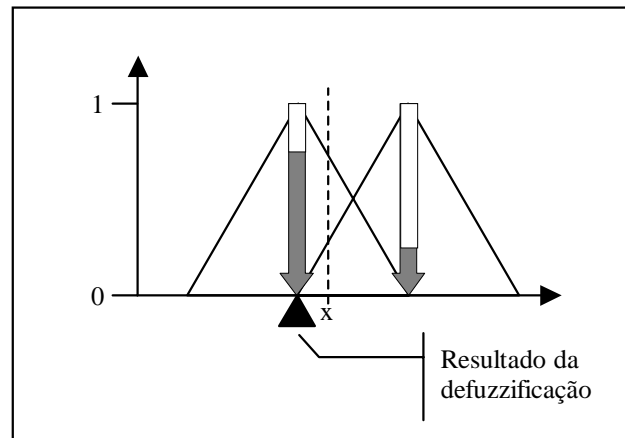
$$\hat{y}_0 = \frac{\int \mu_{B'}(y) \cdot y \cdot dy}{\int \mu_{B'}(y) \cdot dy}$$

onde  $\mu_{B'}(y) = T(\mu_k, \mu_{B_j}(y))$ ,  $\forall y \in Y$ , é contribuição da conclusão  $B_j$  da regra  $k$  na conclusão fina;  $B'$ .

#### b) Média-dos-Máximos (M-o-M)

Uma abordagem para a defuzzificação pode ser a de se utilizar a saída cujo valor tenha o maior valor de pertinência. Em casos onde a função de pertinência tenha mais de um máximo, esse método não pode ser utilizado. Essa abordagem também não funciona bem, devido à necessidade de se escolher qual o máximo utilizar.

Figura 10 – Método de defuzzificação pelo Média-dos-Máximos



Fonte: Shaw e Simões (2001, 55)

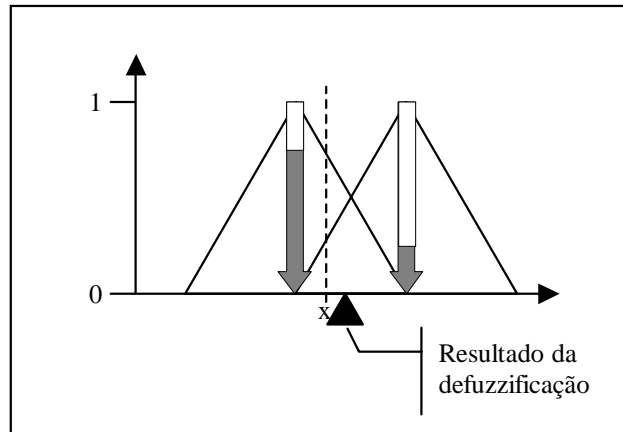
$$y_0 = \frac{\sum_j \mu_{B'_j}(\bar{y}_j) \cdot \bar{y}_j}{\sum_j \mu_{B'_j}(\bar{y}_j)}, \bar{y}_j$$

onde  $\mu_{B'_j}(y) = T(\mu_k, \mu_{B_j}(y)), \forall y \in Y$ , é contribuição da conclusão  $B_j$  da regra  $k$  na conclusão fina;  $B'$ .

### c) Média-dos-Centros (C-o-M)

Neste método os picos das funções de pertinência são usados, enquanto se ignoram as áreas das funções de pertinência; as contribuições múltiplas de regras são consideradas por esse método. Os valores não nulos do vetor de possibilidades de saída são posicionados nos picos correspondentes. O valor de defuzzificação é determinado achando-se o ponto de apoio onde os pesos ficam equilibrados. Assim, as áreas das funções de pertinência não desempenham nenhum papel e apenas os máximos são usados. A saída discreta é calculada como uma média ponderada dos máximos, cujos pesos são os resultados da inferência.

Figura 11 – Método de defuzzificação pelo Média-dos-Centros



Fonte: Shaw e Simões (2001, 54).

$$y_0 = \frac{\sum_j \mu_{B'}(y_j^*) \cdot \bar{y}_j}{\sum_j \mu_{B'}(y_j^*)}, y_j^*$$

onde  $\mu_{B'}(y) = T(\mu_k, \mu_{B_j}(y)), \forall y \in Y$ , é contribuição da conclusão  $B_j$  da regra  $k$  na conclusão fina;  $B'$ .

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

- *Fuzzificação*: transformação de informação quantitativa em informação qualitativa; é um processo de **generalização**.
- *Inferência*: transformação de informação qualitativa em informação qualitativa; é um processo de **conversão**.
- *Defuzzificação*: transformação de informação qualitativa em informação quantitativa; é um processo de **especificação**.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo, descreve-se o método utilizado para a consecução dos objetivos do trabalho. Assim, inicialmente, apresenta-se a especificação do problema. Em seguida, evidencia-se o delineamento da pesquisa. Depois, é apresentada a população e a amostra da pesquisa, os tipos de dados e a construção do modelo. Finalmente, são enfatizadas as limitações da pesquisa.

#### **3.1 ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA**

De acordo com Kerlinger (1980, 35), “um problema é uma questão que mostra uma situação necessitada de discussão, investigação, decisão ou solução”.

Triviños (1987, 93) menciona que “a definição do problema é tarefa árdua, principalmente quando o conteúdo pesquisado apresenta escassez de informações ou sua concepção do mundo e sua posição teórica não estão conscientemente delineadas”. Naturalmente, quando se expressa isso, está-se partindo do pressuposto de que o pesquisador esteja envolvido, direta e indiretamente, no conteúdo pesquisado que precisa ser esclarecido.

Segundo Gil (1996, 54):

A formulação do problema de pesquisa deve ter clareza, deixando explícito o significado com que está sendo utilizado; preciso, pois devem estar claros os limites de sua aplicabilidade; e delimitado, de maneira que possa chegar a uma solução satisfatória.

A partir da questão-problema do presente estudo (*Qual a possibilidade de aplicação da lógica nebulosa (fuzzy) na análise da rentabilidade de empresas?*), elaboram-se as seguintes perguntas de pesquisa:

- a) Quais os principais índices econômico-financeiros que revelam a rentabilidade de empresas segundo especialistas?
- b) Quais as regras de inferência necessárias ao modelo?
- c) Qual o método de *defuzzificação* mais adequado?
- d) Um método específico, utilizando-se a lógica nebulosa, pode emular as complexidades do processo humano de decisão considerando as ambigüidades envolvidas na análise da rentabilidade de empresas?
- e) É possível implementar, em software específico, modelo nebuloso para análise da rentabilidade de empresas?

### **3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

Gil (1995, 70) define delineamento como “sendo o planejamento da pesquisa em sua amplitude mais completa, demonstrando sua forma, coleta, análise e interpretação dos dados, preocupando-se com o ambiente em que são coletados os dados, bem como as formas de controle das variáveis envolvidas”. O delineamento é um plano de ação para verificar as diferenças entre a teoria e os fatos, sua forma e como determinar sua execução.

De acordo com Kerlinger (1980, 94) “o delineamento procura evidenciar a maneira que o problema de pesquisa é conceituado e formatado em uma estrutura que se torna um guia para a experimentação, coleta de dados e análise”. O delineamento da pesquisa, na concepção do mesmo autor, é como o plano e a estrutura da investigação, concebidos de forma a obter-se respostas para as perguntas da pesquisa.

Seltiz et al. (1974, 272) propõem que o método a ser utilizado para a condução de uma pesquisa se relaciona com os objetivos da mesma e pode ter como alvo:

- a) adquirir familiaridade com um fenômeno ou compreendê-lo, de modo novo, para formular os problemas de forma mais precisa ou, ainda, criar novas hipóteses;
- b) apresentar as características de uma situação, de um grupo ou de um indivíduo;
- c) determinar a frequência com que algo ocorre ou com que está ligado a alguma outra coisa;
- d) verificar uma hipótese de relação causal entre variáveis.

Após a formulação do problema, conforme Triviños (1987, 109), “o investigador define o plano da investigação. Este plano deve permitir a coleta dos dados e análise das informações na forma mais racional possível, a fim de economizar esforços, recursos financeiros e tempo”. De acordo com o mesmo autor, em geral, existem três tipos de estudos cujas finalidades são diferentes: estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos experimentais. Assim, esta pesquisa é caracterizada como um estudo descritivo.

Conforme Triviños (1987, 112), “os estudo descritivos exigem do investigador, para que a pesquisa tenha certo grau de validade científica, uma precisa delimitação de técnicas, métodos, modelos e teorias que orientarão a coleta e interpretação dos dados”. Desta forma, a população e amostra devem ser claramente delimitadas; da mesma maneira, os objetivos do estudo, os termos e as variáveis, as hipóteses e as questões de pesquisa.

### **3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

É importante determinar os focos de investigação e estabelecer os limites do tema em estudo. Nesta perspectiva, Lakatos e Marconi (1991, 163) afirmam que “a amostra é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população); é um subconjunto do universo”.

A amostra retirada da população para este estudo é do tipo intencional, em respeito ao princípio da parcimônia e da evidência total, uma vez que se relaciona intencionalmente com certas características estabelecidas no plano de pesquisa, isto é, que esteja relacionada à análise da rentabilidade de empresas. Assim, o foco desta pesquisa está relacionado com profissionais (especialistas) envolvidos na análise da rentabilidade de empresas onde se buscou o aprofundamento do conteúdo objeto deste estudo.

### **3.4 DADOS**

Para a definição dos métodos a utilizar numa pesquisa, o pesquisador precisa conhecer o leque de métodos disponíveis, os diferentes tipos de dados que podem ser coletados, as diferentes fontes de dados e as diferentes formas de coletá-los.

Os dados utilizados na composição deste estudo serão de dois tipos: primários e secundários. Como argumenta Gil (1996, 122), “não existe limite inerente ou intrínseco ao objeto de estudo e os dados que se podem obter a seu respeito são infinitos, exige-se do pesquisador certa dose de intuição para perceber quais dados são suficientes para se chegar à compreensão do objeto como um todo”.

#### **3.4.1 Dados primários**

Conforme Mattar (1996, 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”. Os dados primários necessários a este estudo foram buscados em duas fases.

##### **a) Primeira fase**



Nesta fase, foi enviado por correio eletrônico (e-mail) para os Analistas Financeiros<sup>5</sup> do Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE, Unidade Florianópolis, um instrumento de pesquisa (Anexo I), contendo os índices de rentabilidade de empresas utilizados pelos autores citados no referencial teórico.

Os entrevistados responderam, de acordo com a escala Likert, seu grau de “concordância” ou “discordância”, numa categoria de cinco respostas, variando de 1 a 5, quanto à importância de cada índice para mensuração da rentabilidade de empresas. Neste mesmo questionário, foi identificado o perfil dos especialistas participantes da pesquisa.

#### b) Segunda fase

De acordo com os resultados obtidos na primeira fase, foi construído um segundo instrumento de pesquisa contendo os índices de rentabilidade mais relevantes para os especialistas entrevistados. Através de contato realizado pelo próprio pesquisador, quatro especialistas concordaram em participar desta segunda etapa. Cada um analisou cinco balanços de empresas, escolhidas aleatoriamente dentre os dados secundários, atribuindo nota quantitativa numa escala entre zero e dez para a rentabilidade de cada empresa.

Dentre estes especialistas, todos haviam participado da primeira fase da pesquisa e já realizaram análise financeira de empresas do setor de alimentos.

#### 3.4.2 Dados secundários

Dados secundários de acordo com Mattar (1996, 134):

São aqueles que já foram coletados, tabulados, ordenados e, às vezes, até analisados, com propósitos outros ao de atender às necessidades da pesquisa em andamento, e que tenham informações sobre o pesquisado e situações similares.

---

<sup>5</sup> O BRDE em Florianópolis conta com 20 Analistas Financeiros.

Dentre os setores nos quais são agrupadas as empresas, foi utilizada, neste estudo, a classificação empregada pelo Jornal Valor Econômico – Valor 1000, onde as empresas se encontram agrupadas em vinte e oito setores: açúcar e álcool; agricultura; água e saneamento; alimentos; bebidas e fumo; comércio atacadista; comércio exterior; comércio varejista; construção e engenharia; eletroeletrônica; energia elétrica; farmacêutica e cosméticos; materiais de construção e decoração; mecânica; metalurgia; mineração; papel e celulose; plásticos e borracha; química e petroquímica; serviços especializados; serviços médicos; siderurgia; tecnologia da informação; telecomunicações; têxtil; couro e vestuário; transportes e logística; veículos e peças.

A fonte para o levantamento dos dados secundários foi à base de dados da publicação do Jornal Valor Econômico – Valor1000, edição de 2004, onde se buscaram indicadores de empresas do setor de alimentos. A escolha do setor de alimentos como alvo deste estudo deu-se de forma intencional.

O Valor1000 reúne dados de mil empresas de diversos setores; destas, oitenta são do setor de alimentos. Neste estudo, foram retiradas da base de dados, treze empresas por não estar divulgada a receita líquida, o ativo, o lucro líquido, entre outros, imprescindíveis para o cálculo dos índices de rentabilidade. Dessa forma, foram selecionadas sessenta e sete empresas relacionadas no Anexo III.

O Retorno sobre o Patrimônio Líquido e a Margem Líquida são indicadores que se encontram relacionados no Valor1000, enquanto a Margem Operacional e Retorno sobre o Investimento necessitaram ser calculados.

### 3.5 CONSTRUÇÃO DO MODELO NEBULOSO

A construção do modelo nebuloso compreende as seguintes fases: na primeira fase, será explicitada a metodologia para construção das variáveis *fuzzy* de entrada (fuzzyficação); na segunda fase, a construção das regras de inferência pertinentes ao modelo; na terceira fase, a defuzzyficação; finalmente, será explicitado o software que será utilizado.

#### 3.5.1 Variáveis de entrada (fuzzificação)

Os dados primários, coletados junto aos especialistas na primeira fase de coleta dos dados primários, foram inicialmente armazenados em um provedor internet que hospedou o questionário e, posteriormente, exportados para o software Microsoft® Excel. Utilizando-se o software SPSS®, foi realizada a análise descritiva dos mesmos (somatório de pontos da escala Likert, média e desvio padrão), para identificar-se os índices de rentabilidade mais relevantes.

Utilizando-se também o software SPSS®, foi extraído da base de dados secundários o decil dos índices de rentabilidade mais relevantes. Após, de acordo com a escala de Matarazzo (2003, 200), os dados foram classificados e, a cada índice, foi atribuída uma variável qualitativa conforme sua posição em relação ao decil.

Tabela 01 – Conceitos Atribuídos aos índices conforme sua posição relativa

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

Adaptado de Matarazzo (2003, 200)

Com a utilização de um software específico, foram definidas as funções de pertinência *fuzzy*, conforme os resultados obtidos na análise dos dados. O primeiro passo na *fuzzificação* é o processo de colocar nomes no universo de discurso de cada entrada. O universo de discurso pode ser descrito como a faixa de valores associados a uma variável *fuzzy*, onde são definidos vários conjuntos *fuzzy*, dentro de um universo de discurso, cada qual com o seu próprio domínio, que sobrepõe com os domínios dos seus conjuntos *fuzzy* vizinhos. Ou seja, o universo de discurso se refere ao domínio que se dá a um determinado conjunto.

Os índices de rentabilidade identificados na primeira fase da coleta de dados primários foram as variáveis de entrada do modelo nebuloso. Cada variável de entrada “Índice<sub>1</sub>”, “Índice<sub>2</sub>”, “...” e “Índice<sub>n</sub>” possui sete termos qualitativos (Péssimo, Deficiente, Fraco, Razoável, Satisfatório, Bom e Ótimo), conforme a escada de Matarazzo (2003).

Cada conjunto recebeu uma faixa de valores correspondendo ao nome que lhe foi dado; este valor é chamado de grau de pertinência. Desta forma, a condição “Péssimo” recebeu um domínio de 0 ao 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.

### 3.5.2 Conjunto de regras

Para se utilizar sistemas que envolvem lógica *fuzzy*, são necessárias regras (R) do tipo IF-Then. Neste estudo, foram implementadas todas as combinações possíveis de regras de inferência.

Conjunto de regras (R) do tipo IF-THEN:

$R_1$ : **if**  $x_1$  é  $L_1$ , **and**  $x_2$  é  $L_1$ , **and** ... **and**  $x_n$  é  $L_1$  **then** avaliação é Péssimo  
 ....  
 ....  
 $R_n$ : **if**  $x_n$  é  $L_7$ , **and**  $x_n$  é  $L_7$ , **and** ... **and**  $x_n$  é  $L_7$  **then** avaliação é Ótimo

Onde:  $x_1$  = índice<sub>1</sub>,  $x_2$  = índice<sub>2</sub>, ...,  $x_n$  = índice<sub>n</sub>.  $L_1$ = péssimo,  $L_2$ = deficiente,  $L_3$ = fraco,  $L_4$ = razoável,  $L_5$ = satisfatório,  $L_6$ = bom e  $L_7$ = ótimo.

### 3.5.3 Defuzzificação

Diferentes métodos de defuzzificação são enumerados pela literatura, dentre eles: centro da média; centro da área e média dos máximos. Assim, a escolha deve recair sobre um deles e, segundo recomendações de alguns pesquisadores, dentre eles Von Altrock (1997), no campo das ciências sociais aplicadas e dos sistemas de informações para o processo de decisão, o método centro da área é o mais apropriado. Shaw e Simões (2001) discordam, afirmando que o método média do máximo é o mais recomendado para suporte a decisões qualitativas, como detecção de fraudes em cartão de crédito e avaliação de crédito.

Em virtude dessa certa “discordância” entre os autores pesquisados quanto ao método mais apropriado, neste estudo foram aplicados os três métodos anteriormente citados para identificar qual apresenta maior grau de precisão de acordo com as respostas obtidas junto a especialistas na segunda fase da pesquisa.

### 3.5.4 Software específico

Para a implementação de sistemas que envolvem lógica *fuzzy*, muitas vezes, faz-se necessária utilização de um software específico; dentre eles, destacam-se FuzzyTech®, Fuzzy

Calc® e o Matlab®. Este último é um poderoso e muito utilizado software de computação numérica desenvolvido para usuários das áreas industrial e acadêmica que necessitam de um ambiente capaz de, além de realizar cálculos matemáticos, possibilitar o desenvolvimento de algoritmos, a modelagem, a simulação de protótipos e a utilização de importantes rotinas internas.

O Matlab® (MATrix LABoratory) é um programa interativo para cálculos (e visualização) numéricos científicos e de engenharia. É um produto distribuído pela empresa norte-americana The MathWorks, Inc. Originalmente voltado para a álgebra linear numérica e o cálculo matricial, tem seus recursos básicos estendidos através de “toolboxes” (conjunto de funções ou “M-files”) como, por exemplo:

- **Financial Derivatives Toolbox** – Aplicativo Matlab®/Financial Toolbox, composto por funções de precificação e análise de sensibilidade de derivativos de renda fixa (Heath-Jarrow-Morton e Black-Derman-Toy), estrutura a termo, alocação de hedge.

- **Financial Time Series Toolbox** – Aplicativo Matlab®/Financial Toolbox, composto por funções de tratamento e análise de série temporais de dados financeiros (normalização, deslocamento de média, tratamentos estocásticos e Chaikin).

- **Financial Toolbox** – Aplicativo Matlab® para área financeira (estudo de preços, cálculo de juros e investimentos, análise de derivativos e otimização de portfólios). Statistics e Optimization Toolboxes são necessários para o funcionamento do Financial Toolbox.

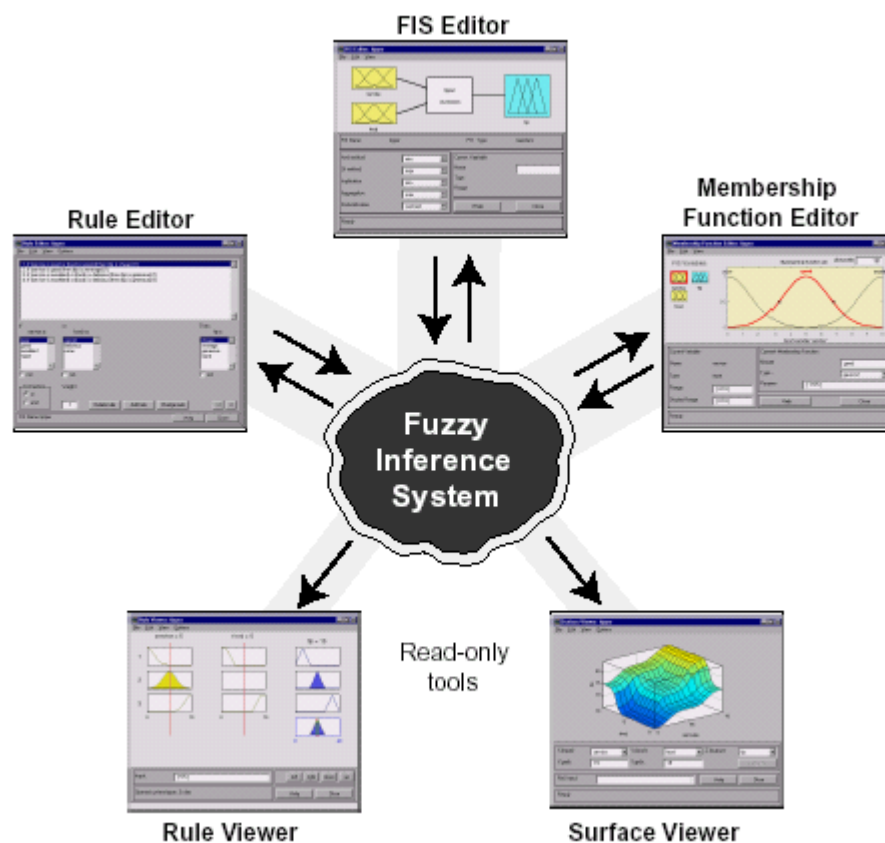
- **Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox** – Aplicativo Matlab® para resoluções de problemas de otimização aplicando algoritmos genéticos e de solução direta; pode-se aplicá-lo tendo como objetivo a análise de descontinuidades, não-linearidades, estocástica, ou derivadas indefinidas.

- **Neural Network Toolbox** – Aplicativo Matlab®, composto por funções para projeto, análise e simulação de sistemas de redes neurais.

- **Fuzzy Logic Toolbox** – Aplicativo Matlab® para área de modelamento e simulação de sistemas de controle baseados em lógica *fuzzy*.

Dessa forma, foi utilizada para a implementação do modelo nebuloso proposto neste estudo a “toolbox” Fuzzy Logic Toolbox que é uma coleção de funções construídas no Matlab® que disponibiliza ao usuário ferramentas para criação e edição de sistemas *fuzzy* e permite a integração com a ferramenta Neural Network Toolbox. Também justifica-se a utilização do Matlab® devido a sua disponibilidade.

Figura 12 – *Fuzzy Logic Toolbox*



Fonte: Fuzzy Logic Toolbox for use with Matlab® (2002, 2-30).

A Figura 12 demonstra de forma esquemática a interface gráfica do software utilizado. A definição da árvore de decisões do sistema é realizada na janela FIS Editor, a

construção das funções de pertinência é realizada na janela Membership Function Editor. A janela Rule Editor tem a finalidade de definição das regras de pertinência. E, através da janela Rule Viewer, pode-se inserir as entradas (inputs) no sistema, verificar as regras ativadas e a saída (output) gerada pelo sistema.

### **3.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA**

Apesar de todos os cuidados tomados na escolha do processo metodológico para a este estudo, bem como no próprio decorrer da análise dos dados coletados e construção do modelo nebuloso, é necessário salientar algumas possíveis limitações deste trabalho.

Deve-se levar em consideração que apenas um segmento de empresas foi objeto de estudo. As observações serão restritas ao segmento de alimentos, não permitindo generalizações para outros segmentos.

Recomenda-se sempre a utilização de demonstrações auditadas, uma vez que as não auditadas podem não refletir a verdadeira situação financeira da empresa. Dessa forma, os dados secundários desta pesquisa possivelmente podem não ter sido auditados antes de serem publicados.

Como a pesquisa proposta não é conclusiva, as situações que serão apresentadas só poderão ser estendidas a diferentes segmentos por ocasião de serem testados novos modelos e confirmadas em outros estudos.



## 4 MODELO DE ANÁLISE DA RENTABILIDADE DE EMPRESAS USANDO A LÓGICA NEBULOSA

O primeiro passo para a construção do modelo de análise da rentabilidade de empresas constituiu-se em determinar a importância de cada índice de rentabilidade na opinião dos analistas financeiros (especialistas) entrevistados. A fim de verificar se a amostra de especialistas selecionados é adequada ao modelo proposto, procurou-se primeiramente identificar o perfil dos mesmos.

### 4.1 PERFIL DA AMOSTRA

Tabela 02 – Graduação

	Abs	%
Administração	6	30
Ciências Contábeis	3	15
Economia	7	35
Outras	2	10
Não respondeu	2	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fonte: Autor da pesquisa

Conforme demonstra a Tabela 02, 30% dos entrevistados são formados em Administração, 15% em Ciências Contábeis, 35% em Economia, 10% em outras áreas (Agronomia e Direito) e 10% não responderam. De modo geral, pode-se afirmar que a amostra de especialistas possui formação adequada para contribuir com o modelo, pois os formados em Administração, Ciências Contábeis e Economia, áreas correlacionadas com a análise de rentabilidade de empresas, perfazem 80% da amostra.

Tabela 03 – Pós-Graduação

	Abs	%
Não possui	1	5
Especialização/MBA	8	40
Mestrado	5	25
Doutorado	4	20
Não respondeu	2	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor da pesquisa

No item Pós-graduação, da amostra selecionada, 5% não possui especialização, 40% possui pós-graduação em nível de especialista, 25% possui pós-graduação em nível de mestrado, 20% possui pós-graduação em nível de doutorado, 10% dos entrevistados não responderem. Percebe-se, na amostra, elevado percentual de mestres e doutores (45%) conferindo confiabilidade para a amostra.

Tabela 04 – Experiência em análise financeira

	Abs	%
Menos de 5 anos	9	45
5 – 10 anos	2	10
10 – 15 anos	4	20
Mais de 15 anos	5	25
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fonte: Autor da pesquisa

Nesta questão, procurou-se verificar a experiência dos entrevistados em análise financeira sendo que 45% possuem menos de cinco anos de experiência, 10% possuem entre cinco e dez anos de experiência, 20% entre dez e quinze anos e 25% mais de quinze anos de experiência como analista financeiro. Apesar de a amostra possuir 45% dos entrevistados com menos de cinco anos de experiência, ela é, de certa forma, compensada por possuir também 45% de especialistas atuando há mais de dez anos.

Tabela 05 – Experiência em análise financeira no setor de alimentos

	Abs	%
Sim	11	55
Não	8	40
Não respondeu	1	5
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fonte: Autor da pesquisa

Como o foco do modelo proposto é o setor de alimentos, procurou-se verificar o percentual de especialistas na amostra que já realizaram análise financeira de empresas desse setor. Assim, de acordo com a Tabela 05, 55% dos entrevistados já realizaram análise financeira de empresas do setor de alimentos, 40% afirmaram não ter realizado e 5% não responderam. Devido ao percentual de analistas com experiência em análise do setor de alimentos, acredita-se que a amostra escolhida é adequada ao modelo proposto.

#### 4.2 IMPORTÂNCIA DOS ÍNDICES DE RENTABILIDADE

Para selecionar os índices que farão parte do modelo nebuloso proposto, o segundo passo consistiu em identificar os índices de rentabilidade mais importantes para os especialistas, dentre aqueles listados pelos autores visitados neste estudo.

Tabela 06 – Importância dos índices de rentabilidade

Índice de Rentabilidade	Importância		Pouco importante					Muito importante				
			→									
	1	2	3	4	5	TOTAL						
Abs %	Abs %	Abs %	Abs %	Abs %	Abs %	Abs %						
Giro do Ativo	0 0	3 15	4 20	12 60	1 5	20 100						
Lucro por ação	0 0	4 20	9 45	4 20	3 15	20 100						
Margem Bruta	1 5	1 5	7 35	6 30	5 25	20 100						
Margem Líquida	0 0	0 0	4 20	11 55	5 25	20 100						
Margem Operacional	1 5	0 0	1 5	6 30	12 60	20 100						
Retorno sobre o Ativo (ROA)	0 0	0 0	10 50	6 30	4 20	20 100						
Retorno sobre o Investimento (ROI)	0 0	0 0	2 10	12 60	6 30	20 100						
Retorno sobre o P. Líquido (ROE)	0 0	0 0	5 25	6 30	9 45	20 100						

Fonte: Autor da pesquisa

A Tabela 06 demonstra a importância dos índices de rentabilidade na escala Likert. Dessa forma, 80% dos entrevistados atribuíram importância igual a 3 e 4 ao Giro do Ativo. 45% atribuíram importância igual a 3 para o Lucro por Ação. A Margem Bruta recebeu importância 3 e 4 por 65% dos especialistas. A Margem Líquida recebeu importância entre 4 e 5 por 80%. À Margem Operacional, foi atribuída importância 4 e 5 por 90% da amostra. 80% afirmaram que o Retorno sobre o Ativo (ROA) possui importância 3 e 4. O Retorno sobre o Investimento (ROI) recebeu importância 4 e 5 por 90% dos especialistas. O Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) recebeu importância 4 e 5 por 75% dos especialistas.

Tabela 07 – Avaliação dos índices de rentabilidade: por pontos totais e médios

	<b>Soma</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV*</b>
Margem Operacional	88	4,40	0,99	22,61
Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)	84	4,20	0,83	19,85
Retorno sobre o Investimento (ROI)	84	4,20	0,62	14,66
Margem Líquida	81	4,05	0,69	16,95
Retorno sobre o Ativo (ROA)	74	3,70	0,80	21,66
Margem Bruta	73	3,65	1,09	29,85
Giro do Ativo	71	3,55	0,83	23,26
Lucro por Ação	66	3,30	0,98	29,66

Fonte: Autor da pesquisa

Analisando a pontuação total da importância dos índices de rentabilidade na análise da rentabilidade de empresas do setor de alimentos na escala Likert, tem-se uma visão geral mais compactada da importância de cada um na opinião dos especialistas pesquisados. Assim, Margem Operacional é o índice de maior importância, destacado nas análises das respostas da escala, apresentando média de 4,40. Também com importância de destaque, tem-se o Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) e o Retorno sobre o Investimento (ROI), ambos com 4,20 na média; a Margem Líquida alcançou a média de 4,05. Com menor ênfase, aparece o Retorno sobre o Ativo (ROA) com média 3,70, Margem Bruta com média 3,65, Giro do Ativo com média 3,55 e, em último, Lucro por Ação com média 3,30.

Dentre os autores pesquisados (Assaf Neto, 2003; Brigham e Houston, 1999; Gitman, 2005; Iudícibus, 1998; Marion, 2002 e Matarazzo, 2003) neste estudo, quanto aos índices de rentabilidade, quatro (Brigham e Houston, 1999; Iudícibus, 1998; Marion, 2002 e Matarazzo, 2003) afirmam que três ou quatros índices são suficientes para mensurar a rentabilidade de empresas. Dessa forma, para construção do modelo nebuloso foram selecionados os índices Margem Operacional, Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE),

\* CV: coeficiente de variação. É um indicador de variabilidade em torno da média. O máximo de variabilidade em torno da média. O máximo de variabilidade admitida, para que a média seja considerada representativa, é de 30%.

Retorno sobre o Investimento (ROI) e Margem Líquida, por terem atingido a maior soma de pontos e a maior média de pontos.

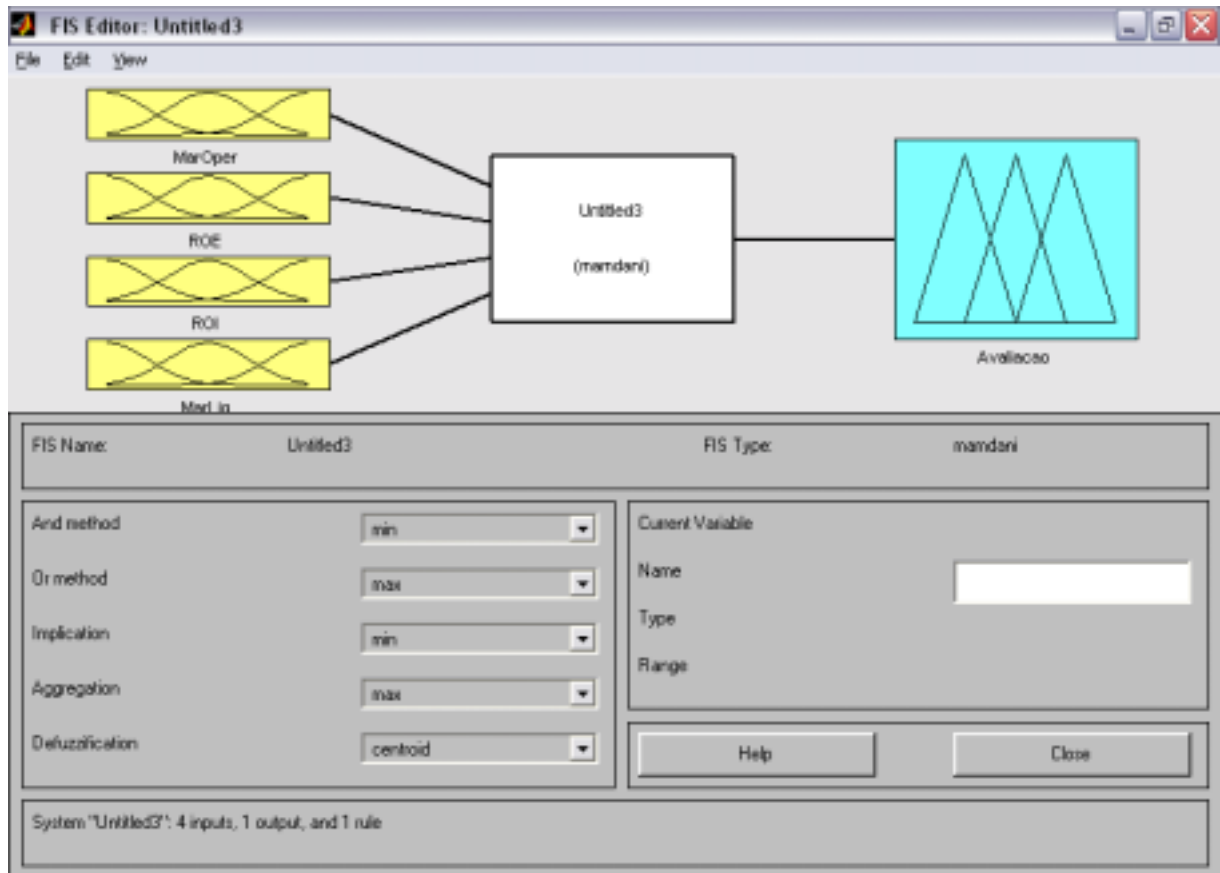
#### **4.3 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÕES**

O primeiro passo do carregamento do sistema consiste em determinar a árvore de decisões que o sistema utilizará, qual seja, quais são as variáveis lingüísticas de entrada, as variáveis de saída, qual a escala de valores atribuída a cada variável, as regras de conduta e o tipo de método de implicação e inferência que serão utilizados.

Conforme a Figura 13, a árvore de decisões do modelo proposto é composta por quatro entradas (Margem Operacional, Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE), Retorno sobre o Investimento (ROI) e Margem Líquida), uma base de regras e uma saída (Avaliação).

Por motivos operacionais, relativos ao software utilizado, as variáveis Margem Operacional, Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE), Retorno sobre o Investimento (ROI) e Margem Líquida foram definidas no software utilizado como MarOper, ROE, ROI e MarLiq respectivamente.

Figura 13 – Árvore de decisões



Fonte: Autor da pesquisa

#### 4.4 CONSTRUÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA (INPUT) E SAÍDA (OUTPUT)

A partir da base de dados secundários, foi extraído o decil dos índices de rentabilidade mais relevantes para os especialistas entrevistados das empresas do setor de alimentos constantes na edição de 2004 do Valor 1000.

Tabela 08 – Distribuição dos índices no decil

<b>Decil</b>	<b>Margem Operacional</b>	<b>Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)</b>	<b>Retorno sobre o Investimento (ROI)</b>	<b>Margem Líquida</b>
1°	-2,58	-5,70	-4,73	-1,30
2°	-0,04	1,90	0,92	0,40
3°	1,72	6,10	3,35	0,90
4°	3,04	10,10	4,30	1,60
5°	3,69	11,50	6,25	2,00
6°	4,86	13,80	7,44	2,60
7°	6,33	15,60	9,68	4,00
8°	7,59	26,50	11,55	5,10
9°	9,98	35,40	14,22	6,20

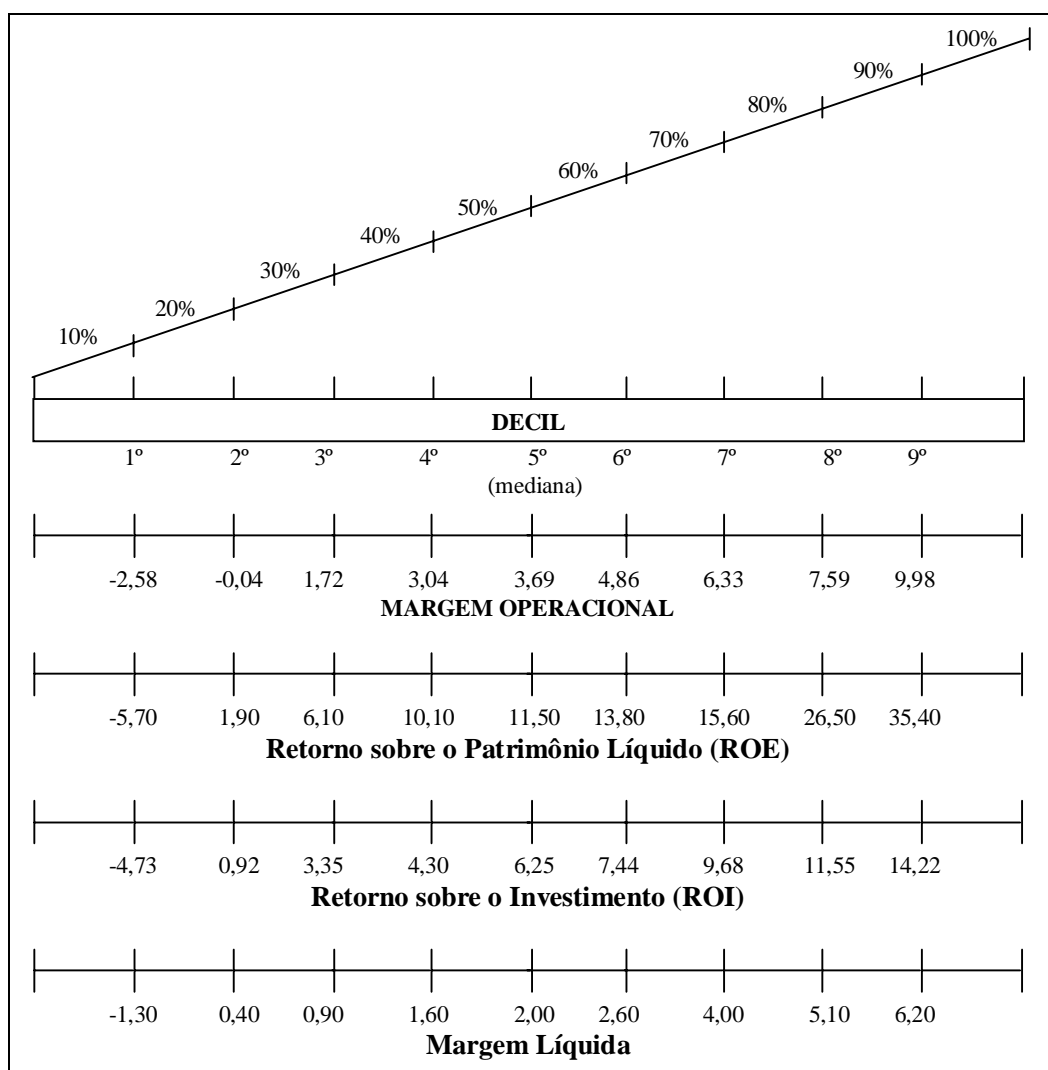
Fonte: Autor da pesquisa

Conforme a Tabela 08, a Margem Operacional obteve intervalo do 1° ao 9° decil entre -2,58 e 9,98; o Retorno do Patrimônio Líquido (ROE) obteve intervalo entre -5,70 e 35,40; o Retorno sobre o Investimento (ROI) obteve intervalo entre -4,73 e 14,22; e a Margem Líquida entre -1,30 e 6,20.

A Figura 14 demonstra o percentual de empresas posicionadas em determinado decil. Tomando como exemplo a Margem Líquida de -2,58, que equivale ao 1° decil, tem-se 10% das empresas situadas abaixo deste valor. Raciocínio idêntico é utilizado para o 2° decil (-0,04) onde se tem 20% das empresas abaixo deste valor. O 5° decil coincide com a mediana (3,69), uma vez que deixa 50% das empresas abaixo e 50% das empresas acima deste valor. O mesmo raciocínio pode ser utilizado para os demais índices de rentabilidade.



Figura 14 – Distribuição de empresas no decil



Fonte: Adaptado de Matarazzo (2003)

Cada variável de entrada, além da variável de saída, recebeu, de acordo com a escala de Matarazzo (2003), sete termos qualitativos (Péssimo, Deficiente, Fraco, Razoável, Satisfatório, Bom e Ótimo) de acordo com um decil correspondente.

#### 4.4.1 Função *fuzzy* de entrada: Margem Operacional

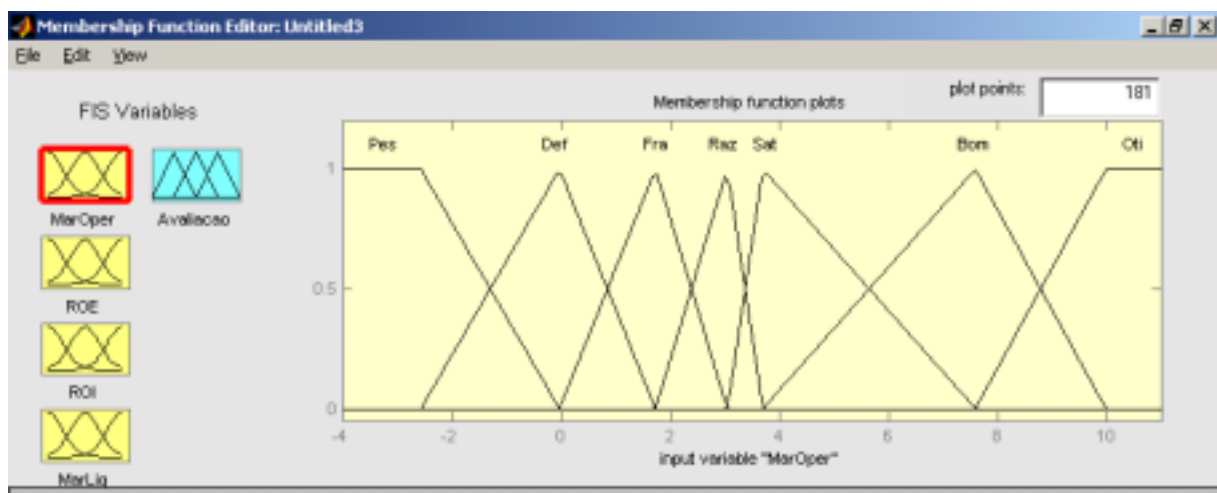
A Tabela 09 apresenta o domínio de cada rótulo da variável de entrada Margem Operacional, enquanto a Figura 15 apresenta o resultado da implementação da variável no software utilizado.

Tabela 09 – Variáveis linguísticas de entrada: Margem Operacional

Valor		Rótulo	
-4,00	a	-0,04	<b>Péssimo</b>
-2,58	a	1,72	<b>Deficiente</b>
-0,04	a	3,04	<b>Fraco</b>
1,72	a	3,69	<b>Razoável</b>
3,04	a	7,59	<b>Satisfatório</b>
3,69	a	9,98	<b>Bom</b>
7,59	a	11,00	<b>Ótimo</b>

Fonte: Autor da pesquisa

Figura 15 – Função fuzzy de entrada: Margem Operacional



Fonte: Autor da pesquisa

O rótulo **Péssimo** possui grau de pertinência igual a um para qualquer valor menor que -2,58, e deste a -0,04 pertinência decrescente até zero. **Deficiente** possui pertinência crescente de -2,58 a -0,04 e decrescente de -0,04 a 1,72. **Fraco** possui pertinência crescente de

-0,04 a 1,72 e decrescente de 1,72 a 3,04. **Razoável** possui pertinência crescente de 1,72 a 3,04 e decrescente de 3,04 a 3,69. **Satisfatório** possui pertinência crescente de 3,04 a 3,69 e decrescente de 3,69 a 7,59. **Bom** possui pertinência crescente de 3,36 a 7,59 e decrescente de 7,59 a 9,98. **Ótimo** possui pertinência crescente de 7,59 a 9,98 e pertinência igual a um acima deste valor.

#### 4.4.2 Função *fuzzy* de entrada: Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)

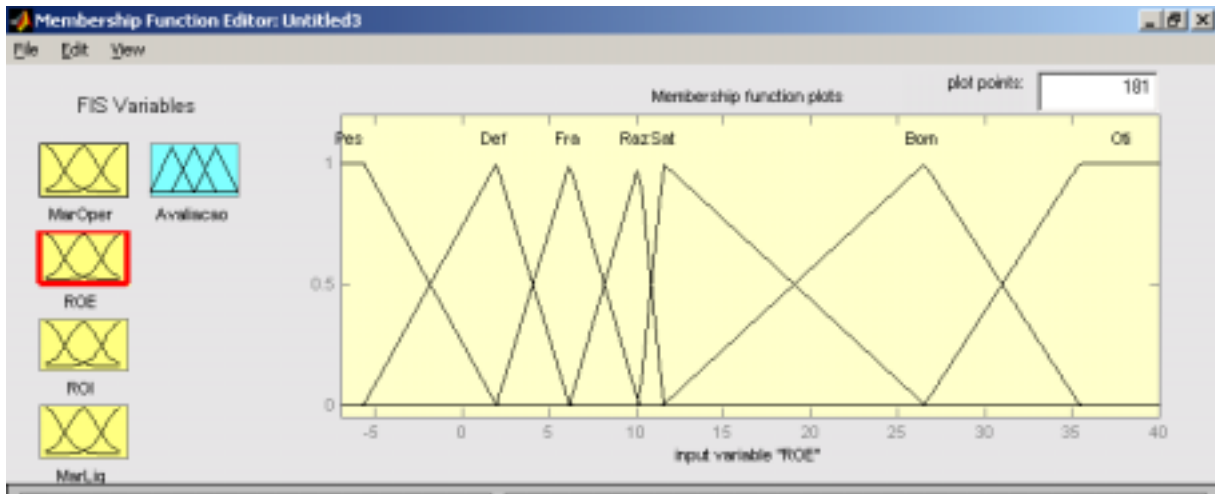
A Tabela 10 apresenta o domínio de cada rótulo da variável de entrada Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) enquanto a Figura 16 apresenta o resultado da implementação da variável no software utilizado.

Tabela 10 – Variáveis lingüísticas de entrada: Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)

Valor		Rótulo	
-6,00	a	1,90	<b>Péssimo</b>
-5,70	a	6,10	<b>Deficiente</b>
1,90	a	10,10	<b>Fraco</b>
6,10	a	11,50	<b>Razoável</b>
10,10	a	26,50	<b>Satisfatório</b>
13,80	a	35,40	<b>Bom</b>
26,50	a	40,00	<b>Ótimo</b>

Fonte: Autor da pesquisa

Figura 16 – Função *fuzzy* de entrada: Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)



Fonte: Autor da pesquisa

O rótulo **Pésimo** possui grau de pertinência igual a um para qualquer valor menor que -5,70, e deste a 1,90 pertinência decrescente até zero. **Deficiente** possui pertinência crescente de -5,70 a 1,90 e decrescente de 1,90 a 6,10. **Fraco** possui pertinência crescente de 1,90 a 6,10 e decrescente de 6,10 a 10,10. **Razoável** possui pertinência crescente de 6,10 a 10,10 e decrescente de 10,10 a 11,50. **Satisfatório** possui pertinência crescente de 10,10 a 11,50 e decrescente de 11,50 a 26,50. **Bom** possui pertinência crescente de 11,50 a 26,50 e decrescente de 26,50 a 35,40. **Ótimo** possui pertinência crescente de 26,50 a 35,40 e pertinência igual a um acima deste valor.

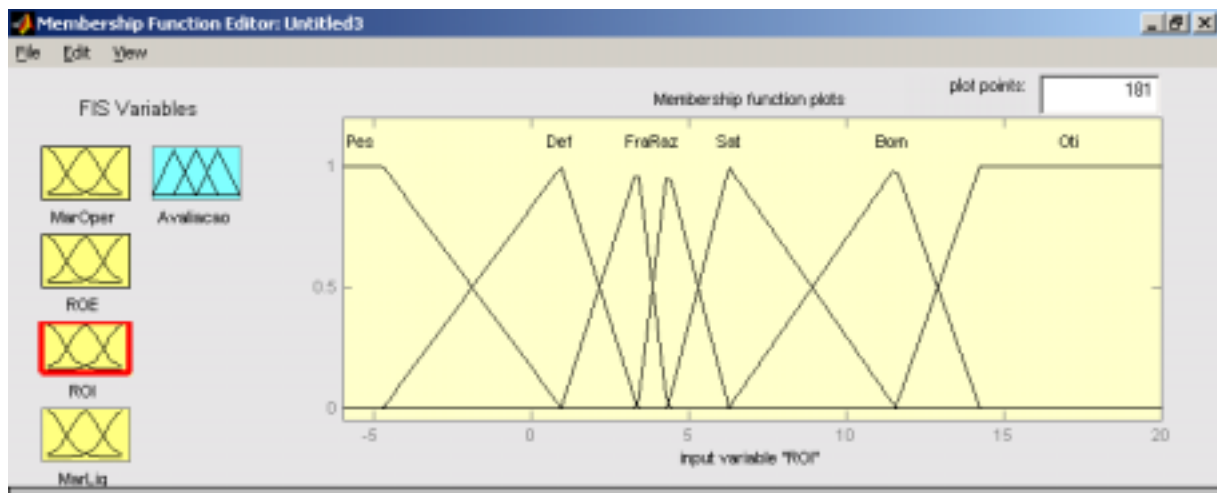
#### 4.4.3 Função *fuzzy* de entrada: Retorno sobre o Investimento (ROI)

A Tabela 11 apresenta o domínio de cada rótulo da variável de entrada Retorno sobre o Investimento (ROI) enquanto a Figura 17 apresenta o resultado da implementação da variável no software utilizado.

Tabela 11 – Variáveis lingüísticas de entrada: Retorno sobre o Investimento (ROI)

Valor		Rótulo
-6,00	a	0,92
-4,73	a	3,35
0,92	a	4,30
3,35	a	6,25
4,30	a	11,55
6,25	a	14,22
11,55	a	20,00

Fonte: Autor da pesquisa

Figura 17 – Função *fuzzy* de entrada: Retorno sobre o Investimento (ROI)

Fonte: Autor da pesquisa

O rótulo **Péssimo** possui grau de pertinência igual a um para qualquer valor menor que -4,73, e deste a 0,92 pertinência decrescente até zero. **Deficiente** possui pertinência crescente de -4,73 a 0,92 e decrescente de 0,92 a 3,35. **Fraco** possui pertinência crescente de 0,92 a 3,35 e decrescente de 3,35 a 4,30. **Razoável** possui pertinência crescente de 3,35 a 4,30 e decrescente de 4,30 a 6,25. **Satisfatório** possui pertinência crescente de 4,30 a 6,25 e decrescente de 6,25 a 11,55. **Bom** possui pertinência crescente de 6,25 a 11,55 e decrescente de 11,55 a 14,22. **Ótimo** possui pertinência crescente de 11,55 a 14,22 e pertinência igual a um acima deste valor.

#### 4.4.4 Função *fuzzy* de entrada: Margem Líquida

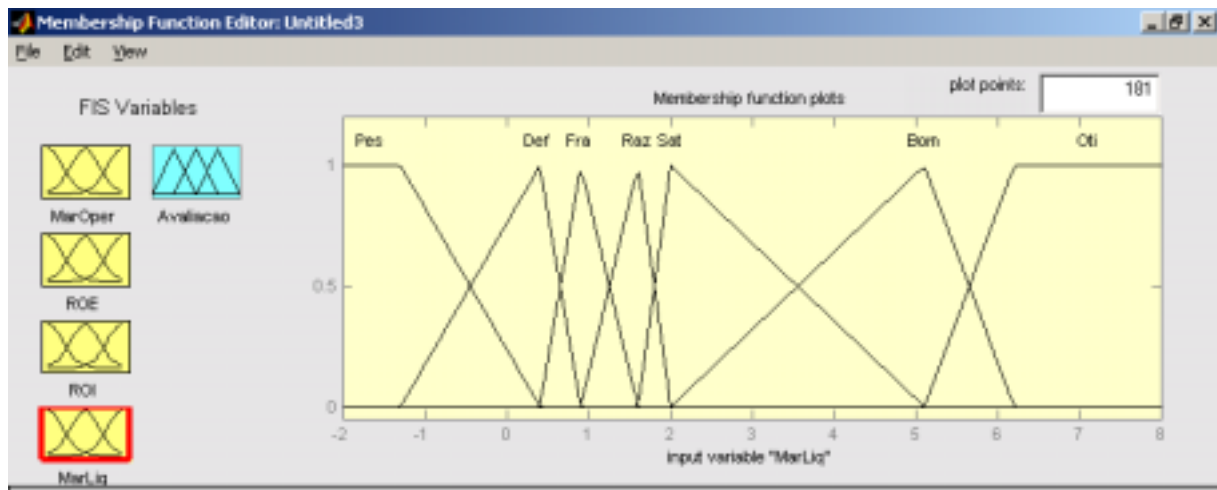
A Tabela 12 apresenta o domínio de cada rótulo da variável de entrada Margem Líquida enquanto a Figura 18 apresenta o resultado da implementação da variável no software utilizado.

Tabela 12 – Variáveis lingüísticas de entrada: Margem Líquida

Valor		Rótulo	
-2,00	a	0,40	<b>Péssimo</b>
-1,30	a	0,90	<b>Deficiente</b>
0,40	a	1,60	<b>Fraco</b>
0,90	a	2,00	<b>Razoável</b>
1,60	a	5,10	<b>Satisfatório</b>
2,00	a	6,20	<b>Bom</b>
5,10	a	8,00	<b>Ótimo</b>

Fonte: Autor da pesquisa

Figura 18 – Função *fuzzy* de entrada: Margem Líquida



Fonte: Autor da pesquisa

O rótulo **Péssimo** possui grau de pertinência igual a um para qualquer valor menor que -1,30, e deste a 0,40 pertinência decrescente até zero. **Deficiente** possui pertinência crescente de -1,30 a 0,40 e decrescente de 0,40 a 0,90. **Fraco** possui pertinência crescente de 0,40 a 0,90 e decrescente de 0,90 a 1,60. **Razoável** possui pertinência crescente de 0,90 a 1,60

e decrescente de 1,60 a 2,00. **Satisfatório** possui pertinência crescente de 1,60 a 2,00 e decrescente de 2,00 a 5,10. **Bom** possui pertinência crescente de 2,00 a 5,10 e decrescente de 5,10 a 6,20. **Ótimo** possui pertinência crescente de 5,10 a 6,20 e pertinência igual a um acima deste valor.

#### 4.4.5 Função *fuzzy* de saída: Avaliação

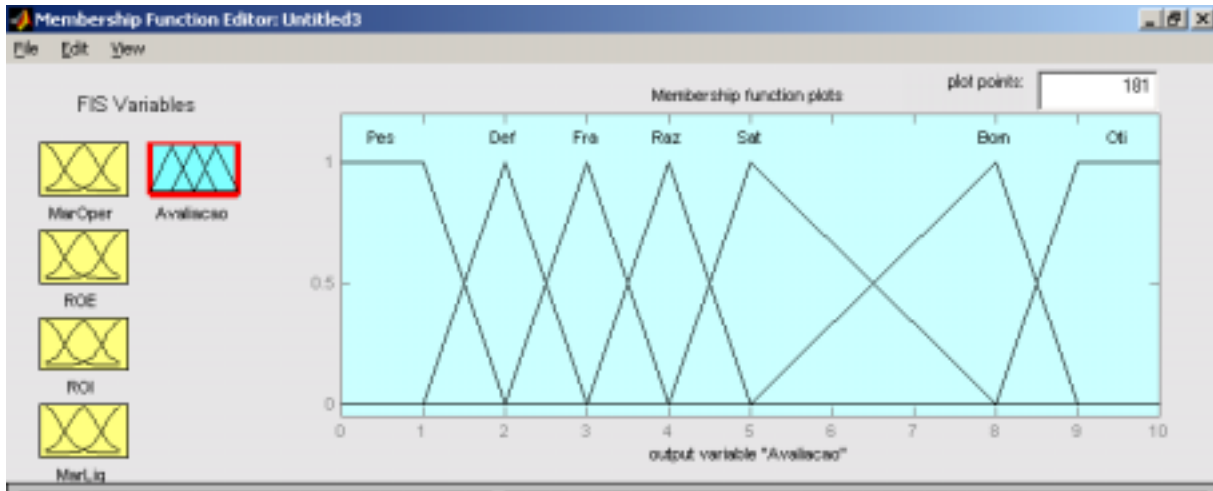
A Tabela 13 apresenta o domínio de cada rótulo da variável de saída Avaliação enquanto a Figura 19 apresenta o resultado da implementação da variável no software utilizado.

Tabela 13 – Variáveis lingüísticas de saída: Avaliação

Valor			Rótulo
0	a	2	<b>Péssimo</b>
1	a	3	<b>Deficiente</b>
2	a	4	<b>Fraco</b>
3	a	5	<b>Razoável</b>
4	a	8	<b>Satisfatório</b>
5	a	9	<b>Bom</b>
8	a	10	<b>Ótimo</b>

Fonte: Autor da pesquisa

Figura 19 – Função fuzzy de saída: Avaliação



Fonte: Autor da pesquisa

O rótulo **Péssimo** possui grau de pertinência igual a um para qualquer valor menor que 1,00, e deste a 2,00 pertinência decrescente até zero. **Deficiente** possui pertinência crescente de 1,00 a 2,00 e decrescente de 2,00 a 3,00. **Fraco** possui pertinência crescente de 2,00 a 3,00 e decrescente de 3,00 a 4,00. **Razoável** possui pertinência crescente de 3,00 a 4,00 e decrescente de 4,00 a 5,00. **Satisfatório** possui pertinência crescente de 4,00 a 5,00 e decrescente de 5,00 a 8,00. **Bom** possui pertinência crescente de 5,00 a 8,00 e decrescente de 8,00 a 9,00. **Ótimo** possui pertinência crescente de 8,00 a 9,00 e pertinência igual a um acima deste valor.

#### 4.5 REGRAS DE PRODUÇÃO

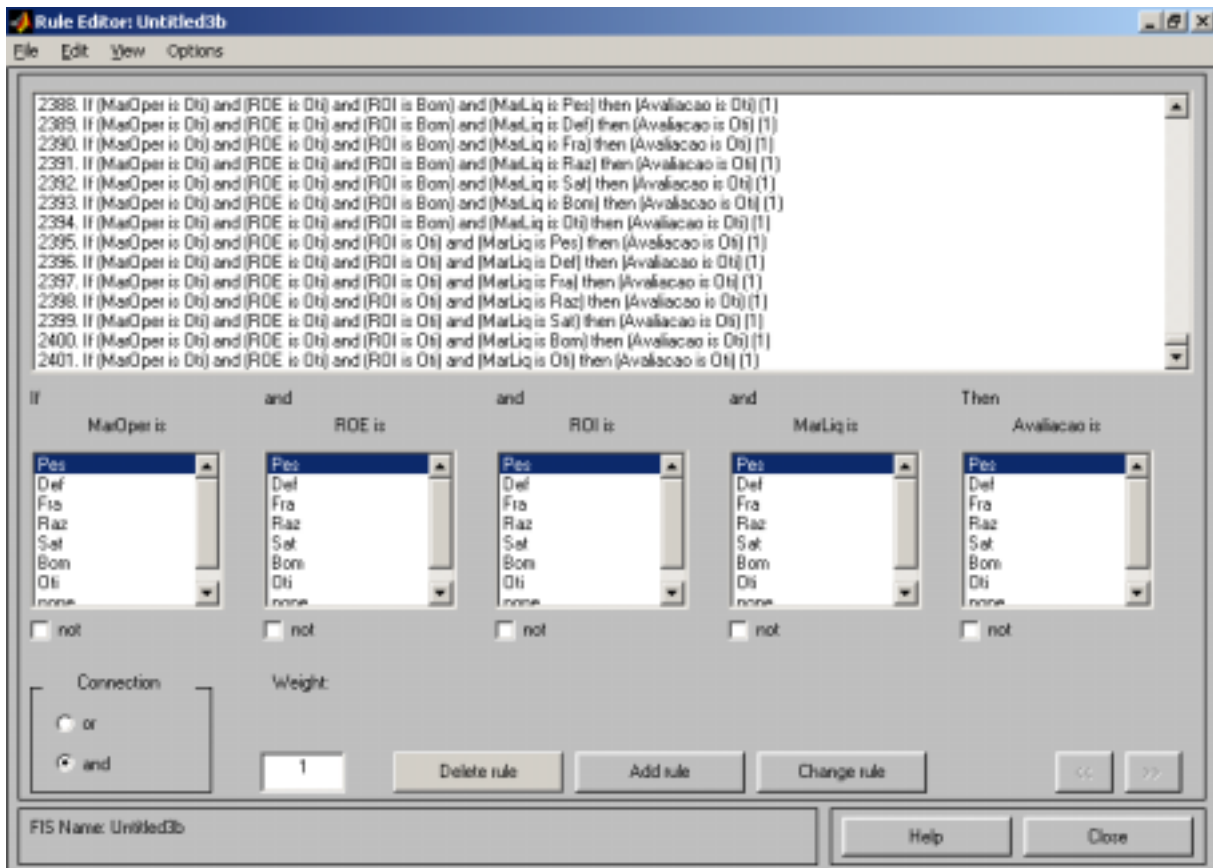
Para se utilizar sistemas que envolvem lógica *fuzzy*, são necessárias regras (R) do tipo IF-THEN. Para a implementação desse sistema nebuloso, foram utilizadas todas as combinações possíveis de regras ( $7^4$ ). Essa combinação implicou o desenvolvimento de 2401 (duas mil, quatrocentos e uma) regras.

A Figura 20 demonstra uma pequena quantidade das possibilidades de regras, sendo que o conjunto completo de regras encontra-se no ANEXO IV. O software, em uso, permite



que o usuário exclua, inclua ou limite as regras que deverão ser acionadas e as que deverão ser desprezadas. A opção *Weight* (último valor entre parênteses ao final de cada regra) significa o grau de verdade que o especialista atribui à regra para que o conseqüente seja gerado. Assim, se o grau de verdade for, por exemplo, “zero”, a regra sequer será acionada. Por outro lado, o valor “um” indica que a regra tem 100% de força para gerar a ação conseqüente.

Figura 20 – Conjunto de regras do sistema

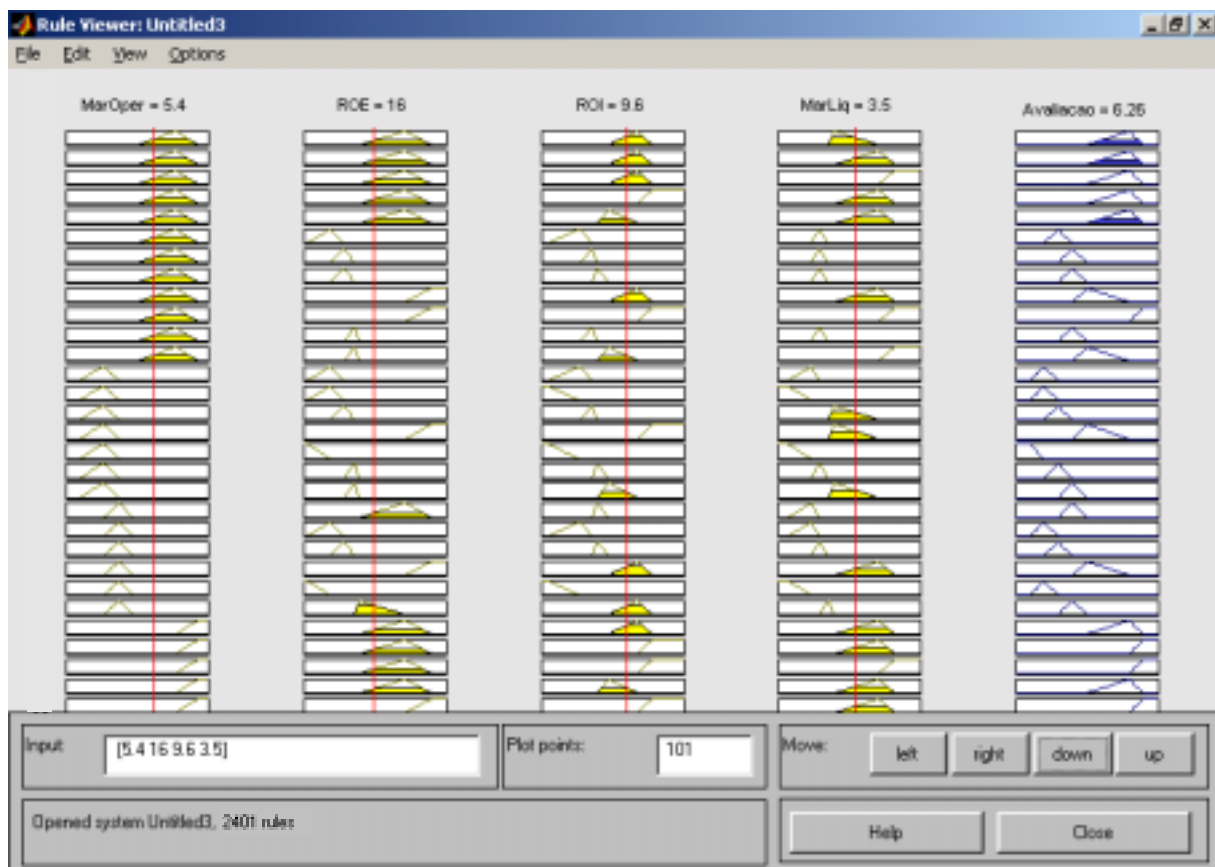


Fonte: Autor da pesquisa

#### 4.6 SAÍDAS DISCRETAS

Completadas todas as etapas de construção do modelo nebuloso, o sistema apresenta as saídas discretas. A Figura 20 demonstra as entradas (inputs) inseridas no sistema, as regras ativadas e a saída (output) discreta. Assim, supondo-se como exemplo uma empresa com os seguintes índices de rentabilidade: “Margem Operacional” (5,4), “Retorno sobre o Patrimônio Líquido – ROE” (16,0), “Retorno sobre o Investimento – ROI” (9,6) e “Margem Líquida” (3,5), o sistema retorna uma saída discreta para a “Avaliação” igual a 6,26<sup>6</sup>.

Figura 21 – Valores discretos de entradas e saída



Fonte: Autor da pesquisa

<sup>6</sup> O método de *defuzzificação* utilizado foi Centro da Área.

#### 4.7 TESTE PRÁTICO NO MODELO CONCEITUAL

O modelo de análise da rentabilidade de empresas implementado no aplicativo Matlab® foi testado junto a Analistas Financeiros do BRDE, quanto à sua capacidade de oferecer respostas consistentes com os objetivos para os quais foi concebido.

Dentre os Analistas Financeiros do BRDE, de acordo com o perfil levantado neste estudo, onze possuem experiência em análise financeira de empresas do setor de alimentos. Assim, foi realizado contato por correio eletrônico com estes solicitando sua participação nesta segunda etapa, sendo que quatro analistas se prontificaram em participar. Dessa forma, foram enviados dados de cinco empresas para cada analista. O número de cinco empresas por analista foi estipulado pelos mesmos de acordo com sua disponibilidade de tempo.

Selecionou-se de forma aleatória vinte (cinco para cada analista) empresas da base de dados. O processo de aleatoriedade deu-se da seguinte forma: as empresas foram listadas em ordem de classificação conforme o ranking Valor 1000 e divididas em dezessete grupos de quatro empresas (apenas o último grupo ficou com três empresas). Dentro de cada grupo, as empresas foram numeradas de 1 a 4. Sorteou-se um número e as empresas que possuíam este número foram selecionadas. Neste processo, ficaram faltando ainda três empresas para completar o total de vinte. Sorteou-se um novo número e selecionaram-se as três primeiras. Após, as empresas foram classificadas em ordem alfabética: o primeiro especialista analisou as cinco primeiras empresas; o segundo da sexta à décima e, assim, consecutivamente.

Destas vinte empresas, foram extraídos os índices de rentabilidade utilizados no modelo, e construído o instrumento de pesquisa (ANEXO II) para que os analistas atribuíssem nota quantitativa entre 0 e 10 para a rentabilidade de cada empresa. No referido instrumento de pesquisa, foi excluído o nome da empresa, pois este, de certa forma, poderia influenciar na análise dos especialistas.

No instrumento de pesquisa, relacionaram-se os índices de rentabilidade da empresa e, com a intenção de facilitar a análise por parte dos especialistas, posicionou-se cada índice no respectivo decil em relação às demais empresas do setor.

Os índices de rentabilidade destas vinte empresas foram inseridos no modelo nebuloso utilizando-se cada um dos três principais métodos de defuzzificação propostos pela literatura para comparação com a análise dos especialistas.

As Tabelas 14, 15 e 16 a seguir demonstram, de forma individual cada um dos métodos de defuzzificação utilizados comparativamente com os especialistas. A Tabela 17 procura demonstrar de forma consolidada essas três tabelas no intuito de identificar-se o método mais apropriado.

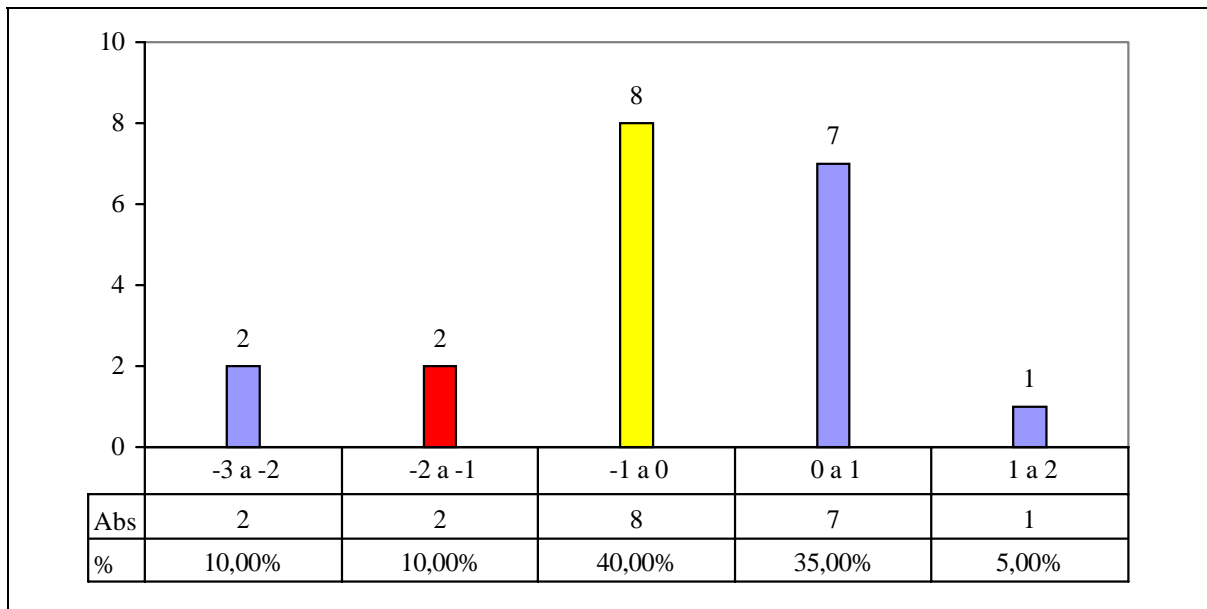
Tabela 14 – Teste prático: Defuzzificação pelo Centro da Área

Empresa	ENTRADAS				SAÍDA	Especialistas	Difer.
	MarOper	ROE	ROI	MarLiq	C-o-A		
Aurora	0,7	6,8	3,88	0,9	3,00	3,00	0,00
Barry Callebaut	11,3	37,1	20,45	5,6	9,16	10,00	-0,84
Braswey	-14,8	735,8	37,56	17,5	5,67	5,00	0,67
Brejeiro	4,9	13,8	11,46	1,7	6,23	6,00	0,23
Copacol	3,0	11,2	6,86	2,1	5,69	5,00	-0,69
Encomind	-2,8	-29,0	-14,23	-5	0,75	1,00	-0,25
Frisa	-0,9	-3,8	-2,32	-0,7	1,14	2,00	-0,86
Garoto	7,0	20,3	10,92	6,2	7,25	7,00	0,25
Itaimbé	3,0	11,5	6,42	2,3	5,67	5,00	0,67
Kraft Foods	7,0	10,1	6,45	6,3	5,68	8,00	-2,32
Líder Alimentos	3,4	32,7	2,42	0,6	5,82	4,00	1,82
Melitta	2,7	6,7	4,30	1,3	3,62	4,00	-0,38
Oleoplan	1,4	6,1	3,58	0,8	3,00	3,00	0,00
Pamplona	3,2	9,8	7,05	1,7	4,00	5,00	-1,00
Perdigão	5,4	16,9	9,68	3,5	6,34	7,00	-0,66
Rações Guabi	-2,6	13,3	7,04	1,6	4,00	3,00	1,00
Rações Total	6,1	55,2	11,22	4	5,74	7,00	-1,26
Sadia	8,2	30,3	18,09	9	9,13	9,00	0,13
SLC Alimentos	-2,0	-50,2	-42,56	-6,5	0,79	1,00	-0,21
Yoki	7,6	5,8	3,66	0,8	4,00	6,00	-2,00

Fonte: Autor da pesquisa

A Tabela 14 compara análises realizadas pelos especialistas e a análise realizada pelo sistema nebuloso utilizando o método de defuzzificação Centro da Área. Primeiramente, observa-se, que em duas análises, o sistema obteve concordância absoluta com os especialistas na análise das empresas Aurora e Oleoplan. Em oito análises, o sistema atribuiu nota inferior àquela atribuída pelos especialistas e, em dez análises, nota superior. A diferença máxima ocorreu com a empresa Kraft Foods onde o sistema atribuiu nota 2,32 pontos menor que a atribuída pelos especialistas.

Gráfico 01 – Distribuição de frequência: Defuzzificação pelo Centro da Área



Fonte: Autor da pesquisa

O Gráfico 01 demonstra a distribuição de frequência da diferença em pontos atribuída pelo sistema em relação aos especialistas. Observa-se que o sistema atribuiu nota superior a -2 pontos em 10% das análises. Nota superior a -1 ponto foi atribuída em 10% das análises. Em 40% das análises, o sistema atribuiu nota inferior a zero e 35% superior a zero. Atribuiu-se nota superior a 1 ponto em 5% das análises.

Em 75% das análises, o sistema diferiu em até um ponto para mais ou para menos, ocorrendo concordância absoluta em dois casos. Pode-se afirmar, assim, que é forte o indício

de confiabilidade e precisão do sistema para análise da rentabilidade de empresas utilizando-se este método de defuzzificação.

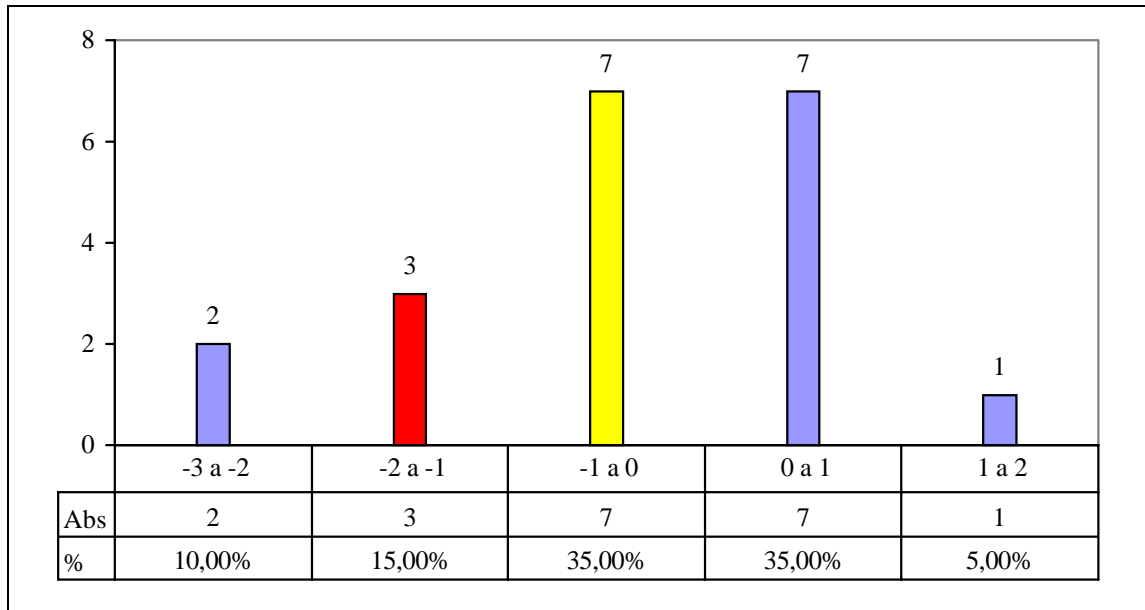
Tabela 15 – Teste prático: Defuzzificação pelo Centro do Máximo

Empresa	ENTRADAS				SAÍDA	Especialistas	Difer.
	MarOper	ROE	ROI	MarLiq	C-o-M		
Aurora	0,7	6,8	3,88	0,9	3,00	3,00	0,00
Barry Callebaut	11,3	37,1	20,45	5,6	9,20	10,00	-0,80
Braswey	-14,8	735,8	37,56	17,5	5,50	5,00	0,50
Brejeiro	4,9	13,8	11,46	1,7	6,20	6,00	0,20
Copacol	3,0	11,2	6,86	2,1	5,60	5,00	0,60
Encomind	-2,8	-29,0	-14,23	-5	0,70	1,00	-0,30
Frisa	-0,9	-3,8	-2,32	-0,7	1,00	2,00	-1,00
Garoto	7,0	20,3	10,92	6,2	7,30	7,00	0,30
Itaimbé	3,0	11,5	6,42	2,3	5,60	5,00	0,60
Kraft Foods	7,0	10,1	6,45	6,3	5,60	8,00	-2,40
Líder Alimentos	3,4	32,7	2,42	0,6	5,80	4,00	1,80
Melitta	2,7	6,7	4,30	1,3	3,70	4,00	-0,30
Oleoplan	1,4	6,1	3,58	0,8	3,00	3,00	0,00
Pamplona	3,2	9,8	7,05	1,7	4,00	5,00	-1,00
Perdigão	5,4	16,9	9,68	3,5	6,20	7,00	-0,80
Rações Guabi	-2,6	13,3	7,04	1,6	4,00	3,00	1,00
Rações Total	6,1	55,2	11,22	4	5,70	7,00	-1,30
Sadia	8,2	30,3	18,09	9	9,10	9,00	0,10
SLC Alimentos	-2,0	-50,2	-42,56	-6,5	0,80	1,00	-0,20
Yoki	7,6	5,8	3,66	0,8	4,00	6,00	-2,00

Fonte: Autor da pesquisa

A Tabela 15 compara análises realizadas pelos especialistas e a análise realizada pelo sistema nebuloso utilizando o método de defuzzificação Centro do Máximo. Observa-se que, em duas análises, o sistema obteve concordância absoluta com os especialistas na análise das empresas Aurora e Oleoplan, exatamente as mesmas empresas do método anterior. Em oito análises, o sistema atribuiu nota inferior àquela atribuída pelos especialistas e, em dez análises, nota superior. A diferença máxima ocorreu com a empresa Kraft Foods onde o sistema atribuiu nota 2,40 pontos menor que a atribuída pelos especialistas.

Gráfico 02 – Distribuição de frequência: Defuzzificação pelo Centro do Máximo



Fonte: Autor da pesquisa

O Gráfico 02 demonstra a distribuição de frequência da diferença em pontos atribuída pelo sistema em relação aos especialistas. Observa-se que o sistema atribuiu nota superior a -2 pontos em 10% das análises. Nota superior a -1 ponto foi atribuída em 15% das análises. Em 35% das análises, o sistema atribuiu nota inferior a zero e 35% superior a zero, 5% das análises, nota superior a 1 ponto.

Considerando-se que em 70% das análises o sistema diferiu em até um ponto para mais ou para menos, e tendo ocorrido concordância absoluta em dois casos, pode-se afirmar que é forte o indício de confiabilidade e precisão do sistema para análise da rentabilidade de empresas utilizando-se este método de defuzzificação.

Tabela 16 – Teste prático: Defuzzificação pela Média do Máximo

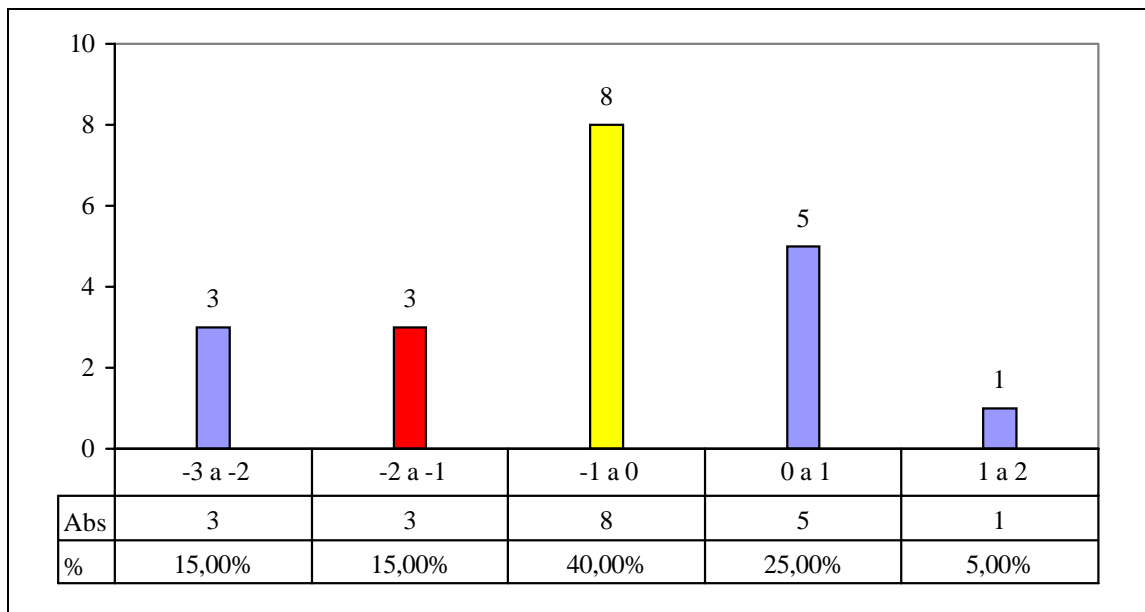
Empresa	ENTRADAS				SAÍDA	Especialistas	Difer.
	MarOper	ROE	ROI	MarLiq	M-o-M		
Aurora	0,7	6,8	3,88	0,9	3,00	3,00	0,00
Barry Callebaut	11,3	37,1	20,45	5,6	9,30	10,00	-0,70
Braswey	-14,8	735,8	37,56	17,5	5,00	5,00	0,00
Brejeiro	4,9	13,8	11,46	1,7	5,75	6,00	-0,25
Copacol	3,0	11,2	6,86	2,1	5,20	5,00	0,20
Encomind	-2,8	-29,0	-14,23	-5	0,50	1,00	-0,50
Frisa	-0,9	-3,8	-2,32	-0,7	0,70	2,00	-1,30
Garoto	7,0	20,3	10,92	6,2	7,60	7,00	0,60
Itaimbé	3,0	11,5	6,42	2,3	5,10	5,00	0,10
Kraft Foods	7,0	10,1	6,45	6,3	5,15	8,00	-2,85
Líder Alimentos	3,4	32,7	2,42	0,6	5,55	4,00	1,55
Melitta	2,7	6,7	4,30	1,3	4,00	4,00	0,00
Oleoplan	1,4	6,1	3,58	0,8	3,00	3,00	0,00
Pamplona	3,2	9,8	7,05	1,7	4,00	5,00	-1,00
Perdigão	5,4	16,9	9,68	3,5	5,50	7,00	-1,50
Rações Guabi	-2,6	13,3	7,04	1,6	4,00	3,00	1,00
Rações Total	6,1	55,2	11,22	4	5,00	7,00	-2,00
Sadia	8,2	30,3	18,09	9	9,25	9,00	0,25
SLC Alimentos	-2,0	-50,2	-42,56	-6,5	0,60	1,00	-0,40
Yoki	7,6	5,8	3,66	0,8	4,00	6,00	-2,00

Fonte: Autor da pesquisa

A Tabela 16 compara análises realizadas pelos especialistas e a análise realizada pelo sistema nebuloso utilizando o método de defuzzificação Média do Máximo. Observa-se que, em quatro análises, o sistema obteve concordância absoluta com os especialistas na análise das empresas Aurora, Braswey, Melitta e Oleoplan. Em dez análises, o sistema atribuiu nota inferior àquela atribuída pelos especialistas e, em seis análises, nota superior. A diferença máxima ocorreu com a empresa Kraft Foods onde o sistema atribuiu nota 2,85 pontos menor que a atribuída pelos especialistas.



Gráfico 03 – Distribuição de frequência: Defuzzificação pela Média do Máximo



Fonte: Autor da pesquisa

O Gráfico 03 demonstra a distribuição de frequência da diferença em pontos atribuída pelo sistema em relação aos especialistas. Observa-se que o sistema atribuiu nota superior a -2 pontos em 15% das análises. Nota superior a -1 ponto foi atribuída em 15% das análises. Em 40% das análises, o sistema atribuiu nota inferior a zero e 25% superior a zero e nota superior a 1 ponto em 5% das análises.

Considerando-se que em 65% das análises o sistema diferiu em até um ponto para mais ou para menos, e tendo ocorrido concordância absoluta em quatro casos, pode-se afirmar que é forte o indício de confiabilidade e precisão do sistema para análise da rentabilidade de empresas utilizando-se este método de defuzzificação.

Tabela 17 – Teste prático: Comparativo dos métodos de defuzzificação

Empresa	Especialistas	Centro da Área		Centro do Máximo		Média do Máximo	
		C-o-A	Difer.	C-o-M	Difer.	M-o-M	Difer.
Aurora	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00
Barry Callebaut	10,00	9,16	0,84	9,20	0,80	9,30	0,70
Braswey	5,00	5,67	-0,67	5,50	-0,50	5,00	0,00
Brejeiro	6,00	6,23	-0,23	6,20	-0,20	5,75	0,25
Copacol	5,00	5,69	-0,69	5,60	-0,60	5,20	-0,20
Encomind	1,00	0,75	0,25	0,70	0,30	0,50	0,50
Frisa	2,00	1,14	0,86	1,00	1,00	0,70	1,30
Garoto	7,00	7,25	-0,25	7,30	-0,30	7,60	-0,60
Itaimbé	5,00	5,67	-0,67	5,60	-0,60	5,10	-0,10
Kraft Foods	8,00	5,68	2,32	5,60	2,40	5,15	2,85
Líder Alimentos	4,00	5,82	-1,82	5,80	-1,80	5,55	-1,55
Melitta	4,00	3,62	0,38	3,70	0,30	4,00	0,00
Oleoplan	3,00	3,00	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00
Pamplona	5,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00
Perdigão	7,00	6,34	0,66	6,20	0,80	5,50	1,50
Rações Guabi	3,00	4,00	-1,00	4,00	-1,00	4,00	-1,00
Rações Total	7,00	5,74	1,26	5,70	1,30	5,00	2,00
Sadia	9,00	9,13	-0,13	9,10	-0,10	9,25	-0,25
SLC Alimentos	1,00	0,79	0,21	0,80	0,20	0,60	0,40
Yoki	6,00	4,00	2,00	4,00	2,00	4,00	2,00
<b>Diferença mínima</b>			<b>-2,3200</b>		<b>-2,4000</b>		<b>-2,8500</b>
<b>Diferença máxima</b>			<b>1,8200</b>		<b>1,8000</b>		<b>1,5500</b>
<b>Diferença média</b>			<b>-0,2160</b>		<b>-0,2500</b>		<b>-0,4400</b>
<b>Desvio-padrão</b>			<b>0,9997</b>		<b>1,0013</b>		<b>1,0767</b>

Fonte: Tabelas 14, 15 e 16

A Tabela 17 demonstra comparativamente os três métodos de defuzzificação em relação às análises feitas pelos especialistas. O método Média do Máximo foi o que mais diferiu negativamente ao atribuir -2,85 pontos em uma das análises. A menor diferença negativa ocorreu com o método Centro da Área com -2,32 pontos. Os métodos Centro da Área e Centro do Máximo obtiveram concordância absoluta em duas análises e a Média do Máximo obteve concordância absoluta em quatro análises. Com 1,82 pontos o Centro da Área foi o método que obteve a maior diferença positiva, seguido pelo método Centro do Máximo

com 1,80 pontos e o método com menor discordância positiva foi o método Média do Máximo com 1,55 pontos.

Utilizando a diferença média e o desvio-padrão para analisar o desempenho de cada um dos métodos, observa-se que o Centro da Área obteve diferença média de -0,2160 pontos e desvio-padrão igual a 0,9997 pontos, podendo-se afirmar que, em 68% das análises realizadas pelo modelo nebuloso, diferiu entre -1,2157 e 0,7837 pontos. O método Centro do Máximo obteve diferença média igual -0,2500 pontos e desvio-padrão de 1,0013 pontos, o que significa que, em 68% das análises, a diferença ficou entre -1,2513 e 0,7513 pontos. O método Média do Máximo obteve diferença média de -0,4400 pontos e desvio-padrão 1,0767 pontos, podendo-se afirmar que, em 68% das análises, a diferença variou entre -1,5167 e 0,6367 pontos.

Para determinar a possibilidade de existência de diferença das médias entre os especialistas e os métodos de defuzzificação, utilizou-se o Teste-Z (bi-caudal) de diferença entre as médias com nível de significância igual 0,05. Desta forma foram formuladas as seguintes hipóteses:

$H_0$ : não há diferença entre as médias

$H_1$ : há diferença entre as médias

Tabela 18 – Teste – Z

	Média	Variância	n	Hipóteses da diferença de média	z	P(Z ≤ z) Bi-caudal	z crítico Bi-caudal
Especialistas	5,0500	6,2605	20				
Centro da Área	4,8340	5,7278	20	0	0,2790	<b>0,7803</b>	1,9600
Centro do Máximo	4,8000	5,7421	20	0	0,3227	<b>0,7469</b>	1,9600
Média do Máximo	4,6100	5,8715	20	0	0,5649	<b>0,5721</b>	1,9600

Observa-se na Tabela 18 que em todos os três métodos de defuzzificação a hipótese  $H_0$  foi aceita, pois o método Centro da Área obteve valor de  $P = 0,7803$ , Centro do Máximo obteve o valor de  $P = 0,7469$  e Média do Máximo obteve valor de  $P = 0,5721$ , sendo todos eles maiores que 0,05. Como o Teste-T não confirma a existência de diferença entre as médias dos métodos utilizados no modelo nebuloso e os especialistas todos os três métodos podem ser utilizados.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A proposta deste estudo foi a construção de um modelo para análise da rentabilidade de empresas utilizando uma abordagem baseada na lógica nebulosa (*fuzzy logic*), visando estabelecer uma base científica com a utilização de um método quantitativo.

Para simulação e testes de funcionamento do modelo, utilizou-se um software (*Matlab® 6.0 Release 12*) e a sua validação operacional foi realizada tanto através de entrevistas aplicadas junto a especialistas e obras literárias, quanto pela utilização de base de dados para processamento e análise comparativa dos resultados de análises realizadas por especialistas.

Os tópicos conclusivos deste estudo, bem como sugestões, são as seguintes:

↪ O grupo de índices para a análise da rentabilidade de empresas mais relevantes para os especialistas pesquisados coincidiu apenas com os índices de rentabilidade utilizados por Iudícibus (1998), sendo que os demais autores divergiram em relação a um ou dois índices de rentabilidade.

↪ O Retorno sobre o Patrimônio Líquido é destacado pelos autores pesquisados e pelos especialistas como importante índice de rentabilidade. Salienta-se que a Margem Operacional foi o índice mais importante conforme os especialistas pesquisados sendo que este, muitas vezes, não é definido como índice de rentabilidade por alguns dos autores pesquisados. A discordância, talvez, possa ser

explicada pelo fato de a pesquisa ter-se restringido ao setor de alimentos, sendo que foi solicitado aos especialistas que apontassem os índices mais importantes para análise da rentabilidade de empresas do referido setor, enquanto os autores visitados propõem um conjunto de índices “genéricos” para análise de empresas de todos os setores.

↳ A determinação do melhor método de defuzzificação foi uma preocupação constante neste estudo por não haver na literatura especializada consenso quanto ao método mais apropriado ao propósito deste modelo. Assim, verificou-se pequena diferença entre os métodos, ou seja, qualquer um dos métodos de defuzzificação pode ser utilizado neste modelo.

↳ Quanto aos aspectos operacionais em si do sistema, observou-se que o software utilizado é de fácil manuseio, com bons recursos de auxílio ao usuário e com um conjunto de recursos gráficos e visuais que facilitam o entendimento do processo e dos resultados apurados. Um ponto a desejar, talvez, seja a ausência de uma ferramenta que gere, de forma automática, o conjunto de regras de inferência, evitando-se recorrer ao modo de programação.

↳ As evidências coletadas em decorrência dos testes aplicados permitem aceitação do modelo proposto, bem como indicam que o modelo concebido com o uso da lógica nebulosa contempla os aspectos ambíguos e incertos inerentes à análise da rentabilidade de empresas.

↪ A lógica nebulosa permitiu tratar, de forma numérica, predicados tais como “péssimo”, “deficiente”, “fraco”, “razoável”, “satisfatório”, “bom” e “ótimo”. Como decorrência dos adequados tratamentos, o resultado da avaliação é expresso em um valor numérico que representa a avaliação quantitativa da rentabilidade das empresas.

↪ O modelo conceitual se mostrou plenamente operacional e, portanto, aplicável na atividade de análise de rentabilidade de empresas. O potencial de aplicação de versões ampliadas e aperfeiçoadas do modelo em questão, assim como a lógica nebulosa e outros métodos quantitativos podem ser voltados especificamente para a sinalização de ocorrências de fraudes ou, até mesmo, para corrigir desvios involuntários de analistas ao mensurar rentabilidade de empresas.

↪ Outros métodos quantitativos, tais como as redes neurais e os algoritmos genéricos, poderiam ser aplicados em modelos de análise da rentabilidade de empresas, tendo como base o presente modelo, ou desenvolvidos para aplicações similares. Como eventual desvantagem, poderia ser aqui reconhecida a necessidade de capacitar os analistas financeiros nos conceitos de lógica nebulosa e de operar com esse aplicativo de informática ou com outros congêneres.

Finalizando, espera-se que o presente estudo possa contribuir para a análise de balanços e, mais especificamente, para a análise da rentabilidade de empresas na medida em que visou demonstrar a viabilidade da aplicação prática de um instrumento das Ciências Exatas para tentar mensurar elementos típicos das Ciências Sociais Aplicadas. Naturalmente, em razão do seu caráter inovador, tanto a proposta do estudo em si, como o modelo

conseqüentemente gerado, demandam o envolvimento de pesquisadores também de outras disciplinas para melhorar e ampliar as oportunidades de aplicação.



## **BIBLIOGRAFIA**

ANTUNES, Jerônimo. **Modelo de Avaliação de risco de controle utilizando a lógica nebulosa**. São Paulo: 2004. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) – Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

ASSAF NETO, Alexandre. **Estrutura e Análise de Balanços**. 7<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. **Finanças e Valor Corporativo**. São Paulo: Atlas, 2003.

BOJADZIEV, George e BOJADZIEV, Maria. **Fuzzy Logig for Business, Finance ans Management**. London: World Scientific, 1997.

BORTHICK, FAYE. **Artificial Inteligence in auditing:assumption and preliminary development**. Advances in Accounting. Vol.5, p.179-204, 1987.

BRAGA, Hugo R. **Demonstrações Contábeis: Estrutura, Análise e Interpretação**. 5<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2003.

BRIGHAM, Eugene F. e HOUSTON, Joel F. **Fundamentos da Moderna Administração Financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

DESHMUKH, A; TALLURU, L. **A fuzzy set approach to client acceptance decisions. Applications of Fuzzy Sets and the Theory of Evidence to Accounting, II**. JAI Press. Stanford, p 131-150, 1998.

FEIGENBAUM, Edward A. **knowledge engineering in the 80's**. Dept. of Computer Science, Stanford: Stanford University, 1982.

FRIEDLOB, George Thomas. SCHLEIFER, Lydida L. F. **Fuzzy Logic: Application for auditing risk and Uncertainty**. Managerial Auditing Journal. 14, 3, 1999, pp.

FUZZY LOGIC TOOLBOX USER'S GUIDE, COPYRIGHT 1995–2002 by The MathWorks, Inc.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1995.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 10<sup>a</sup> ed. São Paulo: Pearson Education, 2005.

HARRINGTON, Susan; TWARK, Allan. **The application of expert systems to security analysis**. Review of Business. Vol.12, n.4 p.24-30, 1991.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Análise de Balanços**. Análise da liquidez e do endividamento; Análise do giro, rentabilidade e alavancagem financeira. São Paulo: Atlas, 1998.

KANEKO, T. **Building a financial diagnosis system based on fuzzy logic production system**. Computers Ind. Engenhering. Vol. 31, ¾. 1996.

KERLINGER, F. Nichols. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. São Paulo: Atlas, 1980.

KLIR G. and YUAN Bo. **Basic concepts and history of fuzzy set theory and fuzzy logic**. Handbook of Fuzzy Computation. London: Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, 1998.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

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

p.657-665, 2003.

MARION, José Carlos. **Análise das Demonstrações Contábeis**. Contabilidade Empresarial. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, Eliseu e ASSAF NETO, Alexandre. **Administração financeira: as finanças das empresas sob condições inflacionárias**. São Paulo: Atlas, 1986.

MATARAZZO, Dante C. **Análise Financeira de Balanços**. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de Marketing**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 1996. v.1.

RANGONE, Andréa. **Linking organizational effectiveness, key success factors and performance measures: an analytical framework**. Management Accounting Research, 1997, 8, 207-219.

RUSPINI, Henrique H. and MAMDANI, E. H. **Why Fuzzy Logic?**. Handbook of Fuzzy Computation. London: Insitute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, 1998.

RUSPINI, Henrique H. **Fuzzy Sets: Concepts and Characterizations**. Handbook of Fuzzy Computation. London: Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, 1998.

SANVICENTE, Antonio Z. **Administração financeira**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 1983.

SELLTIZ, Claire et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: E.P.U., 1974.

SERGUIIEVA, Antoaneta. HUNTER, John. **Fuzzy interval methods in investment risk appraisal**. Fuzzy Sets and Systems. Vol. 142. 443-466. 2004.

SHAW, Ian S. e SIMÕES, Marcelo Godoy. **Controle e Modelagem Fuzzy**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

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

SIEGEL, Philip H., KORVIN, Andre de, OMER, Khursheed. (Editors). **Applications of Fuzzy Sets and the Theory of Evidence to Accounting, II**. JAI Press. Stanford. 1998.

STEINBART, Paul. **The construction of a ruled-based expert system as a method for studying materiality judgments**. The Accounting Review. n.1, p.97-116, January 1987.

SYAU, Yu-Ru, et ali. **Fuzzy numbers in the credit rating of enterprise financial condition**. Review of Quantitative Finance and Accounting. 17: 35. 2001.

TREUHERZ, Rolf M. **Análise financeira por objetivos**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Pioneira, 1978.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais. A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VASARHELYI, Miklos A. e KOGAN, Alexander. **Artificial intelligence in accounting and auditing**. Towards new paradigms. Princenton: Markus Wiener Publishers, 1998.

VON ALTROCK, Constantin. **Fuzzy logic and fuzzy applications in business and finance**. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

YAGER, R.S.; OVCHINNIKOV, r Tong and NGUYEN, H. **Fuzzy Sets and Applications**. Selected paper by L. A. Zadeh, New York: John Wiley, 1987.

Zadeh, Lotfi A. **Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes**. IEEE *Trans. on Systems Man Cybernet*, 3, pp. 28-44, 1973.

**ANEXOS**

## ANEXO I – 1º INSTRUMENTO DE PESQUISA

Solicito o preenchimento do questionário utilizando a escala de cinco pontos, a análise deve ser feita em relação à importância individual de cada índice mencionado para mensuração da rentabilidade de empresas do setor de alimentos. 1 representa POUCO IMPORTANTE e 5 MUITO IMPORTANTE. Se houver alguma observação ou caso particular, utilize o espaço indicado.

Lembre-se de que se trata de um trabalho meramente acadêmico, sendo todos os dados tratados com o maior sigilo. A sua colaboração é muito importante para a realização deste trabalho.

Graduação:	<input type="checkbox"/> Administração	<input type="checkbox"/> Ciências Contábeis	<input type="checkbox"/> Economia	<input type="checkbox"/> Outra
Pós-Graduação:	<input type="checkbox"/> Especialização/MBA	<input type="checkbox"/> Mestrado	<input type="checkbox"/> Doutorado	
Tempo que trabalha com análise financeira de empresas (anos)?	_____			
Já analisou análise financeira de empresas do setor de alimentos?	<input type="checkbox"/> Sim		<input type="checkbox"/> Não	

ÍNDICE DE RENTABILIDADE	Pouco importante		Muito importante		
	1	2	3	4	5
<b>Giro do Ativo</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Lucro por Ação</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Margem Bruta</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Margem Líquida</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Margem Operacional</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Retorno sobre o Ativo (ROA)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Retorno sobre o Investimento (ROI)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

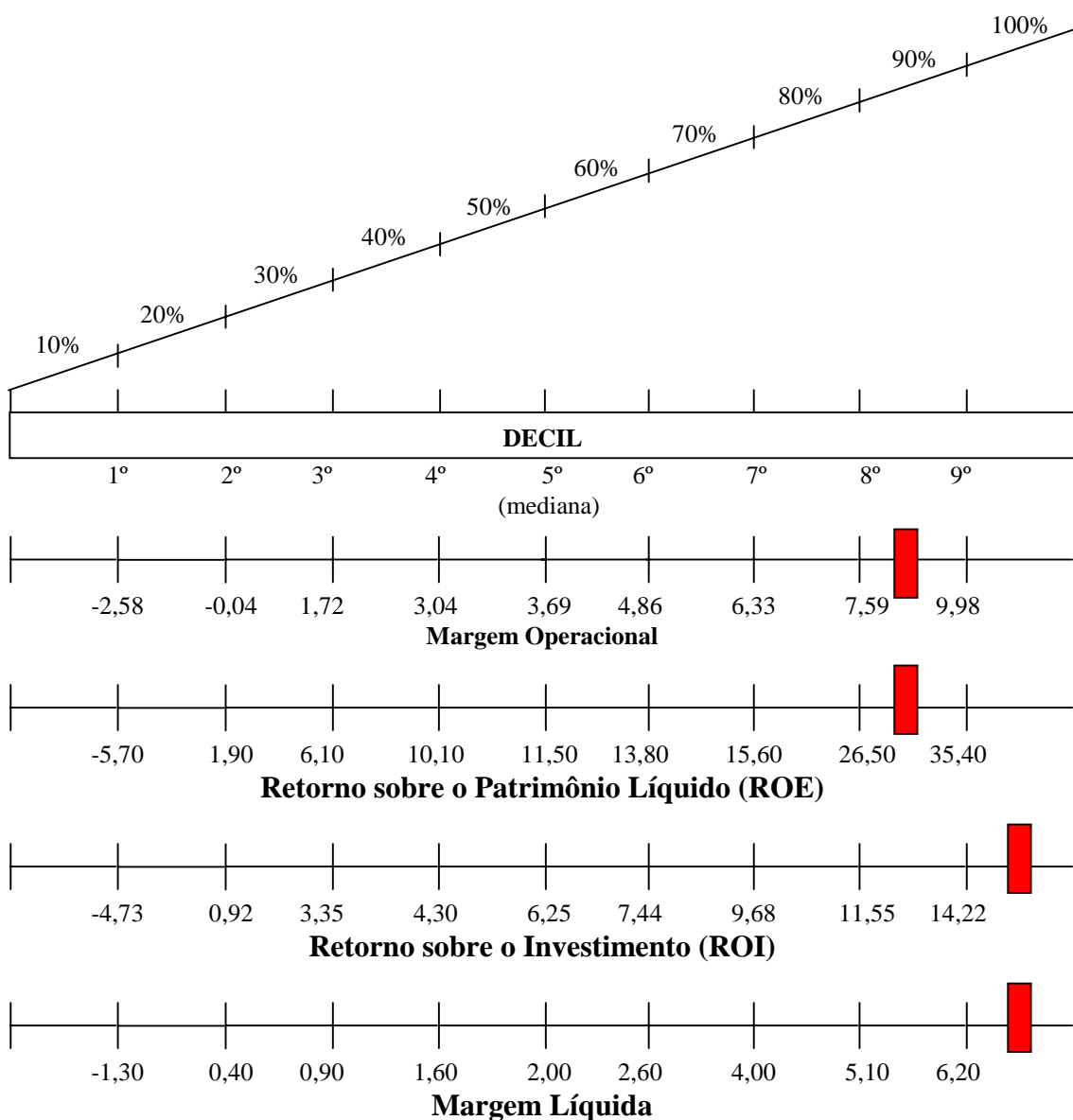
## ANEXO II – 2º INSTRUMENTO DE PESQUISA

### EMPRESA 01

Baseado nos índices **Margem Operacional**, **Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)**, **Retorno sobre o Investimento (ROI)** e **Margem Líquida**, solicito sua avaliação, numa escala entre **0 e 10**, quanto à rentabilidade da empresa a seguir. Todas as empresas pertencem ao setor de alimentos, a fim de facilitar a análise encontra-se indicado o decil de cada índice em relação ao setor.

Lembre-se de que se trata de um trabalho meramente acadêmico, sendo todos os dados tratados com o maior sigilo. A sua colaboração é muito importante para a realização deste trabalho.

Margem Operacional	8,20
Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)	30,30
Retorno sobre o Investimento (ROI)	18,09
Margem Líquida	9,00
<b>AVALIAÇÃO</b>	

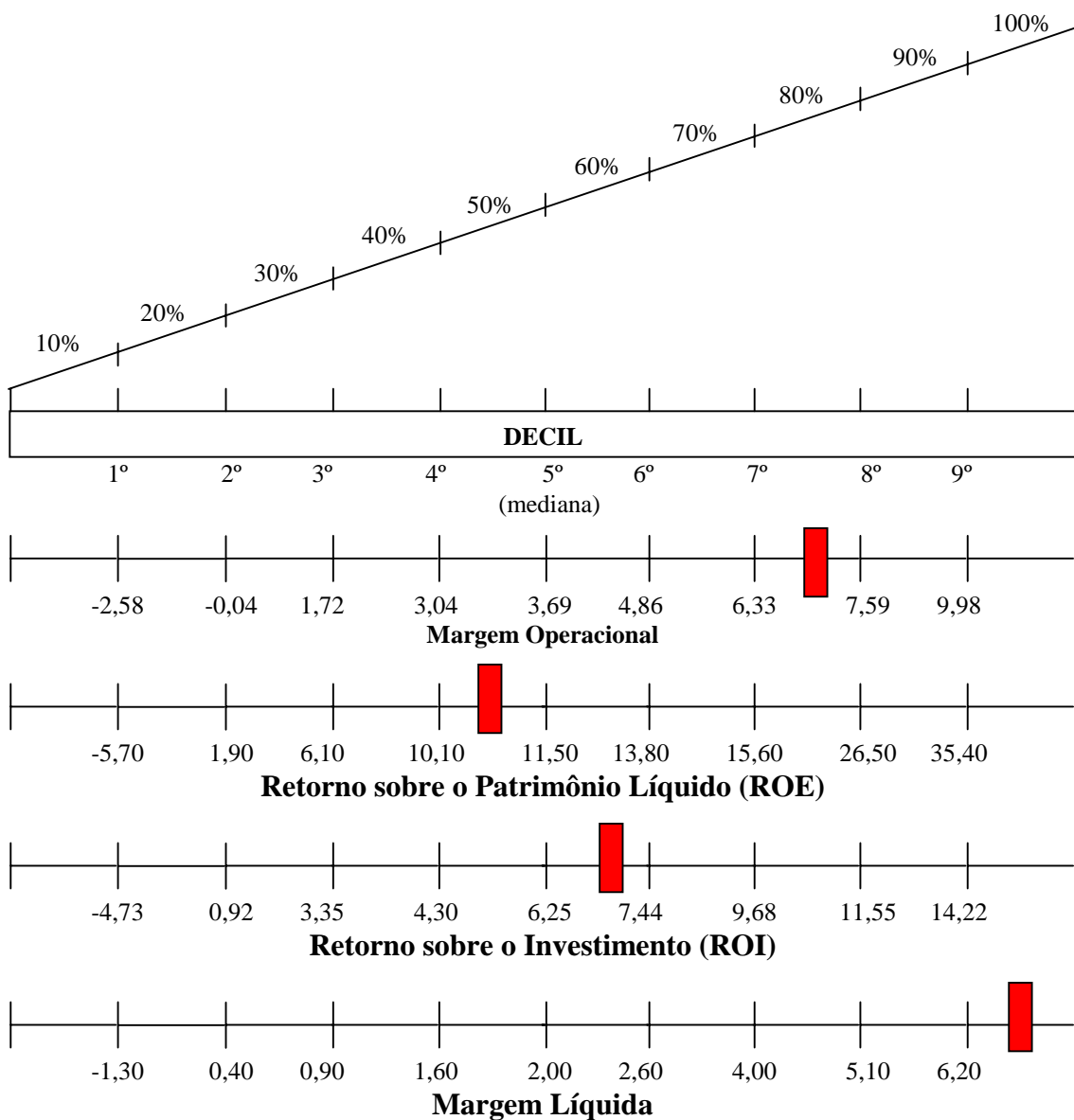


## EMPRESA 02

Baseado nos índices **Margem Operacional**, **Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)**, **Retorno sobre o Investimento (ROI)** e **Margem Líquida**, solicito sua avaliação, numa escala entre **1 e 10**, quanto à rentabilidade da empresa a seguir. Todas as empresas pertencem ao setor de alimentos, a fim de facilitar a análise encontra-se indicado o decil de cada índice em relação ao setor.

Lembre-se de que se trata de um trabalho meramente acadêmico, sendo todos os dados tratados com o maior sigilo. A sua colaboração é muito importante para a realização deste trabalho.

Margem Operacional	7,00
Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)	10,10
Retorno sobre o Investimento (ROI)	6,45
Margem Líquida	6,30
<b>AVALIAÇÃO</b>	



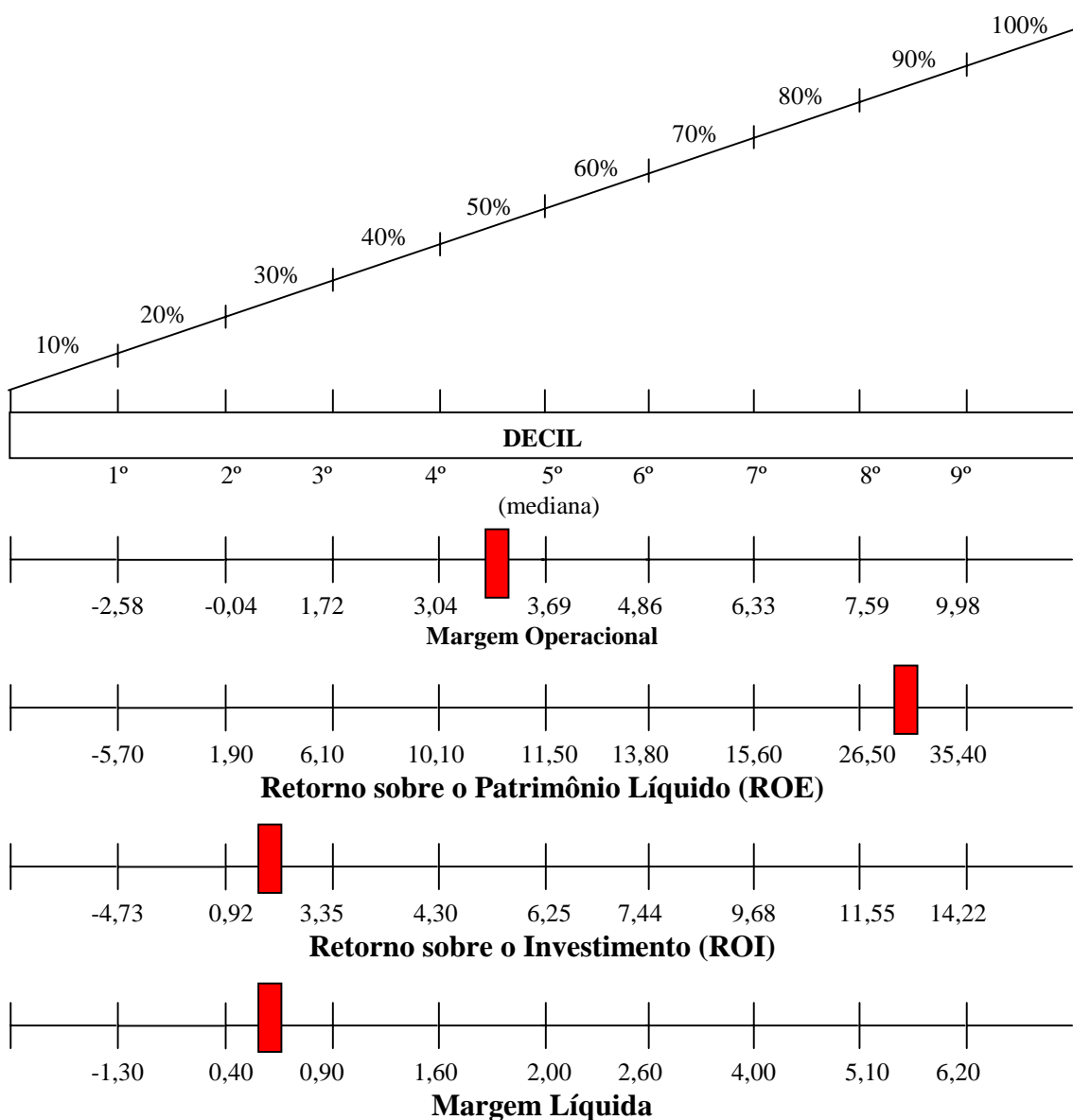


**EMPRESA n....**  
**EMPRESA 20**

Baseado nos índices **Margem Operacional**, **Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)**, **Retorno sobre o Investimento (ROI)** e **Margem Líquida**, solicito sua avaliação, numa escala entre **1 e 10**, quanto à rentabilidade da empresa a seguir. Todas as empresas pertencem ao setor de alimentos, a fim de facilitar a análise encontra-se indicado o decil de cada índice em relação ao setor.

Lembre-se de que se trata de um trabalho meramente acadêmico, sendo todos os dados tratados com o maior sigilo. A sua colaboração é muito importante para a realização deste trabalho.

Margem Operacional	3,40
Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)	32,70
Retorno sobre o Investimento (ROI)	2,42
Margem Líquida	0,60
<b>AVALIAÇÃO</b>	



## ANEXO III – EMPRESAS DO SETOR DE ALIMENTOS – VALOR 1000

Classificação 2003	Empresa	Margem Operacional	Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)	Retorno sobre o Investimento (ROI)	Margem Líquida
9	Bunge Alimentos	4,7	40,0	19,10	5,6
14	Cargill	0,9	74,5	11,55	5,6
31	Sadia	8,2	30,3	18,09	9
37	Nestlé Brasil	6,5	26,4	6,25	4,8
42	Coinbra	1,7	-11,0	-5,16	-1,3
46	Perdigão	5,4	16,9	9,68	3,5
110	Kraft Foods	7,0	10,1	6,45	6,3
118	Amaggi	0,0	27,4	13,46	2,5
134	Caramuru	-1,7	2,4	1,06	0,2
136	Frangosul	3,3	8,3	4,82	2
158	Aurora	0,7	6,8	3,88	0,9
165	Avipal	-1,1	4,6	2,59	1,8
193	Frigorífico Marfrig	4,7	35,4	6,68	1,3
203	Bianchini	5,4	20,2	12,12	3
218	Itaimbé	3,0	11,5	6,42	2,3
257	Moinhos Cruzeiro do Sul	6,3	7,7	1,31	0,6
296	Elegê	-0,1	8,0	5,08	2,7
303	Frigorífico Minerva	6,9	14,9	8,88	2,7
305	Garoto	7,0	20,3	10,92	6,2
309	Granol	3,1	4,6	3,35	1,4
339	Cotrel	3,8	0,3	0,20	0,1
342	Camil	3,7	-13,6	-4,73	-1,4
350	Copacol	3,0	11,2	6,86	2,1
357	Josapar	9,1	12,5	4,99	2,4
378	ABC Inco	5,3	15,6	9,36	2,6
430	Sementes Selecta	8,3	57,1	30,30	4
436	Brejeiro	4,9	13,8	11,46	1,7
452	Batávia	-4,6	-74,6	-25,12	-8
464	Friogestrela	1,1	14,4	3,44	0,5
467	Yoki	7,6	5,8	3,66	0,8
500	Barry Callebaut	11,3	37,1	20,45	5,6
502	Moinhos Anaconda	10,0	13,0	11,17	5

Continua

<b>Classificação 2003</b>	<b>Empresa</b>	<b>Margem Operacional</b>	<b>Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)</b>	<b>Retorno sobre o Investimento (ROI)</b>	<b>Margem Líquida</b>
520	Vigor	6,4	1,9	0,92	0,9
530	Cacique	4,5	14,1	11,12	6,7
532	Braswey	-14,8	735,8	37,56	17,5
549	CCL	-3,3	11,5	3,35	1,4
560	Santa Amália	2,2	34,2	8,05	2,6
587	Itasa	26,7	15,3	13,81	18,2
597	Pamplona	3,2	9,8	7,05	1,7
603	Coniexpress	10,8	11,0	7,80	2,7
660	Marilan	3,8	-4,5	-1,67	-0,4
665	Leco	11,4	11,5	5,46	4,7
676	Rações Total	6,1	55,2	11,22	4
695	Frango Sertanejo	-1,9	-20,3	-6,98	-3,5
747	Brasfrigo	9,2	14,2	7,44	5,1
753	Piraquê	9,2	12,4	10,66	14,5
758	Rações Guabi	-2,6	13,3	7,04	1,6
759	Embaré	7,1	68,3	31,88	6
763	Yakult	-12,2	-5,7	-4,88	-5,7
766	Parati	3,7	13,3	6,14	3
775	Melitta	2,7	6,7	4,30	1,3
797	Dori	10,2	27,3	14,22	4,5
810	GDC	12,1	26,5	11,84	5,1
815	Líder Alimentos	3,4	32,7	2,42	0,6
820	SLC Alimentos	-2,0	-50,2	-42,56	-6,5
824	Massas Vilma	2,8	1,7	0,76	0,3
859	Cotrisel	4,8	22,6	12,70	4,1
865	Laticínios Morrinhos	-5,6	0,9	0,84	0,4
882	Frisa	-0,9	-3,8	-2,32	-0,7
903	Cooperativa Languiru	5,9	2,6	1,63	0,9
935	CAAL	3,7	12,1	3,49	1,9
937	Pastifício Selmi	10,7	23,7	14,36	7
943	Encomind	-2,8	-29,0	-14,23	-5
951	Moinho do Nordeste	1,6	-0,7	-0,49	-0,1
961	Kowalski	2,0	11,2	8,28	1,6
987	Riclan Alimentos	2,1	37,0	21,94	5,9
991	Oleoplan	1,4	6,1	3,58	0,8

Fonte: Valor 1000































































































(R)	IF...	THEN
	2387. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Sat) and (MarLiq is Oti) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2388. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Bom) and (MarLiq is Pes) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2389. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Bom) and (MarLiq is Def) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2390. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Bom) and (MarLiq is Fra) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2391. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Bom) and (MarLiq is Raz) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2392. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Bom) and (MarLiq is Sat) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2393. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Bom) and (MarLiq is Bom) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2394. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Bom) and (MarLiq is Oti) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2395. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Oti) and (MarLiq is Pes) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2396. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Oti) and (MarLiq is Def) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2397. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Oti) and (MarLiq is Fra) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2398. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Oti) and (MarLiq is Raz) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2399. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Oti) and (MarLiq is Sat) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2400. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Oti) and (MarLiq is Bom) then (Avaliacao is Oti) (1)	
	2401. If (MarOper is Oti) and (ROE is Oti) and (ROI is Oti) and (MarLiq is Oti) then (Avaliacao is Oti) (1)	