



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

MODELO FUZZY PARA VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS

Rafael Chagas Vitalino
Ricardo Avila Guterres Pinheiro Leite

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador:
Prof. Armando Gonçalves Neto, D. Sc.

Rio de Janeiro
Setembro de 2012

**MODELO FUZZY PARA VALORAÇÃO DE
PEQUENAS EMPRESAS**

Rafael Chagas Vitalino
Ricardo Avila Guterres Pinheiro Leite

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.

Examinado por:

Prof. Armando Gonçalves Neto, D.Sc. (Orientador)

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Daniel Barroso Barros, M.Sc.

Rio de Janeiro
Setembro de 2012

Leite, Ricardo Avila Guterres Pinheiro

Vitalino, Rafael Chagas

Modelo Fuzzy para Valoração de Pequenas Empresas – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2012.

vii, 57 p.: il; 29,7 cm.

Orientador: Prof. Armando Gonçalves Neto (D.Sc.)

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia de Produção, 2012.

1. Lógica Fuzzy. 2. Valoração. 3. Pequenas Empresas.

I. Neto, Armando Gonçalves II. Universidade Federal do Rio de Janeiro III. Valoração de Pequenas Empresas baseada em Lógica Fuzzy.

Agradecimentos

Primeiramente agradecemos a Deus por ter nos concedido o direito a vida. Não menos importantes, agradecemos aos nossos pais e família pelo apoio, carinho e suporte incondicional em todos os momentos. Agradecemos também ao nosso orientador Armando Gonçalves por compartilhar o desafio, pela paciência, disposição e apoio para nos direcionar. Como não poderia faltar, deixamos aqui nossos agradecimentos às nossas namoradas, pois, sem as mesmas, não teríamos tanta inspiração e motivação para fazer o melhor possível. Por fim, agradecemos a nós mesmos pela disposição, comprometimento e amizade que proporcionaram o desenvolvimento do trabalho.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção.

Modelo Fuzzy para Valoração de Pequenas Empresas

Rafael Chagas Vitalino

Ricardo Avila Guterres Pinheiro Leite

Setembro/2012

Orientador: Armando Gonçalves Neto (D.Sc.)

Curso: Engenharia de Produção

As pequenas empresas possuem grande representatividade no mercado. Além disso, muitas vezes, representa uma fonte de crescimento de diferentes perfis de empreendedores que se envolvem em transações de compra ou venda destes negócios nos mais diversos setores. É apresentada uma perspectiva diferente no entendimento do valor de seus respectivos negócios, através da aplicação dos conceitos da lógica fuzzy para valoração das pequenas empresas. Esta aplicação se deu através de um sistema de inferência fuzzy, elaborado e refinado a partir de três experimentos, onde também se fez uso de outra reconhecida técnica de valoração: as “regras de ouro”. Tendo em vista que pequenas empresas costumam direcionar todos os seus esforços para “se manterem vivas” e atender ao mercado, dificilmente as mesmas conseguem assegurar um bom controle sobre suas entradas, saídas, estoques etc. Se para estas é difícil controlar todas as informações do negócio, torna-se ainda mais difícil realizar análises sobre suas informações que na maioria das vezes são imprecisas ou vagas. Nesse contexto, pode-se recorrer à lógica fuzzy, cujas principais características são sua flexibilidade e tolerância com a imprecisão, sua capacidade para modelar problemas não lineares e a sua base com a linguagem natural. Por fim, este trabalho busca experimentar a aplicabilidade do modelo, comparando a expectativa de proprietários quanto ao valor de seus negócios com o resultado da valoração gerado a partir do modelo fuzzy.

Palavras-chave: Lógica Fuzzy, Valoração, Pequenas Empresas.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Industrial Engineer.

Fuzzy Model for Small Companies Valuation

Rafael Chagas Vitalino

Ricardo Avila Guterres Pinheiro Leite

September/2012

Advisor: Armando Gonçalves Neto (D.Sc.)

Course: Industrial Engineering

Small businesses have great representation in the market. Moreover, often, is a source of growth of different profiles of entrepreneurs, who engage in transactions involving purchase or sale of businesses in various sectors. It presents a different perspective in understanding the value of their business through the application of the concepts of fuzzy logic for valuation of small businesses. This application was made through a fuzzy inference system, developed and refined from three experiments, which also made use of another valuation technique recognized: the "rules of thumbs". Considering that small businesses tend to direct all their efforts to "stay alive" and serve the market, the same can hardly achieve good control of their inputs, outputs, stocks etc. If this is difficult to control all business information, it becomes even more difficult to conduct analyzes on their information that most often are imprecise or vague. In this context, one can resort to fuzzy logic, whose main characteristics are its flexibility and tolerance for imprecision, its ability to model nonlinear problems and its base with natural language. Finally, this paper seeks to experience the applicability of the model by comparing the expectation of owners about the value of their business with the outcome of the valuation generated from the fuzzy model.

Key words: Fuzzy Logic, Valuation, Small Companies.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 2 |
| 1.1.1 | <i>Objetivo Geral</i> | 2 |
| 1.1.2 | <i>Objetivos Específicos</i> | 2 |
| 1.2 | METODOLOGIA | 3 |
| 1.3 | ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 4 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – LÓGICA FUZZY | 5 |
| 2.1 | TEORIA DOS CONJUNTOS..... | 6 |
| 2.1.1 | <i>Teoria Clássica dos Conjuntos</i> | 7 |
| 2.1.2 | <i>Definição dos Conjuntos Fuzzy</i> | 7 |
| 2.2 | O PRINCÍPIO DA EXTENSÃO DE ZADEH..... | 8 |
| 2.3 | FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA..... | 9 |
| 2.3.1 | <i>Função Triangular</i> | 10 |
| 2.3.2 | <i>Função Trapezoidal</i> | 11 |
| 2.3.3 | <i>Função Gaussiana</i> | 12 |
| 2.4 | OPERAÇÕES FUZZY - CONJUNTOS..... | 12 |
| 2.4.1 | <i>União de Conjuntos Fuzzy</i> | 13 |
| 2.4.2 | <i>Interseção de Conjuntos Fuzzy</i> | 14 |
| 2.4.3 | <i>Complemento de Conjuntos Fuzzy</i> | 14 |
| 2.5 | ARITMÉTICA FUZZY..... | 15 |
| 2.5.1 | <i>Soma de Conjuntos Fuzzy</i> | 15 |
| 2.5.2 | <i>Subtração de Conjuntos Fuzzy</i> | 15 |
| 2.5.3 | <i>Multiplicação de Conjuntos Fuzzy</i> | 16 |
| 2.5.4 | <i>Divisão de Conjuntos Fuzzy</i> | 16 |
| 2.6 | RACIOCÍNIO FUZZY..... | 16 |
| 2.6.1 | <i>Variáveis linguísticas</i> | 17 |
| 2.6.2 | <i>Fuzzificação</i> | 18 |
| 2.6.3 | <i>Inferência</i> | 19 |
| 2.6.4 | <i>Defuzzificação</i> | 20 |
| 3 | VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS | 21 |
| 3.1 | VISÃO GERAL SOBRE OS MÉTODOS DE VALORAÇÃO..... | 22 |
| 3.2 | APLICABILIDADE DA VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS..... | 23 |
| 3.3 | REGRAS DE OURO PARA VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS..... | 25 |
| 4 | MODELO FUZZY PARA VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS..... | 27 |
| 4.1 | CONTEXTO..... | 27 |
| 4.2 | PREMISSAS..... | 27 |
| 3.1 | MODELAGEM DO MÉTODO..... | 28 |
| 4.3 | EXPERIMENTO DA VALORAÇÃO FUZZY..... | 30 |
| 4.3.1 | <i>Base do Experimento</i> | 30 |
| 4.3.2 | <i>Fuzzificação das variáveis de entrada</i> | 33 |
| 4.3.3 | <i>Inferência</i> | 41 |
| 4.3.4 | <i>Defuzzificação</i> | 43 |
| 4.3.5 | <i>Discussão dos resultados</i> | 44 |
| 5 | CONCLUSÃO | 45 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 47 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 – OPERAÇÕES EM CONJUNTOS FUZZY..... | 13 |
| TABELA 2 – EXEMPLO DE ESTRUTURA DE INFERÊNCIA..... | 19 |
| TABELA 3 – “REGRAS DE OURO” PARA VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS..... | 25 |
| TABELA 4 – FUNÇÕES E FAIXAS DE PERTINÊNCIA – VARIÁVEL FATURAMENTO | 37 |
| TABELA 5 – FUNÇÕES E FAIXAS DE PERTINÊNCIA – VARIÁVEL INVESTIMENTO..... | 38 |
| TABELA 6 – FUNÇÕES E FAIXAS DE PERTINÊNCIA – VARIÁVEL LOCALIZAÇÃO..... | 38 |
| TABELA 7 – FUNÇÕES E FAIXAS DE PERTINÊNCIA – VARIÁVEL CRESCIMENTO..... | 39 |
| TABELA 8 – FUNÇÕES E FAIXAS DE PERTINÊNCIA – VARIÁVEL VALORIZAÇÃO | 40 |
| TABELA 9 – FUNÇÕES E FAIXAS DE PERTINÊNCIA – VARIÁVEL MULTIPLICADOR DE VALORIZAÇÃO | 40 |
| TABELA 10 – CÁLCULO DO VALOR DO NEGÓCIO | 43 |
| TABELA 11 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE VALORAÇÃO | 44 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – METODOLOGIA DO TRABALHO | 3 |
| FIGURA 2 – CONJUNTO CLÁSSICO X CONJUNTO FUZZY | 6 |
| FIGURA 3 – PERTINÊNCIA A UM CONJUNTO FUZZY | 9 |
| FIGURA 4 – FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA TRIANGULAR..... | 11 |
| FIGURA 5 – FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA TRAPEZOIDAL | 11 |
| FIGURA 6 – FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA GAUSSIANA | 12 |
| FIGURA 7 – OPERAÇÃO DE UNIÃO FUZZY | 13 |
| FIGURA 8 – OPERAÇÃO DE INTERSEÇÃO FUZZY | 14 |
| FIGURA 9 – OPERAÇÃO DE COMPLEMENTO FUZZY | 15 |
| FIGURA 10 – RACIOCÍNIO FUZZY | 17 |
| FIGURA 11 – OPERAÇÕES DE IMPLICAÇÃO | 20 |
| FIGURA 12 – DEFUZZIFICAÇÃO PELO MÉTODO CENTRÓIDE | 21 |
| FIGURA 13 – ETAPAS DE ELABORAÇÃO DO MODELO FUZZY | 30 |
| FIGURA 14 – GRÁFICO DE PERTINÊNCIA DA VARIÁVEL FATURAMENTO..... | 37 |
| FIGURA 15 – GRÁFICO DE PERTINÊNCIA DA VARIÁVEL INVESTIMENTO | 38 |
| FIGURA 16 – GRÁFICO DE PERTINÊNCIA DA VARIÁVEL LOCALIZAÇÃO | 39 |
| FIGURA 17 – GRÁFICO DE PERTINÊNCIA DA VARIÁVEL CRESCIMENTO | 39 |
| FIGURA 18 – GRÁFICO DE PERTINÊNCIA DA VARIÁVEL VALORIZAÇÃO..... | 40 |
| FIGURA 19 – GRÁFICO DE PERTINÊNCIA DA VARIÁVEL MULTIPLICADOR DE VALORIZAÇÃO | 41 |

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, são criados anualmente mais de 1,2 milhão de novos empreendimentos formais. Desse total, mais de 99% são micro e pequenas empresas e empreendedores individuais (SEBRAE, 2011).

Neste contexto, é grande a quantidade de pequenas empresas que estão passando por algum tipo de transação, seja no interesse da compra ou a necessidade da venda que são realizadas por diferentes motivos. Outrossim, são muitas as variáveis que influenciam na decisão e avaliação do negócio para que seja atribuído um valor justo.

Algumas das barreiras resultam do fato do fluxo de caixa de uma pequena empresa não ser propriamente uma "fonte de informação exata", outras decorrem da dificuldade em encontrar valores de referência que sustentem o processo de avaliação (JESUS, J. *et al.*, 2001).

Além disso, muitas pequenas empresas apresentam um ambiente menos formal em que as influências pessoais, baseada no perfil do proprietário ou empreendedor, dominam o direcionamento de suas características e potencial de sucesso. Isto contribui para aumentar ainda mais o nível de incerteza do ambiente de avaliação.

A aplicação de metodologias tradicionais de valoração, que assumem como premissa a disponibilidade, confiabilidade e precisão das informações para que sejam gerados resultados mais consistentes, quando pensadas no contexto de pequenas empresas, podem não ser aplicáveis ou demasiado complexas.

Por outro lado, existem referências, baseadas em estatísticas de históricos de transações, que proporcionam valores-chave, chamados de "regras de ouro", que buscam apresentar fórmulas rápidas para o cálculo do valor da empresa, de acordo com o setor de atuação, mas que utilizam poucas variáveis e não capturam as variabilidades e individualidades do negócio.

Sob uma ótica diferenciada, sendo o objeto de estudo um problema real, a lógica fuzzy, que compreende uma abordagem difusa e prevê o tratamento de informações imprecisas ou vagas, ponderando o grau de pertinência de cada variável em diferentes estados, surge como uma possibilidade de raciocínio a ser incorporado para a aplicação da valoração de pequenas empresas.

1.1 Objetivos

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é apresentar os fundamentos e as propriedades da lógica fuzzy, e usar esses conceitos para apoiar a proposição de um método para valoração de pequenas empresas com utilização do raciocínio fuzzy, de forma a orientar os empresários na avaliação do potencial e valor do seu negócio.

Vale destacar que a proposta deste trabalho não é propor um método substitutivo àqueles tradicionais e consagrados na literatura e no mercado, mas sim utilizar um conceito diferenciado, uma abordagem difusa, não exata, associada às variáveis tradicionais utilizadas em valoração para que seja experimentada em casos reais, verificando-se os resultados a serem atingidos e, possivelmente, o seu nível de eficácia ou aplicabilidade à realidade.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar conceitos fundamentais da lógica fuzzy, diferenças da lógica clássica e raciocínio fuzzy utilizado para sua aplicação;
- Compreender como a lógica fuzzy pode ser utilizada no tratamento de dados e informações para valoração;
- Formular e experimentar um modelo baseado em lógica fuzzy para valoração de pequenas empresas;
- Propor encaminhamentos e possíveis soluções para os problemas encontrados.

1.2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema em questão, tendo maior foco nos fundamentos da lógica fuzzy e valoração, e, em seguida, foram realizados Experimentos sobre Casos específicos em pequenas empresas.

A Figura 1 apresenta as abordagens realizadas para desenvolvimento da pesquisa, A natureza desta pode ser considerada como pesquisa aplicada, pois se trata de conhecimento com a intenção de resolver lacunas teórico-práticas. A abordagem adotada foi tanto qualitativa, pois se procurou tratar informações de linguagem natural e vagas, quanto quantitativa, pois foram utilizados variáveis e mecanismos que atendessem ao raciocínio e matemática fuzzy.

Além disso, o objetivo deste estudo foi exploratório visto que procurou entender melhor o problema ao explicitá-lo. Em termos de procedimentos técnicos, foi utilizada a pesquisa bibliográfica como fonte de informações, além da experimentação para construção e calibração do modelo e o estudo de caso que visa abordar a aplicação prática do método proposto.

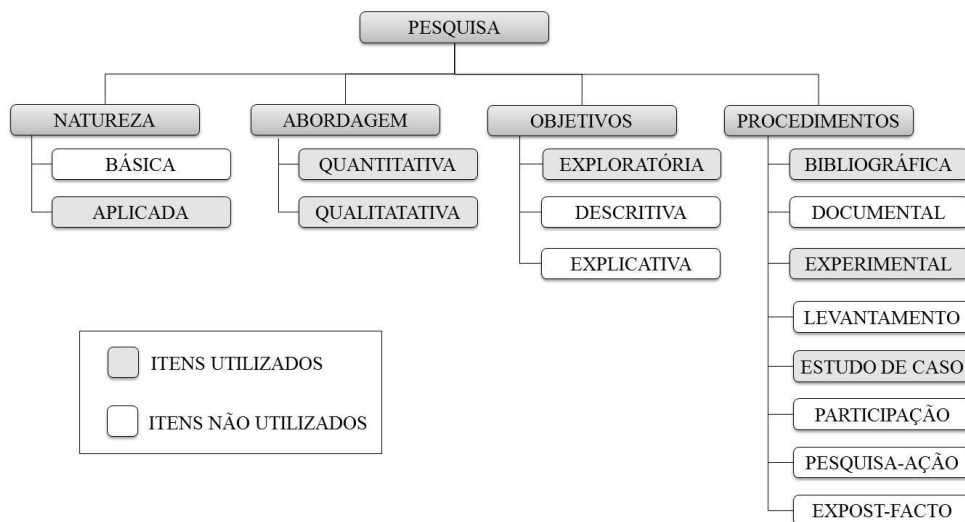


Figura 1 – Metodologia do trabalho

Fonte: Os autores

Adicionalmente, foi utilizado como suporte à aplicação do modelo fuzzy o *software* MATLAB 7.10 R2010a, associado ao *Fuzzy Toolbox*, para viabilizar a

inserção dos dados e informações necessárias, execução dos cálculos, simulação e obtenção de resultados.

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente projeto de graduação está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução do contexto de desenvolvimento do trabalho, apresentando também as principais informações referentes à sua lógica de construção, contextualização da pesquisa, motivações, objetivos, metodologia e estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Revisão conceitual sobre a lógica fuzzy, com destaque para aqueles fundamentos que tiveram maior aplicabilidade no desenvolvimento do trabalho, incluindo operações e raciocínio fuzzy.

Capítulo 3 – Revisão de conceitos e métodos de valoração, tendo maior foco no contexto de pequenas empresas, apresentando algumas bases para o desenvolvimento do trabalho sob a perspectiva financeira, incluindo uma abordagem sobre “regras de ouro”.

Capítulo 4 – Desenvolvimento do modelo de valoração de pequenas empresas com base na lógica fuzzy, incluindo suas premissas, casos experimentais, variáveis, regras e técnicas de raciocínio, resultados e discussão.

Capítulo 5 – Apresentação das conclusões acerca do tema e dos objetivos previstos e direcionamento de aperfeiçoamentos do modelo e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – LÓGICA FUZZY

No dia a dia das pessoas, quando se diz que “alguma coisa” é lógica, tem-se essa “alguma coisa” como uma verdade absoluta. Por exemplo: quando somamos $1 + 1$, o resultado esperado é lógico, ou seja, 1 (um) + 1 (um) = 2 (dois). Porém, a história revela que até mesmo a “lógica” pode ser vista sob diferentes perspectivas, como será explorado a seguir.

A lógica clássica desenvolvida por Aristóteles, ou lógica aristotélica, foi o primeiro estudo formal sobre a estrutura do raciocínio. O emprego da lógica de Aristóteles levou a uma linha de raciocínio lógico, baseado em premissas e conclusões. Essa lógica trata as afirmações de forma binária, classificando-as como verdadeiras ou falsas (MELO, 2009).

Há ainda as “lógicas complementares”, que são aquelas que respeitam os princípios das lógicas clássicas, mas abrangem coisas fora do escopo destas, como a dimensão temporal. Por outro lado, há também “lógicas alternativas” que rejeitam um ou mais princípios da lógica clássica, como, por exemplo, o princípio da dicotomia, lidando com mais de dois valores de verdade.

Ou seja, a matemática e as lógicas tradicionais já conseguiram mapear satisfatoriamente um incontável número de processos de cálculo e decisão. Porém, muitas experiências humanas necessitam de uma manipulação mais abrangente do que o simples tratamento de falso ou verdadeiro, sim ou não, certo ou errado (JÚNIOR, 2002).

Vale ressaltar que, o trabalho de Zadeh (1965) teve uma profunda influência do pensamento sobre incerteza, pois desafiou não só a teoria das probabilidades como a representação exclusiva para a incerteza, mas os próprios fundamentos sobre os quais a teoria da probabilidade foi baseado: lógica clássica binária (ROSS, 2010 apud KLIR & YUAN, 1995).

Para entendimento claro das diferenças da lógica fuzzy para a teoria das probabilidades, a primeira não trata da frequência da ocorrência de um evento, mas da identidade de um objeto individual, seja real ou imaterial, que pode ou não ser membro de uma população. É fato que tanto a teoria da probabilidade quanto a lógica fuzzy se

baseiam na incerteza, no entanto cada uma trata de incertezas de natureza completamente diferentes (HARRIS, 2006).

Nesse contexto, a lógica fuzzy surge como uma alternativa para representar o conhecimento comum, que na maioria é de tipo linguístico qualitativo e não necessariamente quantitativo, em uma linguagem matemática através da teoria de conjuntos fuzzy e funções características associadas a eles. Assim, as características mais atrativas da lógica fuzzy são sua flexibilidade, sua tolerância com a imprecisão, sua capacidade para modelar problemas não lineares e a sua base com a linguagem natural (NIÑO, 2011).

Destacam-se algumas vantagens da lógica fuzzy em relação a outras técnicas: robustez por não necessitar de entradas precisas, facilidade de modificação das regras, ausência de modelos matemáticos complexos, rapidez e baixa necessidade de recursos para obtenção de resultados, facilidade de implantação, dentre outros.

Os sistemas fuzzy são muito úteis em dois contextos gerais: (1) em situações que envolvam sistemas altamente complexos cujos comportamentos não são bem compreendidos, e (2) em situações em que é obtido um valor aproximado, porém mais rápido, a solução é garantida (ROSS, 2010).

2.1 Teoria dos Conjuntos

Em conjuntos clássicos, ou crisp, a transição de um elemento no universo entre membros e não membros em um dado conjunto é abrupta e bem definida. Para um elemento em um universo que contém conjuntos fuzzy, a transição é gradual (ROSS, 2010).

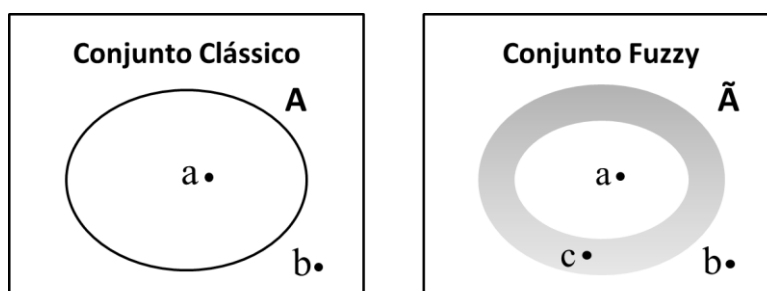


Figura 2 – Conjunto Clássico X Conjunto Fuzzy

Fonte: Os autores

2.1.1 TEORIA CLÁSSICA DOS CONJUNTOS

A teoria clássica dos conjuntos, também conhecida como Teoria Crisp, define um conjunto como uma coleção de objetos, que podem ser tangíveis ou intangíveis, tendo atributos em comum ou não, como forma, cor, tipo, uso etc. Esta teoria permite uma fácil visualização do fenômeno lógico que ocorre quando as coisas do mundo real interagem.

Ainda sob a perspectiva da Teoria Crisp (Lógica Booleana), um determinado elemento só pode ser classificado em dois estados possíveis:

- Estado 1: Pertence ao conjunto;
- Estado 2: Não pertence ao conjunto.

Assim, a partir do exemplo de Conjunto Clássico na Figura 2, podemos afirmar:

Conjunto Clássico A

a ∈ A

b ∉ A

2.1.2 DEFINIÇÃO DOS CONJUNTOS FUZZY

O Conjunto Fuzzy generaliza a ideia dos conjuntos crisp. Isso porque, de acordo com a teoria fuzzy, um elemento pode assumir mais do que simplesmente os dois estados: “pertence” e “não pertence”. Assim, ainda sob a perspectiva fuzzy, os elementos podem assumir estados em função da ideia de pertinência, estendida a um intervalo Real [0,1], que expressa o quanto tal elemento pode pertencer ao conjunto. Ou seja, cada elemento apresentará um grau de pertinência ($\mu(X)$) ao conjunto fuzzy analisado.

Assim, a partir do exemplo de Conjunto Fuzzy na Figura 2, podemos afirmar:

Conjunto Fuzzy \tilde{A}

a ∈ A $\mu(a) = 1$

c possui certa pertinência a \tilde{A} , onde $0 \leq \mu(c) \leq 1$

$$\mathbf{b} \notin \mathbf{A} \quad \mu(\mathbf{b}) = 0$$

A compreensão das relações de pertinência entre os elementos e os conjuntos fuzzy é de suma importância para o entendimento das etapas que compreendem o Raciocínio Fuzzy, assunto este que será descrito neste Projeto de Graduação. Por isso, será apresentado o Princípio da Extensão de Zadeh e posteriormente será aprofundado o conceito de pertinência nos próximos itens.

2.2 O Princípio da Extensão de Zadeh

O Princípio da Extensão de Zadeh é um conceito básico da teoria de lógica fuzzy que sustenta a extensão das expressões matemáticas do domínio clássico ao domínio fuzzy. Essa ferramenta permite calcular a imagem de um número fuzzy por meio de uma função conhecida. Como ferramenta, é indispensável para a estruturação matemática quando se modelam fenômenos envoltos em grande grau de incerteza (MELO, 2009).

Será apresentado abaixo um exemplo para ilustrar e introduzir a aplicabilidade do Princípio Extensão de Zadeh.

Exemplo: Dado uma função “ R ” que indica a receita obtida com a venda de docinhos em uma lanchonete, e “ d ” representando a quantidade de docinhos vendidos, tem-se que $R = 2 \times d$, pois o preço de cada docinho na lanchonete é de R\$ 2,00. Então, se foram vendidos 20 docinhos, $d = 20$ docinhos e $R = 40$ reais, pois $R = 2 \times 20 = 40$ reais.

Assim, se o valor de “ d ” fosse dado como um conjunto fuzzy, tal que:

$d =$ "aproximadamente 10 docinhos"; então:

$Y = 2 \times$ "aproximadamente 10 docinhos" = "aproximadamente 20 reais"

Pode-se descrever o princípio de extensão da seguinte forma (MELO, 2009 apud JAFELICE, 2004):

- O grau de pertinência de um valor do contradomínio é definido diretamente pelo grau de pertinência de sua pré-imagem.

- Quando um valor do contradomínio é mapeado por vários do domínio, o seu grau de pertinência é obtido pelo valor máximo dos graus de pertinência dos valores de entrada.

2.3 Funções de Pertinência

Pode-se caracterizar um conjunto difuso no universo de discurso U , por uma função de pertinência ou característica $\mu_A(x)$, dentro do intervalo $[0,1]$. É através dela que será determinado o quanto um determinado elemento pertence ao conjunto (ZIMMERMAN, 1991).

Ou seja, através das funções de pertinência, é possível associar um grau de pertencimento de um elemento a um determinado conjunto. No caso dos conjuntos “crisp”, ela vale “1” (Sim) ou “0” (Não), conforme o elemento pertença ou não ao conjunto de dados. Para os conjuntos fuzzy, a pertinência de um elemento x pode valer entre $0 < \mu_A(x) < 1$. Os gráficos destas funções possuem, ainda, algumas definições específicas.

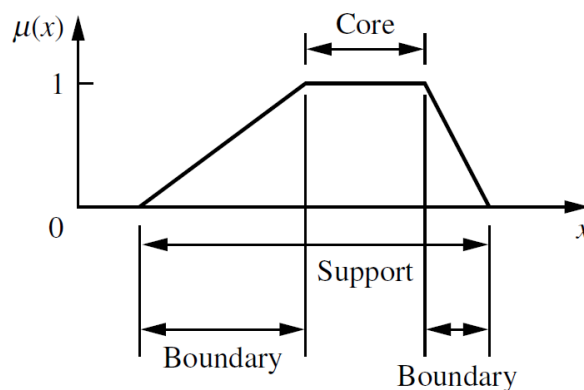


Figura 3 – Pertinência a um Conjunto Fuzzy

Fonte: ROSS (2010)

Segundo ROSS (2010), existem três diferentes regiões relativas à função de pertinência, de acordo com o seu grau de pertinência no universo em questão, são elas:

- O principal (*core*) de uma função de pertinência para um **conjunto fuzzy A** é definido como a região do universo em que se caracteriza por pertencer

completamente ao **conjunto A**. Inclui aqueles elementos x do universo em que $\mu_A(x) = 0$;

- O suporte (*support*) de uma função de pertinência para um conjunto fuzzy A é definido como a região do universo em que se caracteriza por não pertencer ao valor zero no conjunto A . Inclui aqueles elementos x do universo em que $\mu_A(x) = 0$;
- A fronteira (*bounderies*) de uma função de pertinência para um conjunto fuzzy A é definido como a região do universo em que se caracteriza por não pertencer ao valor zero no conjunto A , mas também não possui pertinência completa. Logo, inclui aqueles elementos x do universo em que $0 < \mu_A(x) < 1$.

A função de pertinência, no geral, é contínua - podendo ser discreta em modelos mais complexos - e, normalmente, é representada a partir de funções comuns como triangular, trapezoidal, gaussiana, cauchy, sigmoide, gamma, pi, entre outras que possam representar todas as informações contidas em um conjunto fuzzy. Será apresentada abaixo, mais detalhadamente, a função triangular, pois ela será a função de pertinência utilizada nos casos experimentais deste trabalho.

2.3.1 FUNÇÃO TRIANGULAR

Segundo HINES (1997), a função de pertinência triangular é definida pelos parâmetros $[a \ b \ c]$, onde “a” é o ponto onde a função intercepta o **eixo x** mais à esquerda; o parâmetro “b” é o pico central, onde o grau é igual a 1 e “c” é a intercepção à direita no **eixo x**. A função triangular pode ser representada da seguinte forma: $y = \text{triângulo}(x, [a \ b \ c])$; além disso, seus parâmetros $[a \ b \ c]$ devem ser variáveis discretas.

$$\mu_{\text{triang}}(x; a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right)$$

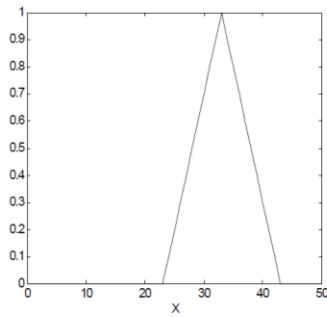


Figura 4 – Função de Pertinência Triangular

Fonte: HINES (1997)

2.3.2 FUNÇÃO TRAPEZOIDAL

Segundo KOHAGURA (2007), a função de pertinência trapezoidal é definida pelos parâmetros [a b c d], conforme pode ser observado na fórmula, onde $a < b < c < d$.

$$\mu_{\text{trap}}(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x - a}{b - a}, 1, \frac{d - x}{d - c}\right), 0\right)$$

Abaixo está ilustrado o gráfico referente à função de pertinência trapezoidal onde $[a \ b \ c \ d] = [5, 20, 30, 45]$.

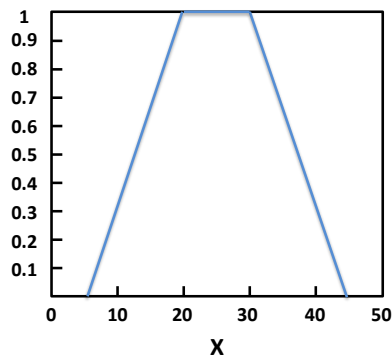


Figura 5 – Função de Pertinência Trapezoidal

Fonte: Os autores

2.3.3 FUNÇÃO GAUSSIANA

Segundo KOHAGURA (2007), a função de pertinência gaussiana é definida pelos parâmetros [a b c], conforme pode ser observado na fórmula.

$$\mu_{\text{gauss}}(x; a, b, c) = ae^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}$$

Abaixo está ilustrado o gráfico referente à função de pertinência gaussiana.

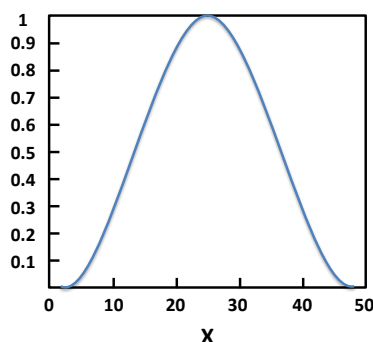


Figura 6 – Função de Pertinência Gaussiana

Fonte: Os autores

Além das funções de pertinência, as operações entre conjuntos fuzzy também são fundamentais para entendimento da lógica fuzzy. Por esse motivo, aprofundaremos no próximo item, a temática de operações entre conjuntos, desde as que dizem respeito à aritmética (soma, subtração, multiplicação e divisão), quanto ao relacionamento tradicional de conjuntos como: união, interseção e complemento.

2.4 Operações Fuzzy - Conjuntos

Os conjuntos fuzzy, assim como a teoria dos conjuntos clássica, também possuem um conjunto de operações básicas, dentre elas, destacam-se aqui: a união, a interseção e o complemento. Vale destacar que ainda existem outras operações de conjuntos fuzzy, que são definidas a partir de generalizações destas, como operações de agregação, média, média pondera etc. (ROSS, 2010).

Neste contexto, a intenção dos próximos tópicos é apresentar brevemente a lógica geral destas operações, apresentando o conceito e utilizando-se de exemplos reais que facilitem o entendimento da operação.

Para todos os casos, serão considerados dois conjuntos fuzzy distintos A e B, pertencentes a um universo X. A partir de um **elemento x** do universo, apresentam-se abaixo as respectivas funções teóricas das operações básicas.

Tabela 1 – Operações em Conjuntos Fuzzy

| Operação | Representação |
|-------------|---|
| União | $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \mathbf{max}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$ |
| Interseção | $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \mathbf{min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$ |
| Complemento | $\mu_{\bar{A}}(x) = \mathbf{1} - \mu_A(x)$ |

Fonte: Os autores

2.4.1 UNIÃO DE CONJUNTOS FUZZY

Esta operação expressa de uma forma condicional exclusiva o maior valor referente ao grau de pertinência dos elementos contidos entre um ou mais conjuntos fuzzy. A união de dois conjuntos fuzzy A e B configuram um conjunto $A \cup B$ tal que:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \mathbf{max}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$$

Abaixo é possível visualizar um exemplo de representação gráfica da operação de união nos conjuntos fuzzy.

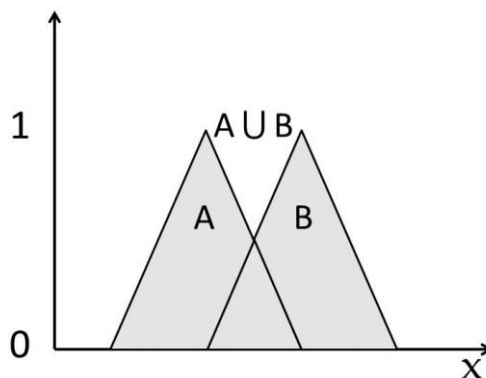


Figura 7 – Operação de União Fuzzy

Fonte: Os autores

2.4.2 INTERSEÇÃO DE CONJUNTOS FUZZY

Esta operação expressa de uma forma condicional inclusiva e obrigatória o menor valor referente ao grau de pertinência dos elementos contidos entre um ou mais conjuntos fuzzy. A interseção de dois conjuntos fuzzy A e B configuram um conjunto $A \cap B$ tal que:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \mathit{min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$$

Abaixo é possível visualizar um exemplo de representação gráfica da operação de interseção nos conjuntos fuzzy.

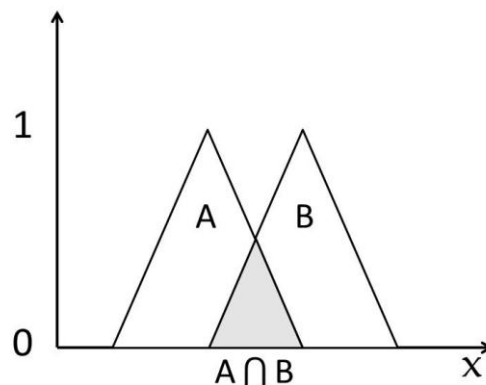


Figura 8 – Operação de Interseção Fuzzy

Fonte: Os autores

2.4.3 COMPLEMENTO DE CONJUNTOS FUZZY

Esta operação expressa o valor inverso relativo ao grau de pertinência dos elementos de um conjunto fuzzy. O complemento do conjunto fuzzy A configuram um conjunto A' tal que:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

Abaixo é possível visualizar um exemplo de representação gráfica da operação de complemento nos conjuntos fuzzy.

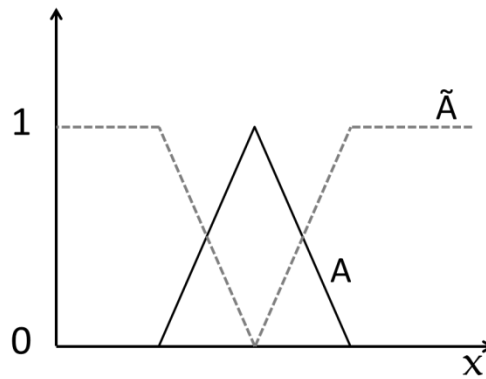


Figura 9 – Operação de Complemento Fuzzy

Fonte: Os autores

2.5 Aritmética Fuzzy

Além das operações expostas no item anterior (união, interseção e complemento), os conjuntos fuzzy também podem sofrer operações aritméticas, das quais serão apresentadas: soma, subtração, produto escalar e divisão. Todas essas operações são importantes para o tratamento das variáveis fuzzy durante a execução do raciocínio fuzzy.

2.5.1 SOMA DE CONJUNTOS FUZZY

Considerando os números fuzzy A e B, executa-se a operação aritmética de soma resultando no número fuzzy Z. Assim, representamos abaixo o resultado da operação $A+B=Z$ e sua respectiva função de pertinência:

$$\mu_{(A+B)}(z) = \max_{\{(x,y), x+y=z\}} \min [\mu_A(x), \mu_B(y)]$$

2.5.2 SUBTRAÇÃO DE CONJUNTOS FUZZY

A operação de subtração $A - B$ tem como resultado o número fuzzy cuja função de pertinência apresenta-se abaixo:

$$\mu_{(A-B)}(z) = \max_{\{(x,y), x-y=z\}} \min [\mu_A(x), \mu_B(y)]$$

2.5.3 MULTIPLICAÇÃO DE CONJUNTOS FUZZY

Considerando os números fuzzy A e B, executa-se a multiplicação entre esses dois números. Assim, representamos abaixo a função de pertinência da operação $A \cdot B$:

$$\mu_{(A \cdot B)}(z) = \max_{\{(x, y), x \cdot y = z\}} \min [\mu_A(x), \mu_B(y)]$$

2.5.4 DIVISÃO DE CONJUNTOS FUZZY

Considerando os números fuzzy A e B, executa-se a multiplicação entre esses dois números. Assim, representamos abaixo a função de pertinência da operação A / B :

$$\mu_{(A/B)}(z) = \max_{\{(x, y), x/y = z\}} \min [\mu_A(x), \mu_B(y)]$$

Essas operações entre conjuntos fuzzy, bem como os conceitos de função de pertinência e variável linguística, são fundamentais para a compreensão e operacionalização dos três passos que compõem o raciocínio fuzzy, que serão detalhados no próximo tópico deste projeto de fim de curso.

2.6 Raciocínio Fuzzy

O raciocínio fuzzy é composto por três passos: a fuzzificação, a inferência e a defuzzificação. Este raciocínio é utilizado para resolução de problemas, uma vez que, através dos seus três passos, tratam-se variáveis de entrada, estabelecem-se relacionamentos e implicações entre essas variáveis, resultando, por fim, em ordens de comando. Ou seja, a partir de um problema, o raciocínio fuzzy é orientado a um objetivo, e este objetivo que norteia tais ordens de comando.

A seguir apresentamos o esquema do raciocínio fuzzy, elaborado pelos autores deste trabalho, mas que segue a mesma estruturação de vários outros trabalhos sobre lógica fuzzy que podem ser facilmente encontrados na internet. Cada passo será detalhado nos próximos itens deste trabalho.

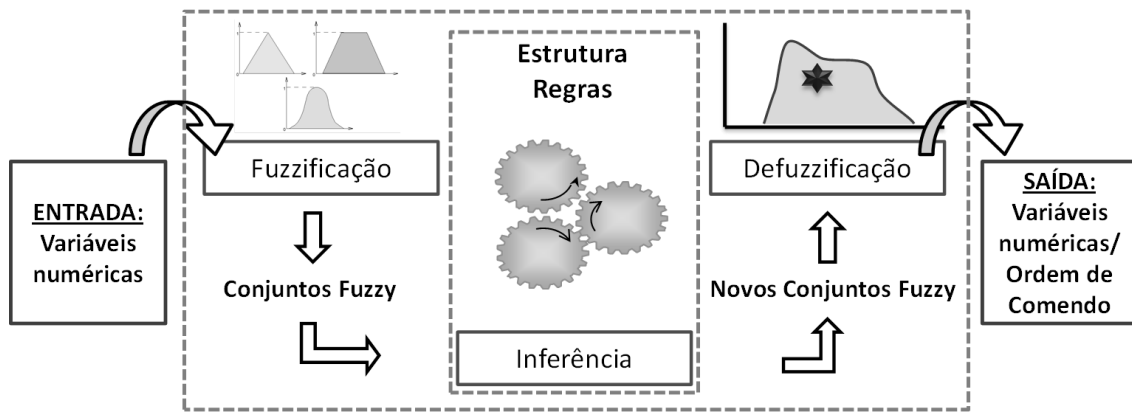


Figura 10 – Raciocínio Fuzzy

Fonte: Os autores

2.6.1 VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS

Antes de descrever cada um dos três passos do raciocínio fuzzy, é de fundamental importância a clara compreensão do que é uma variável linguística. Variáveis linguísticas são aquelas cujos valores assumidos são expressos por palavras ou sentenças em linguagem natural. Esses valores, que uma variável linguística pode assumir, são definidos por conjuntos fuzzy cujas funções de pertinência possuem intercessões e cobrem todo o intervalo de valores possíveis para a variável (CASTRO, 2005).

De modo a facilitar a compreensão do que é uma variável linguística e dos valores que ela pode assumir, podemos utilizar como exemplo a descrição da inclinação de uma ladeira em determinado bairro. Neste caso, a variável linguística é a inclinação da ladeira e os valores que essa variável pode assumir são: muito íngreme, íngreme e pouco íngreme. A descrição da ladeira a olho nu nos impede de determinar com precisão a inclinação dela, ou seja, dificilmente acertaríamos definir que a ladeira tem 30° de inclinação, por exemplo. Assim, não tratamos a inclinação da ladeira como uma variável numérica (n° de graus), mas sim como uma variável linguística, cujos valores (cada um sendo um conjunto fuzzy) são menos precisos: muito íngreme, íngreme e pouco íngreme.

Vale destacar que, na linguística, adjetivos e advérbios costumam ser usados para modificar a interpretação original de alguns termos, como muito, pouco, baixo, alto, novo, velho, mais, menos, aproximadamente, praticamente, maioria, dentre outros. Usando conjuntos fuzzy para calcular a interpretação, estes artifícios linguísticos possuem o efeito de modificar a função de pertinência de um termo original (ROSS, 2010).

Assim, como será visto nos próximos tópicos sobre as etapas do raciocínio fuzzy, uma das vantagens da lógica fuzzy é a possibilidade de utilizar variáveis não numéricas, ou imprecisas, de modo que sejam tratadas no modelo, tornando-as comparáveis às variáveis numéricas que também poderão estar presentes no desenvolvimento do raciocínio fuzzy.

2.6.2 FUZZIFICAÇÃO

Conforme explicitado pelo esquema do raciocínio fuzzy, o primeiro passo do processo é a fuzzificação. Nesta fase, para cada dado numérico “inserido” no sistema fuzzy, há a ativação de uma função de pertinência, e, assim, esses inputs são mapeados para conjuntos fuzzy, onde assumem valores fuzzy, de linguagem natural. Portanto, na fuzzificação, ao dado numérico “inserido” no sistema é atribuída uma variável fuzzy e, assim, cada variável fuzzy pode assumir diferentes valores fuzzy.

Por exemplo, ao dado numérico referente a quantos anos de vida tem uma pessoa, pode ser atribuída a variável fuzzy “idade”. Essa variável fuzzy pode assumir diferentes valores fuzzy como: “novo”, “jovem” e “velho”. Para cada valor fuzzy haverá uma função de pertinência que determinará o quanto a idade da pessoa informada é pertinente às classificações de “novo”, “jovem” ou “velho”.

Como segundo exemplo, podemos considerar o dado numérico referente à velocidade máxima que uma pessoa pode correr. A esse valor numérico, atribuímos a variável fuzzy “velocidade”. Essa variável pode assumir diferentes valores fuzzy como: “tartaruga”, “razoável” e “veloz”.

2.6.3 INFERÊNCIA

A partir do resultado da fuzzificação, que revela o grau de pertinência dos valores fuzzy obtidos a partir das variáveis numéricas de entrada, é realizada a inferência. Portanto, a inferência é o segundo passo do raciocínio fuzzy, onde são estabelecidas regras do tipo SE-ENTÃO, de modo a mapear os valores fuzzy resultados da fuzzificação para novos conjuntos.

Dados dois conjuntos fuzzy A e B e os respectivos complementares A' e B', para a realização da inferência fuzzy existem dois procedimentos de inferência entre esses conjuntos, o Modus Ponens Generalizado (MPG) e o Modus Tollens Generalizado (MTG). O MPG tem a seguinte regra: se x é A então y é B. Esta regra permite a implicação de valores fuzzy que são, se x é A' então y é B'. O MTG tem a seguinte regra: se x é A então y é B, que permite a implicação: se y é B' então x é A'. (CARVALHO *et al.*, 2011)

Assim, sob a luz dos exemplos citados no item sobre fuzzificação, serão consideradas duas variáveis fuzzy: idade e velocidade. A interação dessas duas variáveis, na fase da inferência, resultará em uma nova variável fuzzy “diagnóstico”, cujos valores fuzzy assumidos serão: “normal” e “estranho”. Portanto, através da interação entre os valores fuzzy, num relacionamento de SE-ENTÃO, pode ser construída uma estrutura de inferência, conforme será mostrada a seguir:

Tabela 2 – Exemplo de Estrutura de Inferência

| |
|---|
| SE idade é novo E velocidade é tartaruga ENTÃO condição é normal SENÃO; |
| SE idade é novo E velocidade é razoável ENTÃO condição é normal SENÃO; |
| SE idade é novo E velocidade é veloz ENTÃO condição é normal SENÃO; |
| SE idade é jovem E velocidade é tartaruga ENTÃO condição é estranho SENÃO; |
| SE idade é jovem E velocidade é razoável ENTÃO condição é normal SENÃO; |
| SE idade é jovem E velocidade é veloz ENTÃO condição é normal SENÃO; |
| SE idade é velho E velocidade é tartaruga ENTÃO condição é normal SENÃO; |
| SE idade é velho E velocidade é razoável ENTÃO condição é normal SENÃO; |
| SE idade é velho E velocidade é veloz ENTÃO condição é estranho; |

Fonte: Os autores

Assim como as variáveis “idade” e “velocidade”, a variável fuzzy “diagnóstico” também apresenta diferentes funções de pertinência para cada um de seus valores fuzzy. Desta forma, destaca-se aqui, que os inputs para o processo de inferência são os valores

recebidos da fuzzificação (referentes às variáveis “idade”, “velocidade”) e os valores de saída contidos na estrutura de inferência (referente à variável “diagnóstico”). O resultado da operação de implicação fuzzy é o dado de saída da relação de implicação.

Abaixo estão listadas algumas operações de implicação:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Zadeh Max-Min Implication Operator | $\phi[\mu_A(x), \mu_B(y)] = (\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)) \vee (1 - \mu_A(x))$ |
| Mamdani Min Implication Operator | $\phi[\mu_A(x), \mu_B(y)] = \mu_A(x) \wedge \mu_B(y)$ |
| Larson Product Implication Operator | $\phi[\mu_A(x), \mu_B(y)] = \mu_A(x) \cdot \mu_B(y)$ |

Figura 11 – Operações de implicação

Fonte: HINES (1997)

2.6.4 DEFUZZIFICAÇÃO

A defuzzificação é um procedimento que permite interpretar a distribuição de possibilidades da saída de um modelo linguístico fuzzy de forma quantitativa, ou seja, fornece um valor num risco representativo que captura o significado essencial dessa distribuição de possibilidades (MELO, 2009).

O objetivo da defuzzificação é obter um único valor numérico que melhor represente os valores fuzzy inferidos da variável linguística de saída. Para isso, existem diversos métodos de defuzzificação. Dado essa variedade de formas de defuzzificação, a escolha do método mais adequado deve ser em função da natureza do problema que se quer resolver.

Dentre os métodos de defuzzificação, se destaca aqui os mais comuns: método centroide, método máximo e método da média dos máximos. De acordo com a revisão bibliográfica realizada, o método centroide é o mais aplicado e será objeto de uso nos casos experimentais deste trabalho.

Método Centroide

Este método, também conhecido como “Centro da Área” ou “Centro de Gravidade”, é o método mais comumente usado. Esta técnica de defuzzificação

encontra o centro geométrico dos valores de saída fuzzy. A coordenada x do centro de gravidade, formada pelo conjunto fuzzy resultado da etapa de inferência, é o valor defuzzificado capaz de representar todo o processo do raciocínio fuzzy. Abaixo é apresentada a fórmula e uma figura ilustrativa desse método.

$$\mu(xd) = \frac{\int \mu(x) \cdot x dx}{\int \mu(x) \cdot dx}$$

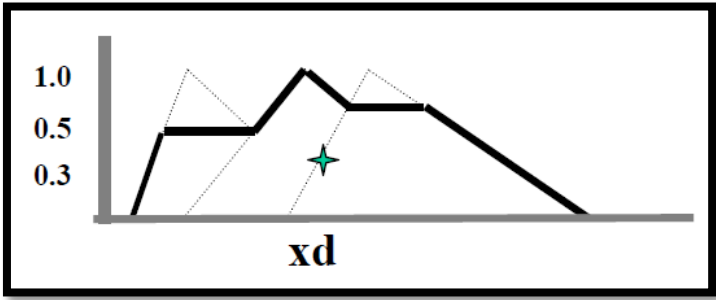


Figura 12 – Defuzzificação pelo Método Centróide

Fonte: CASTRO (2005)

Como exemplo, considerando uma variável de saída chamada “condição física”, que relaciona três variáveis de entrada “peso”, “altura” e “idade”. Ao final do raciocínio fuzzy, na defuzzificação, o resultado após aplicação do método centróide deve ser um número que indica o seguinte comando, “perder 8kg”.

3 VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS

As características específicas de uma pequena empresa têm implicações profundas no seu processo de avaliação. Na realidade, o levantamento das informações financeiras, a interpretação de indicadores, e a própria aplicação dos métodos de avaliação mais comuns são atividades que têm de ser adaptadas a um contexto caracterizado por uma forte interdependência entre a "esfera pessoal" do empresário e a "esfera empresarial" (JESUS *et al.*, 2001).

Neste contexto, é importante abordar o assunto sob uma forma técnica, mas também considerando outros fatores intrínsecos da realidade dos empreendedores para que se tenha maior amplitude neste entendimento. Desta forma, inicialmente, são

apresentadas as principais categorias dos métodos de valoração praticados, assim como a aplicabilidade e dificuldade destas abordagens para a realidade de pequenas empresas. Além disso, mesmo não definido especificamente como um método de valoração, é válido considerar como podem ser usadas as chamadas “regras de ouro”, que definem valores de referência baseados em experiências e bases históricas de ocorrências associadas à avaliação, compra e venda de pequenas empresas em diversos setores.

3.1 Visão Geral sobre os Métodos de Valoração

Os métodos de valoração utilizados para determinar um valor de referência para determinado negócio podem variar de acordo com a abordagem definida para a análise. Dentre as categorias principais estão os métodos baseado em ativos e custos, mercado e retorno.

Para os métodos baseados em ativos e custos, que podem ser chamados também de métodos baseados no valor contábil, a base está no levantamento e avaliação dos valores envolvidos sobre os ativos tangíveis e intangíveis da empresa, além da sua estrutura de custos. Por possibilitar uma avaliação estritamente interna, esses métodos tendem a serem utilizados somente como uma base ou referência mínima, mas que precisa de algum refinamento ou adoção de outro método com visão externa para que se tenha maior assertividade na estimativa e, ainda, haja possibilidade de se alavancar o valor de mercado.

Para os métodos baseados em mercado, que podem ser chamados também de métodos múltiplos ou de avaliação relativa, a base está na comparação da empresa em questão com outras similares ou de referência no mesmo setor de atuação. Por não ter um foco estritamente na análise das condições internas do negócio, as análises comparativas devem considerar as diferenças entre os negócios, desde questões ligadas a infraestrutura disponível, pessoal envolvido, escopo de atuação, tempo de existência, localização, condições financeiras, dentre outros para que possam ser realizados ajustes nos valores de referência, para que sejam definidas estimativas próximas à realidade da empresa que está sendo avaliada.

Para os métodos baseados em retorno, a base está na estimativa de valores projetados como receita e fluxo de caixa no futuro. No geral, se busca obter o valor presente esperado a partir do comportamento e desempenho do negócio após a decisão

de investimento de aquisição ou continuação de determinada empresa. Estes métodos de valoração costumam ser os mais comuns e apropriados para aplicação, principalmente quando existem históricos e informações estruturadas sobre o negócio, além de uma clareza sobre a tendência de desempenho da empresa.

3.2 Aplicabilidade da Valoração de Pequenas Empresas

Em termos gerais, a aferição do valor de uma empresa pode ser efetuada recorrendo a diferentes métodos, uns mais aplicáveis do que outros, em função das circunstâncias. Porém, no contexto específico das Pequenas Empresas, todos eles deparam com dificuldades, em alguns casos que até inviabilizam a aplicação do método. De uma forma geral, destacando algumas destas questões, segundo JESUS *et al.* (2001) e SANTOS (2004):

- os métodos baseados em ativos colidem com a eventual inexistência de patrimônio concreto, dado que, em muitos casos, é comum a essência deste tipo de organizações estar em ativos intangíveis, como, por exemplo, as características pessoais do proprietário-gestor ou conhecimentos específicos;
- os métodos baseados em avaliação comparativa, com recurso a "múltiplos de mercado" não é possível, seja pelas "características exclusivas" da empresa, seja pelas diferenças induzidas pelo próprio fator dimensão. Sliwoski (1999) sugere a utilização de bases de dados históricos das transações efetuadas, aplicando, posteriormente, relações entre as vendas e os preços; todavia, um método deste tipo é demasiado simplista, ao considerar um único fator (ex. o volume de vendas), num cenário em que as influências sobre o valor da empresa podem resultar de diversos elementos e ainda ao ignorar todas as futuras alterações nos "multiplicandos", sejam estes quais forem;
- os métodos de avaliação "mais recentes", tentativas de resposta a cada vez maior importância dos ativos intangíveis, não dispensam uma "base de informação sólida", que implica o acesso a dados que vão muito além dos geralmente contidos nos relatórios financeiros;
- os modelos baseados na atualização ou projeto de receitas futuras, não são aplicáveis às pequenas empresas, organizações que, na generalidade dos casos, não distribuem os resultados, tendo em vista o autofinanciamento das suas

atividades. Neste contexto, o Fluxo de Caixa Descontado (FCD) possui limitações ligadas à sua incapacidade em captar a flexibilidade gerencial no decorrer do período. Dixit e Pindyck (1995) fazem severas críticas ao FCD por tratar o investimento como uma obrigação irreversível e principalmente por não conseguir captar o valor da flexibilidade gerencial no decorrer do projeto à medida que novas informações vão sendo recebidas.

De acordo com PAIVA (2001) apud PRATT, REILLY e SCHWEIHS (1993), enquanto que na teoria os procedimentos e as abordagens genéricas de avaliação de pequenas e grandes empresas sejam os mesmos, na prática é necessário levar em consideração algumas diferenças entre estes dois tipos de negócios:

- a. Pequenos negócios têm em geral um nível de tratamento contábil pouco profissional, usualmente não auditado ou revisto;
- b. É mais comum uma contabilidade em regime de caixa do que em regime de competência;
- c. A análise dos lucros nas pequenas empresas é frequentemente mostrada antes de impostos, enquanto que nas grandes empresas os lucros são após os impostos;
- d. Os dados históricos das operações são geralmente mais curtos e não tão confiáveis do que em grandes empresas;
- e. Quanto menor a empresa, menor a quantidade de dados de comparação com empresas similares que sejam publicamente disponíveis;
- f. Os proprietários e os administradores (e até os funcionários) em geral são as mesmas pessoas nas empresas pequenas. Deve-se levar em consideração se o sucesso do negócio não depende em grande parte de habilidades pessoais dos mesmos e que pode "ir embora" com a transferência de proprietário;
- g. A compensação dos proprietários de uma pequena empresa é uma variável muito importante e geralmente segue os lucros ou fluxo de caixa da empresa e não as taxas de mercado;
- h. A compra e venda de pequenas empresas é feita por outras motivações que as de investimento estritamente financeiro;
- i. Pequenos negócios têm em geral uma estrutura de capital mais simples.

3.3 Regras de Ouro para Valoração de Pequenas Empresas

A “Regra de Ouro” é um princípio com ampla aplicação que não tem o objetivo de ser estritamente exato ou confiável. É um procedimento de fácil entendimento e aplicação para o cálculo ou determinação de determinados valores. A definição das “regras de ouro”, de acordo com cada realidade que está sendo estudada, segue regras heurísticas ou empíricas, em que se captam diferentes ocorrências práticas que irão determinar estas regras.

“Regras de ouro” podem ser úteis no desenvolvimento de uma impressão inicial sobre o valor do interesse do negócio em questão. Certamente, as “regras de ouro” não substituem análises sobre as reais informações da empresa, no entanto, a utilização e aplicação das “regras de ouro” como um passo inicial pode proteger os envolvidos de despesas desnecessárias na fase de avaliação e dar uma base ou percepção sobre a ordem de grandeza e possível variação do seu valor.

Como forma de apresentação de importantes referências que tratam destas regras, foi realizado um levantamento das “regras de ouro” aplicáveis a diversos setores de atuação de pequenas empresas, conforme apresentado na Tabela 3. Vale destacar que elas representam o procedimento necessário para cálculo do valor do negócio.

Como exemplo, uma Franquia que vende R\$ 500.000,00 anuais, de acordo com WEST (2002), 50-60% vendas anuais, deveria valer entre R\$ 250.000,00 e R\$ 300.000,00.

Tabela 3 – “Regras de Ouro” para Valoração de Pequenas Empresas

| Categoria do Negócio | WEST, 2002 | Pratt’s Stats, 1997 | BIZCOMPS, 1997 | COHEN, 1996 |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Agências de Viagem | 35% das vendas anuais + estoque | 12-86% das vendas anuais | 2-93% das vendas anuais | 40-60% das comissões anuais |
| Drogarias | 25-40% das vendas anuais + estoque | 5-57% das vendas anuais | 5-19% das vendas anuais | n/a |
| Firmas de Contabilidade | 40-110% das vendas anuais | 40-149% das vendas anuais | 4-167% das vendas anuais | 100-125% das vendas anuais |

| | | | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|
| Franquias de Fast Food | 50-60% das vendas anuais | 29-98% das vendas anuais | 9-142% das vendas anuais | 40-50% das vendas anuais |
| Lavanderias | 70-80% das vendas anuais + estoque | 45-106% das vendas anuais | n/a | 70-100% das vendas anuais |
| Mercados / Mercarias | 1-2x vendas mensais ou 11% vendas anuais | 6-27% das vendas anuais | 1-74% das vendas anuais | 11-18% das vendas anuais + estoque |
| Restaurantes / Cafes | 30-35% das vendas anuais + estoque | 18-112% das vendas anuais | 4-146% das vendas anuais | 30-45% das vendas anuais + estoque |
| Serviços de Automóveis | 25-30% das vendas anuais + estoque | 9-40% das vendas anuais | 1-58% das vendas anuais | n/a |
| Serviços de Beleza e Estética | n/a | n/a | 1-55% das vendas anuais | 15-25% do lucro anual + R\$ 5 mil por estação |
| Serviços Dentários | 50-70% das vendas anuais | 18-93% das vendas anuais | n/a | 60-70% das vendas anuais |
| Serviços Médicos | 40-45% das vendas anuais + estoque | 14-170% das vendas anuais | n/a | n/a |
| Serviços Varejistas | 25-50% das vendas anuais + estoque | 1-88% das vendas anuais | 1-309% das vendas anuais | 25-50% das vendas anuais + estoque |

Fonte: WEST (2002); PRATT (2000); COHEN (1996)

A escolha das categorias de negócios apresentadas foi baseada unicamente na disponibilidade de informações de referência, ou seja, acesso aos valores de duas ou mais fontes.

Por mais que as referências de regras de ouro sejam baseadas em estatísticas históricas de transações reais de compra e venda de pequenas empresas, este modelo possui algumas limitações, pois utiliza poucas variáveis do negócio como referência e dificulta o tratamento de informações não financeiras que podem ser extremamente importante na avaliação, não possibilitando uma individualização no tratamento de cada negócio.

4 MODELO FUZZY PARA VALORAÇÃO DE PEQUENAS EMPRESAS

4.1 Contexto

Atualmente, existem diferentes modelos quantitativos exatos que apoiam a definição de um valor justo a determinado objeto de estudo. Dos mais simples e acurados, aos mais complexos e precisos, existe um fator que não costuma ser tratado por essas abordagens. Este fator consiste na percepção, estimativa e avaliação imprecisa, que representam fatores qualitativos, naturais, que muitas vezes acabam deixando de ser tratados ou são aproximados sem uma lógica clara e específica.

Isto pode se aplicar a qualquer tipo de modelo, dentre eles, aquele que está sendo tratado neste trabalho, a valoração de pequenas empresas. Para tal, optou-se por utilizar a lógica fuzzy (difusa) como base para tratamento das variáveis, obviamente, suportadas por relações de entradas e saídas condizente com os resultados esperados.

Considerando este modelo como um teste inicial para a obtenção de um valor razoável de compra e venda de empresas, foi necessário assumir um conjunto de premissas, a serem apresentadas em seguida.

4.2 Premissas

Para a construção do modelo a partir da fuzzificação das variáveis, foi adotada a metodologia intuitiva. Esta metodologia deriva da capacidade humana para desenvolver funções de pertinência através da sua inteligência e amplitude de compreensão do processo (ZADEH, 1972).

Através da intuição espera-se capturar o conhecimento semântico e contextual a respeito das ambiguidades dos parâmetros utilizados no modelo e suas implicações no processo de inferência. O fator semântico está relacionado com a definição dos valores linguísticos utilizados no ambiente de estudo, que definem os conjuntos fuzzy das variáveis linguísticas através do senso comum. Já a abordagem contextual envolve a determinação do intervalo de variação do valor do parâmetro em cada um dos valores semânticos, definindo inclusive suas interseções (CASTRO, 2005).

Além disso, no contexto da definição dos valores a serem trabalhados para as variáveis de entrada e saída do modelo, de forma a restringir a variabilidade das informações e recortar o escopo de empresas que se enquadrariam, foi definida uma premissa associada à característica de capacidade financeira da empresa, traduzida nos limites de faturamento. Para tal, utilizaram-se dados de referência do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), que apresenta a média de faturamento das pequenas empresas brasileiras, referente ao ano de 2011, em aproximadamente R\$ 650.000,00 anuais. Dado isto, o range de referência para tratamento varia entre R\$ 0,00 e R\$ 650.000,00.

Adicionalmente, os valores dos casos experimentais que nortearão o desenvolvimento do modelo também serão utilizados para restringir os limites que serão adotados para levantamento das variáveis e valoração do negócio.

3.1 Modelagem do método

Para a modelagem do método proposto, serão utilizadas as técnicas associadas à lógica fuzzy, tendo como base o raciocínio fuzzy e utilizando as operações e aritmética fuzzy. Além disso, serão criadas relações entre as diferentes variáveis, tendo como objetivo alcançar um modelo de aplicação abrangente e aderente a diferentes realidades de estudo.

Inicialmente, foram definidas as principais etapas utilizadas para desenvolvimento do método e, em seguida, estruturados todos os dados e informações relativas à valoração.

A construção do modelo de valoração em desenvolvimento baseado na lógica fuzzy, deve ser realizada em diferentes etapas, a partir das informações e análises e decisões que necessitam ser realizadas para cumprimento da aplicação dos fundamentos fuzzy na realidade em estudo. As etapas a serem cumpridas estão relacionadas abaixo.

- a. Identificação da estrutura da variável de saída do modelo responsável por realizar a valoração da empresa analisada. Esta variável será a responsável por estimar o valor do negócio, a ser utilizado como referência para venda do mesmo;

- b. Identificação preliminar das variáveis de entrada do modelo, que deverão compor os fatores necessários ao resultado final. É importante que o modelo contenha as principais variáveis que podem influenciar de forma considerável no interesse pelo negócio e, por consequência, no seu valor;
- c. Elaboração das funções de pertinência das variáveis do modelo, tanto de saída quanto de entrada. Todas as variáveis descritas nas etapas (a) e (b) devem ser modeladas como variáveis linguísticas devendo possuir conjuntos fuzzy que as representem;
- d. Determinação das regras que relacionam as diferentes variáveis de entrada e geram a variável de saída. Estas regras definem as condições, definidas pela percepção dos autores junto a buscas de referências e visão de especialistas, que possibilitam o “cálculo” da lógica fuzzy;
- e. Identificação das técnicas de inferência e defuzzificação a serem utilizadas no modelo. Conforme exposto no capítulo 2.6, existe uma variedade de técnicas que podem ser utilizadas no processo de raciocínio fuzzy. A seleção das técnicas deve ser feita pelo responsável pela análise, de acordo com a sua percepção de aderência à realidade tratada e assertividade para o modelo;
- f. O teste do protótipo visa identificar, inicialmente, os resultados que estão sendo obtidos para as variáveis de saída, considerando os valores e funções de pertinência pré-determinados para o modelo proposto. Estas definições deverão ser alteradas, em seguida, de acordo com a necessidade e calibração dos resultados esperados;
- g. Após os primeiros resultados obtidos no teste do protótipo do modelo, foi realizada a análise de sensibilidade sobre as variáveis envolvidas, tendo em vista o parâmetro dos casos utilizados como referência e a expectativa de resultados obtidos com a aplicação das “regras de ouro” de valoração para estes casos. Logo, o ajuste do modelo fuzzy foi obtido a partir de um conjunto iterações entre as variáveis no MATLAB, de modo que o resultado final estivesse aderente aos resultados esperados;
- h. Por fim, a validação do modelo consiste na avaliação de aplicabilidade do modelo fuzzy de apoio à decisão para valoração de pequenas empresas, obtendo os resultados, comparando-o com os resultados esperados e identificando os pontos de melhoria.

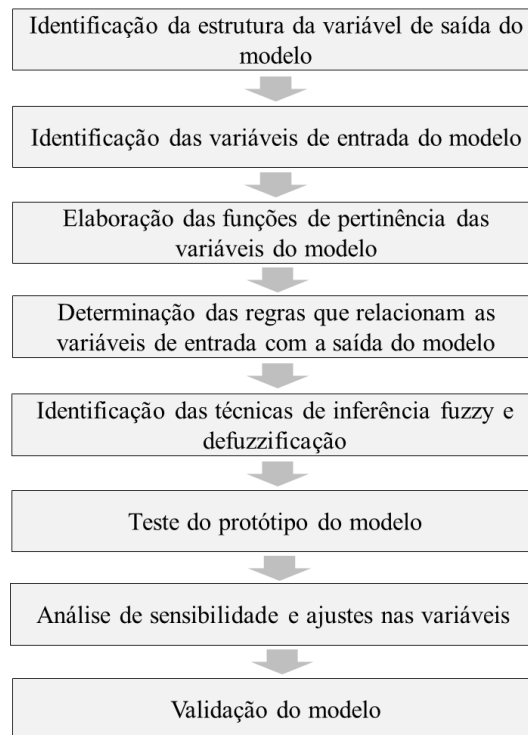


Figura 13 – Etapas de elaboração do modelo fuzzy

Fonte: Os autores

Para a elaboração de outros modelos, utilizando a lógica fuzzy, as etapas descritas são uma importante referência que pode ajudar a orientar a sequência pela qual devem ser desenvolvidos e aperfeiçoados os componentes do modelo.

4.3 Experimento da Valoração Fuzzy

O desenvolvimento do procedimento experimental busca aplicar as definições iniciais do método nos casos reais para que sejam realizadas, posteriormente, diferentes iterações entre as informações das variáveis de entrada da fuzzificação e os resultados das variáveis de saída da defuzzificação até que fosse obtido um modelo único, que atendesse satisfatoriamente a todos os casos experimentais.

4.3.1 BASE DO EXPERIMENTO

As informações obtidas para realização dos casos experimentais deste trabalho foram obtidas na Bolsa Brasil de Negócios, um canal de *Business Brokers*, responsável por proporcionar a intermediação de compra e venda de empresas. Para fins de estudo,

foram identificadas empresas localizadas na cidade do Rio de Janeiro, com perfil de pequena empresa e que disponibilizassem informações suficientes, quantitativas e qualitativas, para teste do modelo.

Foram escolhidas três empresas que estivessem enquadradas dentro dos requisitos e premissas previamente apresentadas e que disponibilizassem informações suficientes para que pudessem ser usadas na experimentação.

Caso Experimental 1 – Restaurante Japonês

- Contexto

Motivação da venda devido à mudança de cidade do atual proprietário.

“Atendemos no salão com capacidade para 35 pessoas, no bar molhado da piscina, delivery com motoboy, recebemos encomendas para festas. Culinária Japonesa Rodízio e a la carte. Forte potencial para delivery. O Contrato é de comodato, não há aluguel. Segurança Total, pois funciona dentro de um condomínio”.

- Referências para a Valoração Fuzzy

Algumas informações relevantes sobre o negócio: faturamento mensal médio (R\$ 35.000,00), ano de fundação (2009), valor de estoque (R\$ 5.000,00), localização (Barra da Tijuca, Rio de Janeiro/RJ), categoria do negócio (Restaurantes e Bares). A expectativa do proprietário do restaurante quanto ao valor esperado com a venda é de R\$ 130.000,00.

Em adição, baseado no método “Regra de Ouro” para valoração, considerando os dados expostos acima e a referência apresentada no Capítulo 3.3, o valor obtido para o negócio estaria entre R\$ 131.000,00 e R\$ 194.000,00 (30-45% das vendas anuais + estoque).

Caso Experimental 2 – Livraria

- Contexto

Motivação da venda devido à mudança de cidade do atual proprietário.

“Livraria muito conhecida na cidade de Niterói e única do porte na Região Oceânica. 11 anos no mercado. Ótimo relacionamento com fornecedores (editoras e distribuidores). Grande acervo próprio e consignado. Sistema de administração e vendas incluindo catálogo editorial com 500.000 títulos atualizado diariamente. Localizada no único shopping da Região Oceânica. Baixo valor de aluguel e condomínio (sem parcelas de 13º e royalties). Ramo de atividade isento de ICMS e IPI. Crescimento médio de 10% ao ano. Feiras externas em escola de toda cidade, com vendas direto a escolas”.

- Referências para a Valoração Fuzzy

Algumas informações relevantes sobre o negócio: Faturamento mensal médio (R\$ 65.000,00), ano de fundação (1999), valor de estoque (R\$ 400.000,00), localização (Piratininga, Niterói/RJ), categoria do negócio (Serviços Varejistas). A expectativa do proprietário da livraria quanto ao valor esperado com a venda é de R\$ 620.000,00.

Em adição, baseado no método “Regra de Ouro” para valoração, considerando os dados expostos acima e a referência apresentada no capítulo 3.3, o valor obtido para o negócio estaria entre R\$ 595.000,00 e R\$ 790.000,00 (25-50% das vendas anuais + estoque).

Caso Experimental 3 – Centro Técnico de Formação em Beleza e Estética

- Contexto

Motivação da venda devido à proximidade da aposentadoria.

“Negócio muito interessante, cursos, treinamentos, equipamentos, tudo relacionado à beleza e estética reunido num único centro. A empresa é também franqueadora de seu conceito. Negócio tradicional e muito bem localizado, com instalações muito boas. Webiste para venda de produtos. Prestação de serviços educacionais no ramo de estética e beleza, com uma programação de 40 cursos diferentes. Diferencial do negócio: Não tem crise, viabilidade de franquia, pode crescer ainda mais de 300%. Posso dar assessoria por mais 6 meses sem cobrar nada”.

Algumas informações relevantes sobre o negócio: Faturamento mensal médio (R\$ 60.000,00), ano de fundação (1999), valor de estoque (R\$ 80.000,00), localização

(Méier, Rio de Janeiro/RJ), categoria do negócio (Serviços de Beleza e Estética). A expectativa do proprietário do estabelecimento de estética e beleza quanto ao valor esperado com a venda é de R\$ 500.000,00.

Em adição, baseado no método “Regra de Ouro” para valoração, considerando os dados expostos acima e a referência apresentada no capítulo 3.3, o valor obtido para o negócio seria de aproximadamente R\$ 396.000,00 (55% das vendas anuais).

4.3.2 FUZZIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA

O primeiro passo para tratamento das variáveis qualitativas, utilizando o raciocínio fuzzy como forma de tratar as informações e obter resultados, é a Fuzzificação. Esta etapa precisa ser realizada somente para aquelas variáveis de entrada que estão representadas de forma quantitativa, a serem transformadas para uma linguagem natural.

No caso em que estamos estudando, todas as variáveis consideradas para realização da valoração da empresa, dentre elas a receita bruta anual, despesas anuais e investimento, deverão passar pela fuzzificação de forma a serem tratadas naturalmente.

Inicialmente, considerando a realidade que está sendo tratada, serão determinadas as variáveis fuzzy, valores fuzzy, funções de pertinência e faixas de pertinência.

Variáveis Fuzzy

Para a elaboração do modelo, é necessário considerar os fatores que tem maior influência ou impacto na determinação do valor de um negócio. Poderiam ser usados modelos tradicionais de valoração, como o Modelo de Fluxo de Caixa Descontado, Modelo de Opções Reais, dentre outros. No entanto, como forma de simplificar a lógica a ser aplicada ao longo de todo raciocínio fuzzy e, além disso, atender ao principal objetivo do trabalho foi determinado um conjunto de variáveis e lógicas entre si de forma a simplificar o modelo. A fim de tornar a modelagem mais enxuta, optou-se por arbitrar as variáveis que parecem mais adequadas, sejam elas numéricas ou linguísticas.

As variáveis de entrada selecionadas para suportar o modelo são:

a. Faturamento Anual

A variável faturamento anual consiste no total bruto de entradas de caixa de uma empresa a partir da venda de produtos ou serviços, realizadas durante o período comercial de um ano. Esta informação é importante, pois evidencia o nível de capacidade da demanda atual pelo valor que é entregue pela empresa a seus clientes.

b. Investimento

O investimento compreende todos os recursos que foram necessários para início, manutenção e evolução da operação na empresa, como, por exemplo, equipamentos, ferramentas, espaço físico, registros, dentre outros.

c. Localização

A variável localização é uma variável qualitativa, a ser definida a partir da avaliação do bairro (potencial e renda da região) e localidade (shopping, rua, disposição, proximidade de outros estabelecimentos comerciais e concorrência local).

d. Crescimento

O nível de crescimento consiste na expectativa sobre o crescimento do negócio para os próximos anos, inspirados no percentual de crescimento projetado para o setor e baseado em cenários específicos para a realidade do negócio.

As variáveis de saída selecionadas para suportar o modelo são:

e. Valorização

A valorização consiste em uma estimativa inicial sobre o valor do negócio, obtido a partir da combinação das variáveis financeiras de entrada, Lucro Anual e Investimento. Será a base para obtenção do valor final a ser definido para a empresa em estudo.

f. Multiplicador de Valorização

Como o valor de uma empresa não se baseia unicamente em variáveis financeiras, foi incluído como variável complementar de saída do modelo, o que chamamos de

Multiplicador da Valorização, que consiste em uma combinação entre as variáveis de entrada, Localidade e Crescimento, e ainda o índice de renda regional.

Valores Fuzzy

Para cada uma das variáveis fuzzy, foram definidos valores fuzzy pelos quais podem assumir em cada realidade pela qual se está avaliando aquela variável. A linguagem natural ou linguística é aquela que traduz os valores fuzzy que antes eram tratados como dados quantitativos, mas a partir de agora passam a ser encarados como informações não exatas ou qualitativas. Para todas as variáveis consideradas no modelo, sejam de entrada ou saída, serão definidos cinco valores fuzzy.

Primeiramente, iremos considerar a variável Faturamento anual, obtida com uma estimativa do desempenho histórico e potencial do negócio. Iremos assumir que estes valores podem ser: Muito baixo (MB), Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA).

Sob outra perspectiva, outra variável importante que está sendo considerada para o método é o Investimento realizado pelos sócios da empresa ao longo do seu funcionamento. Logo, iremos assumir que os valores possíveis para esta variável são: Irrelevante (I), Pouco relevante (PR), Médio (M), Relevante (R) e Muito Relevante (MR).

Adicionalmente, para as variáveis de entrada complementares Localização e Crescimento, serão definidos, respectivamente, os seguintes valores fuzzy: Desfavorável (D), Médio (M) e Favorável (F); Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Como resultado, estão sendo consideradas as variáveis fuzzy Valorização e Multiplicador da Valorização, que, por sua vez, também possuem respectivos valores fuzzy. Tendo em vista o perfil qualitativo destas variáveis, para ambas foram definidos os valores A, B, C, D e E, considerando que A compreende a “pior” condição para a variável e “E” a melhor.

Funções e faixas de pertinência

Dando continuidade à Fuzzificação, o próximo passo é estabelecer as faixas de pertinência, ou seja, os limites pelo qual determinado valor fuzzy pode assumir e as funções de pertinência que determinam qual o grau de pertinência daquele valor fuzzy para determinada situação que está sendo avaliada.

Para a definição das faixas de pertinência, considerando as premissas estabelecidas para o método, foram determinadas de maneira arbitrária pelos autores deste trabalho, considerando as possíveis realidades pela qual o universo de pequenas empresas pode assumir, considerando a composição de cada uma das variáveis.

Neste momento, vale destacar que a elaboração dos graus de pertinência pelo qual um valor fuzzy pode assumir, deve seguir alguma orientação ou modelo de função que pode ser definido de forma simplificada como funções triangulares e trapezoidais, até funções mais complexas como gaussiana, sigmoide e cauchy.

Tendo em vista a proposta principal deste trabalho, para o método que está sendo elaborado, as funções de pertinência desenvolvidas seguirão a orientação a partir de funções triangulares, sem restringir necessariamente que terão comportamento equilátero e uniforme (somatório das pertinências é sempre igual a um), podendo ter também comportamento isósceles (curvas das funções de um mesmo valor fuzzy simétricas) e, até mesmo, comportamento escaleno (curvas das funções de um mesmo valor fuzzy assimétricas entre si).

A partir dessas definições, para este trabalho, serão apresentadas as faixas e funções de pertinência que serão utilizadas como referência, assim como os gráficos que representam o grau de pertinência para cada uma das variáveis.

Tabela 4 – Funções e faixas de pertinência – Variável Faturamento

| a. Faturamento Anual | | Funções de Pertinência | Faixas de Pertinência | |
|----------------------|----|------------------------|-----------------------|----------------|
| Muito baixo | MB | $x/60.000$ | R\$ 0,00 | R\$ 60.000,00 |
| Muito baixo | MB | $(160.000-x)/100.000$ | R\$ 60.000,00 | R\$ 160.000,00 |
| Baixo | B | $(x-90.000)/100.000$ | R\$ 90.000,00 | R\$ 190.000,00 |
| Baixo | B | $(290.000-x)/100.000$ | R\$ 190.000,00 | R\$ 290.000,00 |
| Médio | M | $(x-180.000)/90.000$ | R\$ 180.000,00 | R\$ 270.000,00 |
| Médio | M | $(380.000-x)/110.000$ | R\$ 270.000,00 | R\$ 380.000,00 |
| Alto | A | $(x-270.000)/110.000$ | R\$ 270.000,00 | R\$ 390.000,00 |
| Alto | A | $(500.000-x)/110.000$ | R\$ 390.000,00 | R\$ 500.000,00 |
| Muito alto | MA | $(x-390.000)/100.000$ | R\$ 390.000,00 | R\$ 490.000,00 |
| Muito alto | MA | $(650.000-x)/160$ | R\$ 490.000,00 | R\$ 650.000,00 |

Fonte: Os autores

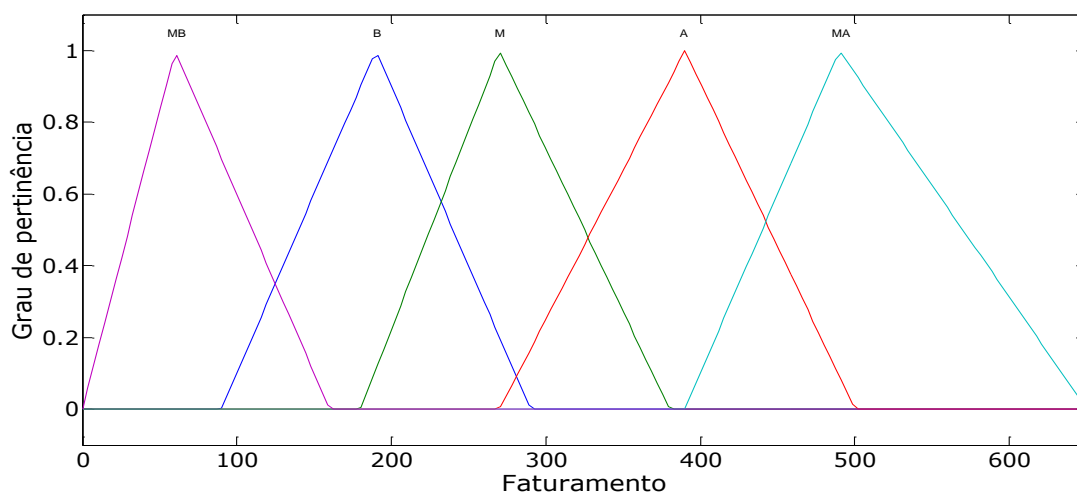


Figura 14 – Gráfico de pertinência da variável Faturamento

Fonte: Os autores

Tabela 5 – Funções e faixas de pertinência – Variável Investimento

| b. Investimento | | Funções de Pertinência | Faixas de Pertinência | |
|-----------------|----|------------------------|-----------------------|----------------|
| Irrelevante | I | $x/80.000$ | R\$ 0,00 | R\$ 80.000,00 |
| Irrelevante | I | $(160.000-x)/80.000$ | R\$ 80.000,00 | R\$ 160.000,00 |
| Pouco relevante | PR | $(x-40.000)/80.000$ | R\$ 40.000,00 | R\$ 120.000,00 |
| Pouco relevante | PR | $(240.000-x)/120.000$ | R\$ 120.000,00 | R\$ 240.000,00 |
| Médio | M | $(x-100.000)/80.000$ | R\$ 100.000,00 | R\$ 180.000,00 |
| Médio | M | $(290.000-x)/110.000$ | R\$ 180.000,00 | R\$ 290.000,00 |
| Relevante | R | $(x-140.000)/100.000$ | R\$ 140.000,00 | R\$ 240.000,00 |
| Relevante | R | $(350.000-x)/110.000$ | R\$ 240.000,00 | R\$ 350.000,00 |
| Muito relevante | MR | $(x-200.000)/80.000$ | R\$ 200.000,00 | R\$ 280.000,00 |
| Muito relevante | MR | $(400.000-x)/120.000$ | R\$ 280.000,00 | R\$ 400.000,00 |

Fonte: Os autores

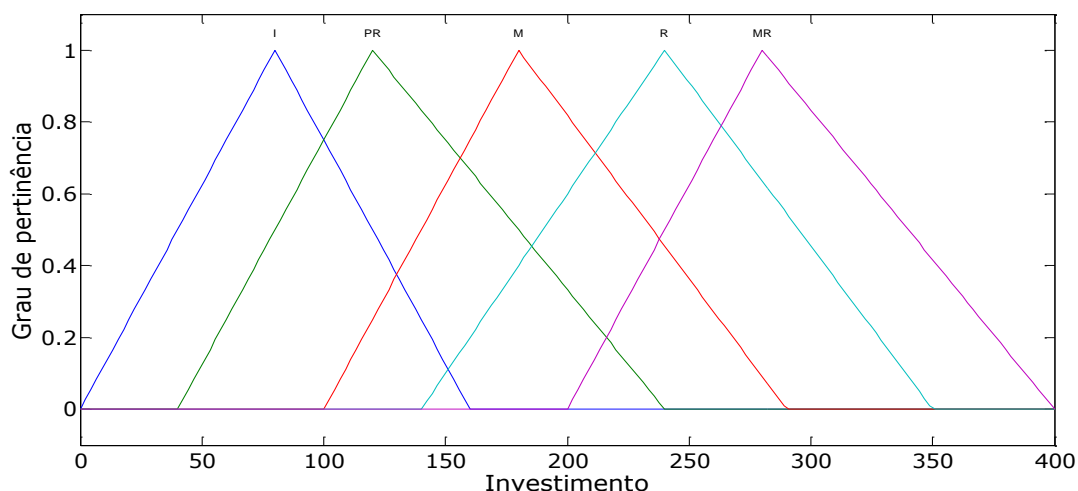


Figura 15 – Gráfico de pertinência da variável Investimento

Fonte: Os autores

Tabela 6 – Funções e faixas de pertinência – Variável Localização

| c. Localização | | Funções de Pertinência | Faixas de Pertinência | |
|----------------|---|------------------------|-----------------------|------|
| Desfavorável | B | $x/0.25$ | 0.0 | 0.25 |
| Desfavorável | B | $(0.5-x)/0.25$ | 0.25 | 0.5 |
| Médio | M | $(x-0.25)/0.25$ | 0.25 | 0.5 |
| Médio | M | $(0.75-x)/0.25$ | 0.5 | 0.75 |
| Favorável | A | $(x-0.5)/0.25$ | 0.5 | 0.75 |
| Favorável | A | $(1.0-x)/0.25$ | 0.75 | 1.0 |

Fonte: Os autores

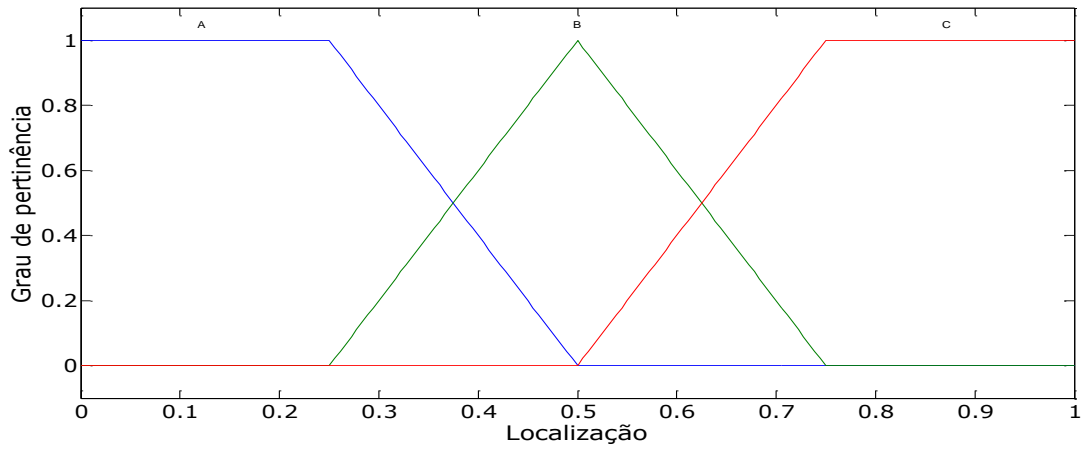


Figura 16 – Gráfico de pertinência da variável Localização

Fonte: Os autores

Tabela 7 – Funções e faixas de pertinência – Variável Crescimento

| d. Crescimento | | Funções de Pertinência | Faixas de Pertinência | |
|----------------|---|------------------------|-----------------------|--------|
| Baixo | B | $x/3.5$ | 0.0 % | 3.5 % |
| Baixo | B | $(7.0-x)/3.5$ | 3.5 % | 7.0 % |
| Médio | M | $(x-3.5)/3.5$ | 3.5 % | 7.0 % |
| Médio | M | $(10.5-x)/3.5$ | 7.0 % | 10.5 % |
| Alto | A | $(x-7.0)/3.5$ | 7.0 % | 10.5 % |
| Alto | A | $(14.0-x)/3.5$ | 10.5 % | 14 % |

Fonte: Os autores

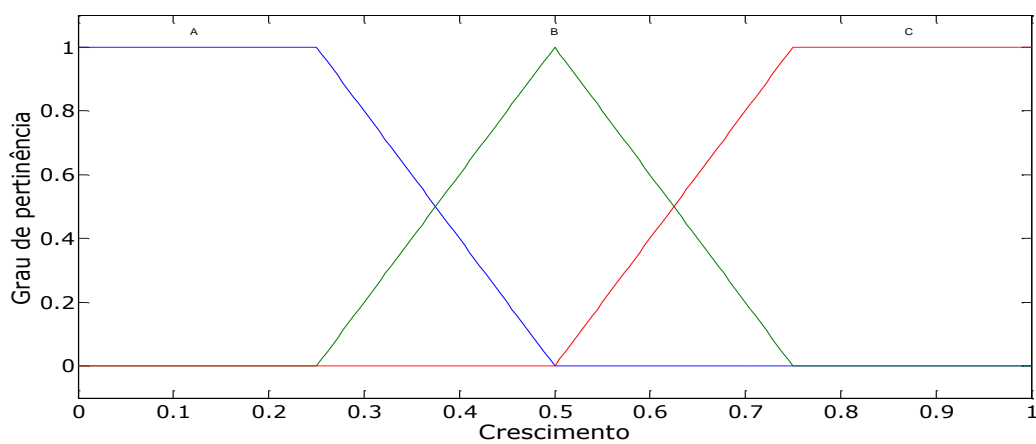


Figura 17 – Gráfico de pertinência da variável Crescimento

Fonte: Os autores

Tabela 8 – Funções e faixas de pertinência – Variável Valorização

| Valorização | | Funções de Pertinência | Faixas de Pertinência | |
|-------------|---|------------------------|-----------------------|----------------|
| Tipo A | A | $x/90.000$ | R\$ 0,00 | R\$ 90.000,00 |
| Tipo A | A | $(180.000-x)/90.000$ | R\$ 90.000,00 | R\$ 180.000,00 |
| Tipo B | B | $(x-45.000)/90.000$ | R\$ 45.000,00 | R\$ 135.000,00 |
| Tipo B | B | $(225.000-x)/90.000$ | R\$ 135.000,00 | R\$ 225.000,00 |
| Tipo C | C | $(x-90.000)/90.000$ | R\$ 90.000,00 | R\$ 180.000,00 |
| Tipo C | C | $(270.000-x)/90.000$ | R\$ 180.000,00 | R\$ 270.000,00 |
| Tipo D | D | $(x-135.000)/90.000$ | R\$ 135.000,00 | R\$ 225.000,00 |
| Tipo D | D | $(315.000-x)/90.000$ | R\$ 225.000,00 | R\$ 315.000,00 |
| Tipo E | E | $(x-180.000)/90.000$ | R\$ 180.000,00 | R\$ 270.000,00 |
| Tipo E | E | $(360.000-x)/90.000$ | R\$ 270.000,00 | R\$ 360.000,00 |

Fonte: Os autores

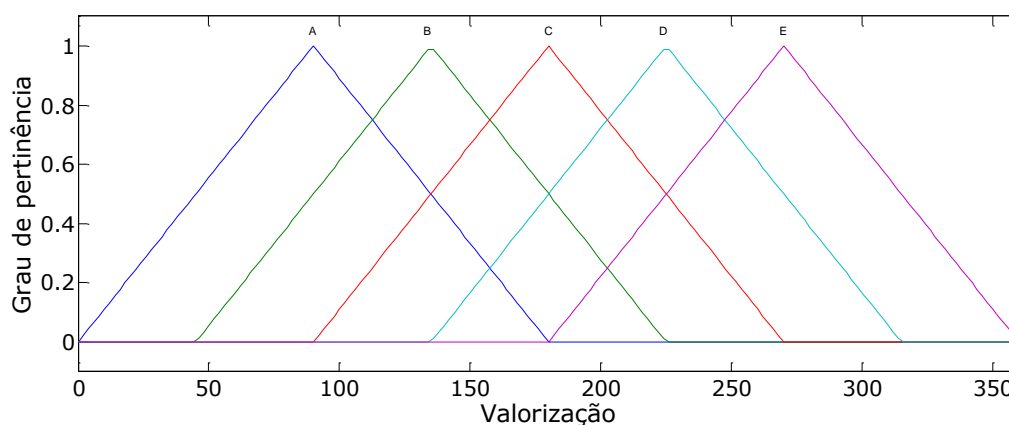


Figura 18 – Gráfico de pertinência da variável Valorização

Fonte: Os autores

Tabela 9 – Funções e faixas de pertinência – Variável Multiplicador de Valorização

| Multiplicador de Valorização | | Funções de Pertinência | Faixas de Pertinência | |
|------------------------------|---|------------------------|-----------------------|------|
| Multiplicador A | A | $(x-0.5)/0.25$ | 0.5 | 0.75 |
| Multiplicador A | A | $(1.0-x)/0.25$ | 0.75 | 1.0 |
| Multiplicador B | B | $(x-0.75)/0.25$ | 0.75 | 1.0 |
| Multiplicador B | B | $(1.25-x)/0.25$ | 1.0 | 1.25 |
| Multiplicador C | C | $(x-1.0)/0.25$ | 1.0 | 1.25 |
| Multiplicador C | C | $(1.5-x)/0.25$ | 1.25 | 1.5 |
| Multiplicador D | D | $(x-1.25)/0.25$ | 1.25 | 1.5 |
| Multiplicador D | D | $(1.75-x)/0.25$ | 1.5 | 1.75 |
| Multiplicador E | E | $(x-1.5)/0.25$ | 1.5 | 1.75 |
| Multiplicador E | E | $(2.0-x)/0.25$ | 1.75 | 2.0 |

Fonte: Os autores

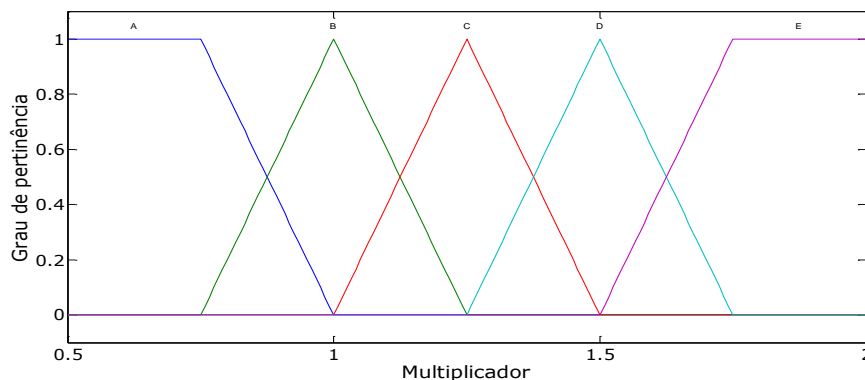


Figura 19 – Gráfico de pertinência da variável Multiplicador de Valorização

Fonte: Os autores

4.3.3 INFERÊNCIA

O modelo de valoração que está sendo desenvolvido pressupõe um conjunto de relações de implicação que condicionam as diferentes variáveis envolvidas para que se alcance algum resultado. Assumindo a proposta de utilização da lógica fuzzy e, conseqüentemente, do raciocínio fuzzy para apoiar a decisão acerca do valor sugerido para uma empresa, pode-se explicitar como esta etapa foi construída.

Logo, após a fuzzificação, definiram-se as condições abaixo para suportar a estrutura de inferência, no caso, para obtenção da Valorização:

- a. SE Faturamento é Muito baixo E Investimento é Irrelevante ENTÃO condição é A;
- b. SE Faturamento é Muito baixo E Investimento é Pouco Relevante ENTÃO condição é B;
- c. SE Faturamento é Muito baixo E Investimento é Médio ENTÃO condição é B;
- d. SE Faturamento é Muito baixo E Investimento é Relevante ENTÃO condição é B;
- e. SE Faturamento é Muito baixo E Investimento é Muito Relevante ENTÃO condição é C;
- f. SE Faturamento é Baixo E Investimento é Irrelevante ENTÃO condição é A;
- g. SE Faturamento é Baixo E Investimento é Pouco Relevante ENTÃO condição é B;
- h. SE Faturamento é Baixo E Investimento é Médio ENTÃO condição é B;
- i. SE Faturamento é Baixo E Investimento é Relevante ENTÃO condição é C;
- j. SE Faturamento é Baixo E Investimento é Muito Relevante ENTÃO condição é C;
- k. SE Faturamento é Médio E Investimento é Irrelevante ENTÃO condição é C;
- l. SE Faturamento é Médio E Investimento é Pouco Relevante ENTÃO condição é C;
- m. SE Faturamento é Médio E Investimento é Médio ENTÃO condição é D;
- n. SE Faturamento é Médio E Investimento é Relevante ENTÃO condição é D;
- o. SE Faturamento é Médio E Investimento é Muito Relevante ENTÃO condição é E;
- p. SE Faturamento é Alto E Investimento é Irrelevante ENTÃO condição é C;
- q. SE Faturamento é Alto E Investimento é Pouco Relevante ENTÃO condição é D;

- r. SE Faturamento é Alto E Investimento é Médio ENTÃO condição é D;
- s. SE Faturamento é Alto E Investimento é Relevante ENTÃO condição é E;
- t. SE Faturamento é Alto E Investimento é Muito Relevante ENTÃO condição é E;
- u. SE Faturamento é Muito Alto E Investimento é Irrelevante ENTÃO condição é C;
- v. SE Faturamento é Muito Alto E Investimento é Pouco Relevante ENTÃO condição é D;
- w. SE Faturamento é Muito Alto E Investimento é Médio ENTÃO condição é E;
- x. SE Faturamento é Muito Alto E Investimento é Relevante ENTÃO condição é E;
- y. SE Faturamento é Muito Alto E Investimento é Muito Relevante ENTÃO condição é E.

Para a obtenção do Multiplicador de Valorização, a estrutura de inferência deverá relacionar as seguintes condições:

- a. SE Localização é Desfavorável E Crescimento é Baixo ENTÃO condição é A;
- b. SE Localização é Desfavorável E Crescimento é Médio ENTÃO condição é B;
- c. SE Localização é Desfavorável E Crescimento é Alto ENTÃO condição é C;
- d. SE Localização é Médio E Crescimento é Baixo ENTÃO condição é B;
- e. SE Localização é Médio E Crescimento é Médio ENTÃO condição é D;
- f. SE Localização é Médio E Crescimento é Alto ENTÃO condição é D;
- g. SE Localização é Favorável E Crescimento é Baixo ENTÃO condição é D;
- h. SE Localização é Favorável E Crescimento é Médio ENTÃO condição é E;
- i. SE Localização é Favorável E Crescimento é Alto ENTÃO condição é E.

Com a determinação da estrutura da inferência, pode-se iniciar o processo a partir dos dados recebidos da fuzzificação, enquadrando-os nas relações de implicância pelas quais a variável se inclui.

Para o método desenvolvido, a estrutura de inferência será composta pela relação das duas variáveis de saída, valorização e multiplicador da valorização. Neste contexto, será utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Valoração} = [\text{Valorização}] * [\text{Multiplicador da Valorização}]$$

Onde, Valoração representa o valor do negócio, produto da Valorização, obtida com a primeira aplicação da lógica fuzzy (baseado no faturamento e investimento), e do Multiplicador da Valorização, obtido com a segunda aplicação da lógica fuzzy (baseada na localização e crescimento).

4.3.4 DEFUZZIFICAÇÃO

O último passo necessário para que se obtenha o resultado do processo é a defuzzificação que tem como principal objetivo a definição do valor numérico que melhor represente a combinação lógica das informações de entrada, considerando os processos de tratamento previamente definidos.

Neste contexto, vale destacar que podem ser utilizados diferentes métodos de defuzzificação, como método centroide, centro das somas e média dos máximos. A escolha do método a ser aplicado deve ser arbitrária e, em alguns casos, é válido que se realize uma aplicação-teste dos três métodos para que se verifique aquele que melhor se adeque ao resultado esperado pelo modelo proposto.

Para este trabalho, por ser um método amplamente utilizado e conferir maior simplicidade, será aplicado o Método Centróide como forma de transformar o resultado em um valor final.

Para os três casos experimentais, foram utilizadas as informações providas pelos proprietários, as regras e técnicas definidas neste capítulo e a aplicação da ferramenta MATLAB.

Tabela 10 – Cálculo do Valor do Negócio

| Resultados | Restaurante | Livraria | Beleza e Estética |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Valorização (V) | R\$ 203.000,00 | R\$ 270.000,00 | R\$ 256.000,00 |
| Multiplicador (M) | 1.28 | 1.81 | 1.20 |
| Valor do Negócio (V*M) | R\$ 259.840,00 | R\$ 488.000,00 | R\$ 307.200,00 |

Fonte: Os autores

4.3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os objetivos da proposta do trabalho foram alcançados, considerando que os casos experimentais contribuíram diretamente no entendimento da aplicabilidade de um modelo de inferência fuzzy para valoração de pequenas empresas.

Os resultados obtidos na valoração das pequenas empresas objeto de estudo demonstram que houve uma aproximação satisfatória, porém não conclusiva, com o resultado esperado pelo proprietário e a aplicação das “regras de ouro”.

Como os três experimentos foram utilizados para a construção de um modelo único e não foi utilizada nenhuma ferramenta específica que tornassem exaustivas as iterações das variáveis, é possível reconhecer a dificuldade em garantir que o resultado seja assertivo para todos os casos.

Por outro lado, vale ressaltar que os valores de referência não são matemáticos ou exatos, pois estão ligados à intuição e experiência do empreendedor ou às estatísticas genéricas contidas nas “regras de ouro”.

Tabela 11 – Comparação dos resultados de Valoração

| | I.Restaurante | II.Livraria | III.Beleza e Estética |
|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Valor Resultante do Modelo Fuzzy | R\$ 259.840,00 | R\$ 488.000,00 | R\$ 307.200,00 |
| Valor pela Regra de Negócio | R\$ 131.000,00 - R\$ 194.000,00 | R\$ 595.000,00 - R\$ 790.000,00 | R\$ 396.000,00 |
| Valor Esperado pelo Proprietário | R\$ 130.000,00 | R\$ 620.000,00 | R\$ 500.000,00 |

Fonte: Os autores

5 CONCLUSÃO

A lógica fuzzy se apresenta como uma metodologia interessante para tratamento de dados, principalmente quando os mesmos são imprecisos, como é tradicionalmente o caso das informações prestadas por gestores de negócio quanto a seus empreendimentos. Assim, os fundamentos e propriedades da lógica fuzzy possuem como principais vantagens: o alcance de resultados rápidos e aproximados, e, principalmente, o tratamento de incertezas peculiares de pequenas empresas, viabilizando a valoração do negócio, ainda que as informações do empreendimento sejam imprecisas.

Os objetivos da proposta do trabalho foram alcançados, considerando que os casos experimentais contribuíram diretamente no entendimento da aplicabilidade de um modelo de inferência fuzzy para valoração de pequenas empresas.

Assim como exposto anteriormente, vale destacar que a proposta deste trabalho não é propor um método substitutivo àqueles tradicionais e consagrados na literatura e no mercado. Através da utilização de um conceito diferenciado, através da lógica fuzzy, desenvolveu-se, nesta monografia, uma nova alternativa para gestores de negócio que pretendem realizar a valoração de seus empreendimentos, principalmente àqueles cujas informações do negócio são imprecisas. Portanto, o modelo fuzzy desenvolvido nesta monografia pode servir também como uma referência, mesmo nos casos em que o gestor do negócio opte por valorar seu negócio através de técnicas convencionais.

Vale ressaltar que, por ser um trabalho inicial no tema, que considera informações e dados reais, associados a conceitos de valoração e lógica fuzzy, para que seja obtido um modelo mais abrangente e assertivo, deveriam ser consideradas outras variáveis relevantes para avaliação de empresas e uma maior amostra de casos experimentais. Esta questão demonstra o *trade-off* entre o esforço no levantamento e tratamento das informações e o resultado para a construção e ajuste de modelos robustos, a ser avaliado de acordo com o objetivo da pesquisa ou projeto a ser desenvolvido.

Algumas propostas de encaminhamento para trabalhos futuros deste trabalho, visando refinar e aprofundar o desenvolvimento do modelo:

- Possibilitar maior quantidade de iterações através de uma ferramenta específica que proporcione um exercício exaustivo das variáveis envolvidas no modelo;

- Incorporar mais variáveis e tornando-a mais flexível, dentre elas tipo do negócio, endividamento, valor do estoque, ativos e capital de giro, tempo de operação, tipo do imóvel, número de funcionários etc.;
- Utilizar dados históricos de compra e venda de pequenas empresas (valores reais de operação), como forma de incorporar os valores aferidos, comparando-os com a expectativa do proprietário, “regras de ouro” e aplicação do modelo;
- Testar o modelo para negócios de diversos setores, comparando os resultados com outros métodos de valoração tradicionais;
- Verificar a possibilidade de utilizar o modelo, com ajustes necessários, para a valoração de start-ups, empresas virtuais e grandes empresas, ainda utilizando a lógica fuzzy como base.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMENDOLA, M.; SOUZA, A. L.; BARROS, L. C. **Manual do uso da teoria dos conjuntos Fuzzy no MATLAB 6.5.** FEAGRI & IMECC / UNICAMP. Versão II, maio de 2005.
- CARVALHO, D. P. A; RAMOS, F. S.; SOUZA, C. C.; NETO, J. F. R. **Utilização de Lógica Fuzzy como Ferramenta Auxiliar na Classificação de Ovinos para o Abate.** Universidade Anhanguera Uniderp, 2011.
- CASTRO, A. O. **Seleção de Poços de Petróleo para Operação de Fraturamento Hidráulico: Uma Comparação entre Sistemas – Fuzzy-Genético e Neuro-Fuzzy.** UFRJ, Brasil, 2005.
- COHEN, H. N. **"Using Rules of Thumb in Valuation"**, em 101 Practical Solutions for the Family Lawyer, ed. Greg Herman. Chicago: American Bar Association, 1996.
- DESMOND, G. M. **Handbook of Small Business Valuation Formulas and Rules of Thumb.** 3a Edição, Valuation Press: Camden, Maine, 1993.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. **The option approach to capital of investment.** Harvard Business Review, Maio/Junho, 1995.
- HARRIS, J. **Fuzzy Logic Applications in Engineering Science.** Ed. Springer, 2006.
- HINES, J. W. **Fuzzy and Neural Approaches in Engineering.** Wiley, New York, 1997.
- HOLTON, L.; BATES, J. **Business Valuation for Dummies.** Ed. Wiley Publishing. Indiana, EUA, 2009.
- HUGH, A. **Valuing your Private Firm for Acquisition.** Merger Planning Solutions, 2001.
- JESUS, J. R.; ROCHA, L. M.; VIANA, R. C. **Avaliação de Pequenas e Médias Empresas e Gestão de Risco.** Faculdade de Economia do Porto, Portugal, 2001.
- JÚNIOR, O. S. L.; **Análise de Pontos por Função Fuzzy.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Fortaleza, 2002.
- KLIR, G. J.; YUAN, B. **Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications.** Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 1995.

- MELO, G. J. A. **Princípio de extensão de Zadeh aplicado a funções não monótonas com dois parâmetros fuzzy**. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, 2009
- NIÑO, L. M. V. **Seleção de país destino com base em método fuzzy de tomada de decisão multi-critério: estudo de caso de exportação de farinha de mandioca**. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, 2011.
- PAIVA, W. P. **Métodos de avaliação de pequenas e médias empresas**. V SEMEAD, FEA/USP, 2001.
- PRATT, S. **The Lawyer's Business Valuation Handbook**. American Bar Association, 2000.
- PRATT, S.; REILLY, R.; SCHWEIHS, R. **Valuing Small Businesses and Professional Practices**, 2 ed., McGraw-Hill , 1993.
- ROSS, T. J. **Fuzzy Logic with Engineering Applications**. 3ª Edição. John Wiley & Sons. United Kingdom, 2010.
- SANTOS, D. F. L. **A teoria das Opções Reais como instrumento de avaliação na análise de um processo de fusão e incorporação de empresas**. Dissertação, UFF. Niterói, 2004.
- SEBRAE. **As Pequenas Empresas do Simples Nacional**. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Publicação, 2011.
- SEBRAE, **Taxa de Sobrevivência das Empresas no Brasil**. Coleção Estudos e Pesquisas, 2011.
- SLIWOSKI, L. **Alternatives To Business Valuation Rules Of Thumbs For Small Businesses**. The National Public Accountant (Marh-April), 1999.
- TULLER, L. W. **The Small Business Valuation Book**. 2nd Edition. Adams Media, Canada, 2008.
- WEST, T. **The Business Reference Guide – The Essential Guide to Pricing a Business**. 10a Edição, 2002.
- ZADEH, L. **Fuzzy sets**. Inf. Control, vol. 8, pp. 338–353, 1965.
- ZADEH, L. A. **The Rationale Fuzzy Control**, J. Dyn. Syst. Control Trans. ASME, Vol 94, pp; 3-4, 1972.

ZIMMERMANN, H. J. **Fuzzy Set Theory and Its Applications**. Kluwer Bostom, 2^a Edição, 1991.

BBN – Bolsa Brasil Negócios. <http://www.bolsabrazilnegocios.com.br> (acessado em: 01/08/2012).