

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Programa de Pós-Graduação de História das Ciências  
e das Técnicas e Epistemologia - HCTE

SORAIA PACHECO DE ALMEIDA SILVA FELÍCIO

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO FUZZY APLICADO AO SISTEMA DE  
COMBINAÇÃO SOCIAL: ORACULOUS

Rio de Janeiro

2017

SORAIA PACHECO DE ALMEIDA SILVA FELÍCIO

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO FUZZY APLICADO AO SISTEMA DE  
COMBINAÇÃO SOCIAL: ORACULOUS

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Orientador: Profa. Maira Monteiro Fróes, DSc.

Coorientador: Prof. Alfredo Nazareno Pereira Boente, DSc.

Rio de Janeiro

2017

## CIP - Catalogação na Publicação

F314p Felício, Soraia Pacheco de Almeida Silva  
Proposição de um Modelo Fuzzy Aplicado ao Sistema  
de Combinação Social: Oraculous / Soraia Pacheco de  
Almeida Silva Felício. -- Rio de Janeiro, 2017.  
213 f.

Orientador: Maira Monteiro Frões.  
Coorientador: Alfredo Nazareno Pereira Boente.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio  
de Janeiro, Decania do Centro de Ciências  
Matemáticas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação  
em História das Ciências e das Técnicas e  
Epistemologia, 2017.

1. Rede Social. 2. Teoria Social Cognitiva. 3.  
Sistema de Combinação Social. 4. Lógica Fuzzy. 5.  
Qualidade de Software. I. Frões, Maira Monteiro,  
orient. II. Boente, Alfredo Nazareno Pereira,  
coorient. III. Título.

SORAIA PACHECO DE ALMEIDA SILVA FELÍCIO

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO FUZZY APLICADO AO SISTEMA DE  
COMBINAÇÃO SOCIAL: ORACULOUS

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Trabalho aprovado. Rio de Janeiro, 04 de outubro de 2017:

---

**Profa. Maira Monteiro Fróes, DSc.**  
Orientadora

---

**Prof. Alfredo Nazareno Pereira Boente, DSc.**  
Coorientador

---

**Prof. Jesús Domech Moré, DSc.- PUC/Rio**

---

**Prof. Jorge Fernando Silva de Araujo, DSc.- Colégio Pedro II**

---

**Prof. Eduardo Nazareth Paiva, DSc. - UFRJ**

---

**Profa. Regina Maria Macedo Costa Dantas, DSc. - UFRJ**

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Laviron e Janete, que foram responsáveis pela minha formação e sempre me apoiaram.

Ao meu esposo, Cleberton, que teve paciência comigo nos momentos mais difíceis desse processo.

A minha querida irmã e amiga, Cristiane Pacheco, seu esposo e meu cunhado que me ajudou muito com algumas traduções para o inglês, professor da Cultura Inglesa, do estado e município, José Antônio Pereira, mais do que um cunhado, um irmão, que tanto admiro.

A minha sobrinha, Beatriz Pacheco, que muito me orgulha e tanto amo, com quem aprendo muito apesar da pouca idade, principalmente, a manter a alegria pela vida.

Ao primo e irmão do meu pai, Givani Oliveira, que sempre esteve presente em vários momentos de minha vida e nos últimos dias de vida do meu pai, em 2016, apoiando a mim, minha irmã e toda a família.

Aos meus sogros, Dulce Teixeira e Cleto Felicio, que torcem sempre por mim.

Todos os meus familiares e amigos que fizeram parte da minha trajetória de vida.

*Este trabalho é dedicado também às crianças adultas que, quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que permitiu que eu chegasse até o final desse trabalho e, principalmente, a evoluir como ser humano.

Aos professores que participaram da banca examinadora em dois momentos, na qualificação e na defesa, professora Regina Dantas e professor Eduardo Paiva, fizeram importantes contribuições que enriqueceram o trabalho.

Aos professores que participaram da banca examinadora de defesa de tese, professor Jesús Domech Moré e professor Jorge Fernando, com valiosas contribuições.

Agradeço aos meus orientadores, professora Maira Monteiro Fróes e professor Alfredo Boente, que tiveram um único objetivo, contribuir e direcionar para a finalização do trabalho, preocupados com minha formação geral, souberam me compreender em momentos pessoais de grandes dificuldades emocionais, que foi a hospitalização do meu amado e super querido pai, por 2 (dois) meses, que culminou com a sua partida desse mundo terrestre, em 29 de junho de 2016. O luto perdurou por muitos meses, mas os meus sábios orientadores foram além em sua orientação acadêmica e tiveram a sensibilidade de me apoiar nesse período tão doloroso, confiaram em mim, acreditaram que eu conseguiria superar e concluir o doutorado. Qualquer palavra de agradecimento não chega nem perto de demonstrar o quão enorme é a minha gratidão por eles. São pessoas como eles, que considero um dos grandes sábios das ciências, que muitas vezes ficam no anonimato, escondidos em seus laboratórios plantando a semente da ciência em seus alunos, com grande maestria.

Aos professores, Claudia Motta e Carlo Emmanoel Tolla, orientadores do mestrado, no Programa de Pós-graduação em Informática PPGI/IM-NCE/UFRJ, que foram responsáveis pelo início desta pesquisa, que continuou com outros desdobramentos no doutorado.

Aos meus amigos do âmbito profissional, pessoas de grande importância em minha vida, que participaram desses e de outros momentos difíceis e tiveram a mesma compreensão, pessoas que eu admiro e me apoiam sempre, especialmente, o antigo Pró-reitor de Planejamento e Desenvolvimento Institucional, Ricardo Bentim e a atual Pró-reitora de Planejamento e Desenvolvimento Institucional do Colégio Pedro II, professora Vera Medalha, a sua secretária Denise, pessoa de grande coração e amiga, a Procuradora Educacional Institucional, professora Lucia Santos Gambardella, a chefe geral das secretarias, Lucia Mendonça, diretor de Tecnologia da Informação, professor Luiz Francisco Dias Pereira, grande amigo, meus chefes imediatos, Fabrício Soares e Roberto Pontes, amigos do coração. Amigos do setor de redes de computação: Thiago Martorelli que veio

transferido junto comigo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para o Colégio Pedro II, amigo desde o primeiro dia que nos conhecemos na UFRRJ, além de outros amigos desse setor: Ricardo Monteiro, Felipe, Diego Neves, Cibele, Guilherme e Luciene. A equipe que lidero e trabalha comigo diretamente e são pessoas igualmente especiais: Gabriel Pimentel, Amanda Gomes, Luciene Ribeiro e Ricardo Rodrigues. Além de outros amigos que não faz parte da minha equipe, mas são pessoas também muito especiais: Fernando, Matheus e Aline. Amigos da área de governança da Tecnologia da Informação: Márcio e César. Todos tiveram e tem um lugar especial em meu coração. Viram, souberam e participaram de todos momentos tristes e felizes de minha vida durante esse período.

Agradeço a força, atenção, amizade de duas amigas que me acompanham desde o mestrado, Cristiane Moura e Flávia Ernesto, são mais do que amigas, são irmãs que a vida me presenteou.

A um grande amigo e terapeuta, Marcos Roberto Mazzaro, que me orientou e ainda me orienta em vários aspectos pessoais, principalmente, no campo emocional, em diversos momentos, tristes e felizes.

Aos amigos do laboratório LAMAE, coordenado pela professora Maira Fróes, especialmente, Myriam Kienitz, Ricardo Marciano, Paulo Emílio, Jô Reis, Fátima Alfredo, e Thiago Ladislau.

Aos amigos do programa HCTE, que conheci ao longo dessa trajetória, em especial: Alexandre Valença e Rogério Mandelli.

Ao professor de psicologia da Universidade Federal Rural (UFRRJ) Nilton Sousa da Silva, que conheci em alguns dos encontros sociais com amigos do HCTE, por indicar o livro "Nexus: fundamentos da ciência dos networks" de Mark Buchanan, que serviu de base e foi muito importante para o discurso que formulei sobre redes sociais e a concepção da proposta do modelo abstrato desta pesquisa.

Aos funcionários da área administrativa do programa do HCTE, que realizam um trabalho de excelência.

A todos a minha gratidão eterna e o meu muito obrigada!!!!

*Os sentidos do homem limitam a percepção que este tem do mundo à sua volta.  
Utilizando instrumentos científicos ele consegue, em parte,  
compensar a deficiência dos sentidos.  
Consegue, por exemplo, aumentar o alcance da sua visão  
através do binóculo ou apurar a audição  
por meio de amplificadores elétricos.  
Mas a mais elaborada aparelhagem nada pode fazer  
além de trazer ao seu âmbito visual objetos  
ou muito mais distantes ou muito pequenos  
e tornar mais audíveis sons fracos.  
Não importa que instrumentos ele empregue;  
em um determinado momento há de chegar  
a um limite de evidências e de convicções  
que o conhecimento consciente  
não pode transpor.  
Além disso, há aspectos inconscientes  
na nossa percepção da realidade.  
O primeiro deles é o fato de que,  
mesmo quando os nossos sentidos  
reagem a fenômenos reais  
e a sensações visuais e auditivas,  
tudo isso, de certo modo,  
é transposto da esfera  
da realidade  
para a da mente.*

*(O homem e seus símbolos, Carl G. Jung, p. 21. (JUNG, 2008).)*

## RESUMO

Este trabalho propõe um modelo fuzzy de tomada de decisão para melhoria do mecanismo de combinação social. A metodologia adotada foi *Design Science Research (DSR)* ou Ciência do Artificial ou Ciência do Projeto por possuir etapas e diretrizes para um delineamento rigoroso da pesquisa, com enfoque bem definido. Atualmente, esta metodologia é bem adequada à área da Ciência da Computação, que visa o estudo de um produto de software, mas pode ser utilizada em diversas áreas.

O modelo proposto é integrado pelos conceitos cognitivos do modelo de combinação social, Oraculous, criado por Silva (2009) e pelos critérios de qualidade de produto de software, descrito na NBR ISO/9126-1 (2003), com um viés estruturante do sistema fuzzy, para obtenção de índices de qualidade e tomada de decisão, a fim de propor melhorias no mecanismo Oraculous. Este estudo, portanto, além de promover um novo encadeamento de ideias que envolve diversas áreas do conhecimento, como Sociologia, Psicologia Social, Matemática e Ciência da Computação, possibilita uma avaliação sistemática do mecanismo de combinação social, Oraculous, para isso, foram convidados a participar da pesquisa especialistas da área da cognição e da qualidade de produto de software.

**Palavras-chave:** Rede Social. Teoria Social Cognitiva. Sistema de Combinação Social. Lógica Fuzzy. Qualidade de Software. Tomada de Decisão. *Design Science Research*.

## ABSTRACT

This work proposes a fuzzy model of decision making to improve the mechanism of social matching. The methodology adopted was Design Science Research (DSR) in order to have steps and guidelines for a well-defined research delineation. Currently, this methodology is well suited to the area of Computer Science, which aims to study a software product; however, it can be used in several areas.

The proposed model is integrated by the cognitive concepts of the social matching model, Oraculous, created by Silva (2009) and by the criteria of software product quality, described in NBR ISO/IEC 9126-1 (2003), with a structural bias of the fuzzy system, with a view to obtaining quality indexes and decision-making, in order to propose improvements in the Oraculous mechanism. Therefore, this study, besides promoting a new concatenation of ideas that involves several areas of knowledge, such as Sociology, Social Psychology, Mathematics and Computer Science, allows a systematic evaluation of the mechanism of social matching, Oraculous; for this, specialists in the area of cognition and software product quality were invited to participate in the research.

**Keywords:** Social Network. Cognitive Social Theory. Social Matching System. Fuzzy Logic. Software Quality. Decision-making. Design Science Research.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A delimitação do escopo . . . . .	27
Figura 2 – Linha do tempo das redes sociais . . . . .	28
Figura 3 – Teoria do Equilíbrio Social . . . . .	33
Figura 4 – Zona de Desenvolvimento Proximal . . . . .	35
Figura 5 – Faces frontal e posterior do Osso de Ishango — <i>Institut royal des sciences naturelles de Belgique</i> . . . . .	39
Figura 6 – Quipu - civilização Inca . . . . .	39
Figura 7 – Quipu - civilização Inca - Sistema Numérico . . . . .	40
Figura 8 – A Escola de Atenas, afresco de Rafael Sanzio de 1509. Aristóteles, à direita, gesticula em direção ao chão, indicando sua crença na experiência e observação, enquanto Platão, à esquerda, aponta para o céu - Palazzo Pontifício, Vaticano . . . . .	41
Figura 9 – Máquina Universal de Turing . . . . .	42
Figura 10 – Variáveis e termos ou valores linguísticos . . . . .	45
Figura 11 – Exemplo de número fuzzy triangular próximo a 3 . . . . .	46
Figura 12 – Função fuzzy triangular . . . . .	48
Figura 13 – Função fuzzy trapezoidal . . . . .	49
Figura 14 – Função fuzzy gaussiana . . . . .	49
Figura 15 – Função fuzzy sigmoidal . . . . .	50
Figura 16 – Função fuzzy <i>singleton</i> . . . . .	50
Figura 17 – Função fuzzy tipo sino . . . . .	51
Figura 18 – Representação Triangular - Mínimo . . . . .	52
Figura 19 – Representação Triangular - Produto . . . . .	53
Figura 20 – Representação Triangular - Lukasiewicz . . . . .	54
Figura 21 – Representação Triangular - Máximo . . . . .	55
Figura 22 – Representação Triangular - Soma limitada . . . . .	55
Figura 23 – Sistema Fuzzy . . . . .	57
Figura 24 – Relação entre as NBR ISO/IEC 9126 e NBR ISO/IEC 14598. . . . .	60
Figura 25 – Modelo NBR ISO/IEC 9126-1: características da qualidade de software . . . . .	61
Figura 26 – Modelo Boente: Fuzzy de Qualidade de Produto de Software e Satisfação do Usuário . . . . .	62
Figura 27 – Frequência de uso do termo Oraculous, segundo dicionário Collins . . . . .	67
Figura 28 – Etapas do Processo, segundo Takeda et al. (1990), Vaishnavi e Kuechler (2004), Peffers et al. (2007) e Manson (2006) . . . . .	74
Figura 29 – Modelo Fuzzy-Oraculous Teórico Abstrato . . . . .	78
Figura 30 – Modelo Fuzzy-Oraculous . . . . .	81

Figura 31 – A ferramenta Oraculous . . . . .	84
Figura 32 – Framework Web2Py . . . . .	85
Figura 33 – Diagrama de Caso de Uso do Oraculous . . . . .	85
Figura 34 – <i>Box plot</i> para análise do pré-teste . . . . .	89
Figura 35 – <i>Box plot</i> para análise do pós-teste . . . . .	90
Figura 36 – Frequência Controle e Experimental - Pré-teste . . . . .	93
Figura 37 – Frequência Controle e Experimental - Pós-teste . . . . .	95
Figura 38 – Grau de Semelhança entre os grupos Controle e Experimental no Pré-Teste	98
Figura 39 – Grau de Semelhança entre os grupos Controle e Experimental no Pós-teste	101
Figura 40 – Questão 15 (Q15): O pós-teste do grupo de controle é vermelho e o pós-teste do grupo experimental é azul . . . . .	101
Figura 41 – Questão 28 (Q28): O pós-teste do grupo de controle é vermelho e o pós-teste do grupo experimental é azul . . . . .	102
Figura 42 – Frequência Pré-teste e Pós-teste - Grupo Controle . . . . .	102
Figura 43 – Média das questões do Grupo 1 com diferenças significativas . . . . .	104
Figura 44 – Frequência Pré-teste e Pós-teste - Grupo Experimental . . . . .	105
Figura 45 – Média das questões do Grupo 2 com diferenças significativas . . . . .	106
Figura 46 – Grau de Semelhança no Pré e Pós Testes do Grupo Controle . . . . .	107
Figura 47 – Grau de Semelhança no Pré e Pós Testes do Grupo Experimental . . . . .	110
Figura 48 – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de <b>influência dos pilares da combinação social</b> . . . . .	117
Figura 49 – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de <b>influência dos critérios de qualidade de software</b> . . . . .	118
Figura 50 – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de <b>Importância</b> dos critérios de qualidade do produto de software	118
Figura 51 – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de <b>Presença</b> dos critérios de qualidade do produto de software . . . . .	119
Figura 52 – Representação do conjunto fuzzy (3,4,4) . . . . .	122
Figura 53 – Representação do conjunto fuzzy (2,3,4) . . . . .	123
Figura 54 – Representação do conjunto fuzzy (1,2,3) . . . . .	123
Figura 55 – Representação do conjunto fuzzy (0,1,2) . . . . .	124
Figura 56 – Representação do conjunto fuzzy (0,0,1) . . . . .	124
Figura 57 – Representação dos Números Fuzzy Triangulares ( $a_1, a_2$ e $a_3$ ) . . . . .	128
Figura 58 – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous . . . . .	136
Figura 59 – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous . . . . .	136

Figura 60 – Representação de $a_1 < b_1 < a_2 < b_2 < a_3 < b_3$ . . . . .	137
Figura 61 – Representação de $2,33 < 2,39 < 3,33 < 3,39 < 3,94 < 3,99$ . . . . .	137
Figura 62 – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social antes e após o uso do Oraculous . . . . .	141
Figura 63 – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software antes e após o uso do Oraculous . . . . .	142
Figura 64 – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares da <b>Importância</b> e da <b>Presença</b> dos Critérios de Qualidade de Software no Oraculous . . . . .	143
Figura 65 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 1 . . . . .	205
Figura 66 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 2 . . . . .	206
Figura 67 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 3 . . . . .	207
Figura 68 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 4 . . . . .	208
Figura 69 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 5 . . . . .	209
Figura 70 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 6 . . . . .	210
Figura 71 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 7 . . . . .	211
Figura 72 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy-Parte 8 . . . . .	211
Figura 73 – Algoritmo em Python para Cálculo do Coeficiente de Pearson . . . . .	212
Figura 74 – Algoritmo em Python para Cálculo da Distância Euclidiana . . . . .	213

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre o Mundo Pequeno e o Mundo Fechado . . . . .	32
Quadro 2 – Tipos de artefato de DSR . . . . .	72
Quadro 3 – Pontuação segunda a polaridade da questão . . . . .	87
Quadro 4 – Identificação nas análises dos grupos controle e experimental . . . . .	88
Quadro 5 – Amostras Independentes <i>versus</i> Dependentes . . . . .	91
Quadro 6 – Amostras Independentes - Pré-teste no Grupo Controle e Pré-teste no Grupo Experimental . . . . .	97
Quadro 7 – Amostras Independentes: Pós-teste Controle e Pós-teste Experimental	100
Quadro 8 – Amostras Dependentes: Pré e Pós Testes do Grupo Controle . . . . .	108
Quadro 9 – Amostras Dependentes: Pré e Pós Testes do Grupo Experimental . . .	109
Quadro 10 – Etapas desta pesquisa segundo o DSR, de acordo com Takeda et al. (1990) . . . . .	111
Quadro 11 – Organização dos questionários e grupos para avaliar o Modelo Fuzzy- Oraculous . . . . .	111
Quadro 12 – Dimensões da Influência dos Pilares da Combinação Social . . . . .	112
Quadro 13 – Dimensões da Influência dos Critérios da Qualidade de Software . . .	112
Quadro 14 – Dimensões da Importância e da Presença dos Critérios da Qualidade de Software no Oraculous . . . . .	113

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência Controle e Experimental e Teste Qui-Quadrado - Pré-teste	94
Tabela 2 – Frequência Controle e Experimental e Teste Qui-Quadrado - Pós-teste	96
Tabela 3 – Frequência Pré-teste e Pós-teste e Teste Qui-Quadrado - Grupo Controle	103
Tabela 4 – Frequência Pré-Teste e Pós-Teste e Teste Qui-Quadrado - Grupo Experimental . . . . .	106
Tabela 5 – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da <b>Influência dos Pilares de Combinação Social</b> . . . . .	115
Tabela 6 – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da <b>Influência dos Critérios de Qualidade de Software</b> . . . . .	115
Tabela 7 – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da <b>Importância</b> da Qualidade do Produto de Software . . . . .	115
Tabela 8 – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da <b>Presença</b> da Qualidade do Produto de Software . . . . .	115
Tabela 9 – Equivalência entre os termos linguísticos e as respostas do grau de influência dos Pilares da Combinação Social . . . . .	116
Tabela 10 – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da <b>Influência</b> dos Pilares de Combinação Social . . . . .	120
Tabela 11 – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da <b>Influência</b> dos Critérios de Qualidade de Produto de Software . . . . .	120
Tabela 12 – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da <b>Importância</b> dos Critérios da Qualidade de Software . . . . .	121
Tabela 13 – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da <b>Presença</b> dos Critérios da Qualidade de Software . . . . .	121
Tabela 14 – Peso dos Especialistas da Cognição . . . . .	125
Tabela 15 – Peso dos Especialistas de Qualidade de Software para avaliar a influência da qualidade . . . . .	125
Tabela 16 – Peso dos Especialistas de Qualidade de Software para avaliar a <b>importância</b> e a <b>presença</b> dos critérios de qualidade no Oraculous . . . . .	126
Tabela 17 – Grau de Influência dos pilares de combinação social, considerando o peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous . . . . .	127
Tabela 18 – Grau de Influência dos critérios de qualidade de produto de software, considerando o peso - antes do uso do Oraculous . . . . .	127
Tabela 19 – Grau de Influência dos pilares de combinação social sem considerar o peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous . . . . .	129
Tabela 20 – Grau de Influência dos critérios de qualidade de software sem considerar o peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous . . . . .	130

Tabela 21 – Grau de Influência dos pilares da combinação social após o uso do Oraculous . . . . .	130
Tabela 22 – Grau de Influência dos critérios de qualidade de software após o uso do Oraculous . . . . .	131
Tabela 23 – Grau de <b>Importância</b> dos critérios de qualidade de software do Oraculous	131
Tabela 24 – Grau de <b>Presença</b> dos critérios de qualidade de software do Oraculous	132
Tabela 25 – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous . .	134
Tabela 26 – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous	135
Tabela 27 – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social antes e após o uso do Oraculous . . . . .	141
Tabela 28 – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software antes e após o uso do Oraculous . . . . .	142
Tabela 29 – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares da <b>Importância</b> e da <b>Presença</b> dos Critérios de Qualidade de Software no Oraculous . . . .	143
Tabela 30 – Dimensão das Questões e seus Valores <i>Crisp</i> Normalizados e Grau de Semelhança da <b>Influência dos Pilares da Combinação Social</b> . . .	146
Tabela 31 – Dimensão das Questões e seus Valores <i>Crisp</i> Normalizados e Grau de Semelhança da <b>Influência dos Critérios de Qualidade de Software</b>	147
Tabela 32 – Dimensão das Questões e seus Valores <i>Crisp</i> Normalizados e Grau de Semelhança da <b>Importância</b> e da <b>Presença</b> dos Critérios de Qualidade de Software no Oraculous . . . . .	147
Tabela 33 – Intervalos dos Índices . . . . .	148

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal
FRP	Formação de Rede de Pares
SCS	Sistema de Combinação Social
C-o-M	Centro do máximo
C-o-A	Centro da área
M-o-M	Média do Máximo
DS	Design Science
DSR	Design Science Research
UML	Unified Modeling Language

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Sigma$	Somatório
$\in$	Pertence
$\cap$	Interseção
$\cup$	União
min	Mínimo
max	Máximo
$\sqrt{4}$	Raiz quadrada, por exemplo, do número 4.
$\forall$	Para todo
	Tal que

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>21</b>
1.1	APRESENTAÇÃO DA PESQUISA . . . . .	21
1.2	JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA . . . . .	22
1.3	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA . . . . .	23
1.4	OBJETIVOS DA PESQUISA . . . . .	24
1.5	BASTIDORES DA TESE: ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA . . . . .	24
1.6	MAPA DA TESE . . . . .	27
<b>2</b>	<b>EPISTEMOLOGIA DOS CONCEITOS DESTE TRABALHO</b>	<b>28</b>
2.1	REDES SOCIAIS . . . . .	28
2.2	TEORIA DA APRENDIZAGEM SOCIAL E TEORIA SOCIAL COGNITIVA . . . . .	33
2.3	DA MATEMÁTICA TRADICIONAL À MATEMÁTICA COMPUTACIONAL . . . . .	38
2.4	LÓGICA FUZZY . . . . .	43
2.4.1	Variáveis e Termos Linguísticos . . . . .	44
2.4.2	Números Fuzzy . . . . .	46
2.4.3	Teoria da Probabilidade e Teoria da Possibilidade . . . . .	46
2.4.4	Representações Fuzzy . . . . .	48
2.4.5	Conjuntos e Operações Fuzzy . . . . .	52
2.4.6	Regras Fuzzy . . . . .	56
2.4.7	Sistema Fuzzy . . . . .	56
2.5	QUALIDADE DE SOFTWARE . . . . .	59
2.6	SISTEMAS DE COMBINAÇÃO SOCIAL . . . . .	63
2.7	ORACULOUS . . . . .	65
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA . . . . .</b>	<b>71</b>
3.1	ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA . . . . .	71
3.2	DELIMITAÇÃO E DESIGN DA PESQUISA . . . . .	72
3.3	ASPECTOS ÉTICOS ENVOLVIDOS NA PESQUISA . . . . .	75
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DOS RESULTADOS . . . . .</b>	<b>77</b>
4.1	APRESENTAÇÃO DO MODELO FUZZY-ORACULOUS . . . . .	78
4.1.1	A ferramenta Oraculous . . . . .	83
4.2	LÓGICA TRADICIONAL E LÓGICA FUZZY . . . . .	86

4.2.1	<b>Análise de dados anteriores do Oraculous comparando a matemática tradicional com a lógica fuzzy . . . . .</b>	<b>88</b>
4.2.1.1	Caracterização da análise de dados dentro da perspectiva da matemática tradicional . . . . .	88
4.2.1.2	Amostra Independente: Matemática Tradicional <i>versus</i> Lógica Fuzzy . .	93
4.2.1.2.1	Amostra Independente: Matemática Tradicional . . . . .	93
4.2.1.2.2	Amostra Independente: Lógica Fuzzy . . . . .	96
4.2.1.3	Amostra Dependente: Matemática Tradicional <i>versus</i> Lógica Fuzzy . . .	101
4.2.1.3.1	Amostra Dependente: Matemática Tradicional . . . . .	101
4.2.1.3.2	Amostra Dependente: Lógica Fuzzy . . . . .	107
4.3	<b>APLICAÇÃO DA METODOLOGIA . . . . .</b>	<b>111</b>
4.4	<b>APLICAÇÃO DO MODELO FUZZY-ORACULOUS . . . . .</b>	<b>114</b>
4.4.1	<b>Primeira Etapa: Determinação das Variáveis Linguísticas do Modelo . .</b>	<b>114</b>
4.4.2	<b>Segunda Etapa: Escolha dos Termos Linguísticos a serem utilizados . . .</b>	<b>114</b>
4.4.3	<b>Terceira Etapa: Elaboração dos Questionários estruturados . . . . .</b>	<b>116</b>
4.4.4	<b>Quarta Etapa: Criação das Funções de Pertinências para os Termos Fuzzy apresentados . . . . .</b>	<b>117</b>
4.4.5	<b>Quinta Etapa: Aplicação dos Questionários Estruturados a Amostra definida . . . . .</b>	<b>125</b>
4.4.6	<b>Sexta Etapa: Coleta e Tabulação de Dados . . . . .</b>	<b>126</b>
4.4.7	<b>Sétima Etapa: Tratamento dos Dados . . . . .</b>	<b>133</b>
4.4.8	<b>Oitava Etapa: Análise dos Resultados do Modelo Fuzzy-Oraculous Teórico</b>	<b>144</b>
4.4.9	<b>Nona Etapa: Tomada de Decisão . . . . .</b>	<b>148</b>
5	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>152</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>156</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I: PESO DOS ESPECIALISTAS DA COGNIÇÃO . . . . .</b>	<b>162</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO II: PESO DOS ESPECIALISTAS DA QUALIDADE DE SOFTWARE . . . . .</b>	<b>165</b>
	<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO III: GRAU DE INFLUÊNCIA DOS PILARES DE COMBINAÇÃO SOCIAL . . . . .</b>	<b>168</b>

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO IV: GRAU DE INFLUÊNCIA DOS CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE SOFTWARE . . . . .	172
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO V E VI: GRAU DE IMPORTÂNCIA E PRESENÇA DOS CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE SOFTWARE NA FERRAMENTA - ORACULOUS . . . . .	184
APÊNDICE F – EMAIL CONVITE PARA PARTICIPAR DA PRIMEIRA ETAPA DA PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA COGNIÇÃO	197
APÊNDICE G – EMAIL CONVITE PARA PARTICIPAR DA PRIMEIRA ETAPA DA PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA QUALIDADE DE PRODUTO DE SOFTWARE . . . . .	199
APÊNDICE H – EMAIL PARA PARTICIPAR DA SEGUNDA ETAPA DA PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA COGNIÇÃO	201
APÊNDICE I – EMAIL PARA PARTICIPAR DA SEGUNDA ETAPA DA PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA QUALIDADE DE PRODUTO DE SOFTWARE . . . . .	203
APÊNDICE J – ALGORITMO FUZZY PARA CÁLCULO DE SIMILARIDADE . . . . .	205
ANEXO A – ALGORITMO DE CORRELAÇÃO DE PEARSON . . . . .	212
ANEXO B – ALGORITMO DE DISTÂNCIA EUCLIDIANA	213

# 1 INTRODUÇÃO

“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,  
mas transformai-vos pela renovação da mente,  
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:  
o que é bom, o que lhe é agradável, o que é perfeito.”  
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)

Este capítulo apresenta um panorama da pesquisa, os objetivos, os problemas e as soluções que estão relacionadas com as Redes Sociais, a Teoria Social Cognitiva, a História das Ciências da Matemática, da Lógica e da Ciência da Computação, bem como a Epistemologia que envolve essas áreas, no contexto da Cognição, da Qualidade de Software e do desenvolvimento de um mecanismo que incorpora em seu âmago parte desses saberes.

## 1.1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa tem um viés epistemológico e técnico. No sentido epistemológico apresenta-se um levantamento de algumas partes das teorias do conhecimento que a envolve: Redes Sociais, Teoria Social Cognitiva, Matemática e Ciência da Computação. No sentido técnico, identifica especificidades e aplica processos reconhecidos nessas teorias.

Para condução desse estudo, foi utilizado a metodologia *Design Science Research* (DSR), que permite uma conexão entre as questões epistemológicas e práticas para resolução de problemas, produzindo conhecimento científico ao gerar artefatos úteis para a sociedade, segundo Wieringa (2009).

Não existe uma tradução consensual para DSR; atualmente, refere-se a essa metodologia como Ciência do Artificial ou Ciência do Projeto. Por isso, ao longo deste trabalho essa metodologia será referenciada pela sua designação original (*Design Science Research - DSR*).

Rochadel (2016) afirma que DSR busca projetar ou produzir artefatos que é ainda não existem e modificar situações existentes. O grande diferencial desta metodologia é o alcance de melhores resultados ao final do estudo. Essa ideia vai ao encontro da presente pesquisa, que fará um estudo sistemático no mecanismo de combinação social, Oraculous, para uma tomada de decisão sobre a melhoria deste mecanismo. Para isso, durante o processo de elaboração, desenvolvimento e avaliação dessa pesquisa, o modelo Fuzzy-Oraculous foi produzido e aplicado, através do uso da lógica fuzzy para análise dos resultados.

O Oraculous é um exemplo de mecanismo de combinação social. Mecanismos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Segundo o dicionário, **mecanismo** é o conjunto de partes organizadas para obter um resultado.

de combinação social são tipos de sistemas<sup>2</sup> que aprimoram a interação social dentro de ambientes virtuais, a partir da recomendação de pessoas com os mesmos interesses. Existem outros sistemas que aprimoram as relações sociais dentro de espaços virtuais, como, por exemplo: sistemas de reputação, que avaliam pessoas e sistemas de recomendação de itens e artefatos, que recomendam artefatos, como: produtos, livros, música e outros.

A lógica fuzzy é baseada na teoria dos conjuntos fuzzy, que é uma extensão da teoria dos conjuntos da matemática clássica, conceituada inicialmente por Zadeh (1965). Essa lógica surgiu pela necessidade de prover um método que considerasse as informações imprecisas, verbais, qualitativas geradas pelos processos mentais humanos, que pudessem ser traduzidas em valores numéricos precisos, com um objetivo prático na tomada de decisão sobre problemas complexos, segundo Simões e Shaw (2007).

Nesse contexto, o escopo da pesquisa é o estudo do mecanismo de combinação social, que inclui o modelo e a ferramenta, ambos denominados Oraculous, desenvolvido por Silva (2009), utilizando os processos metodológicos do DSR, bem como conceitos cognitivos, critérios de qualidade de software e sistema fuzzy para gerar e aplicar o modelo Fuzzy-Oraculous, seguindo o rigor científico.

## 1.2 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA

As contribuições da presente pesquisa podem ser observadas nas áreas dos saberes que a envolvem, pois produz uma nova modelagem para os sistemas computacionais de combinação social, com aplicação prática dentro das redes sociais virtuais, e um enfoque matemático diferenciado, a partir do emprego da lógica fuzzy.

Em uma perspectiva mais analítica deste trabalho, a lógica fuzzy se mostrou muito promissora, pois já foi utilizada em diversas áreas do conhecimento e em várias avaliações para ampliar as conclusões de forma mais próxima do raciocínio humano, abrangendo as incertezas pertinentes aos modos de agir e de pensar dos seres humanos, já que a lógica tradicional é muito determinística e não contempla essas incertezas.

Dentro de uma conjuntura social em que os mecanismos de combinação social estão inseridos, é necessário identificar comportamentos sociais que potencializem e motivem os grupos sociais a uma colaboração contínua em uma busca constante de aprimoramentos relacionais e cognitivos. Por isso, a Teoria Social Cognitiva se mostra relevante para o presente estudo.

---

<sup>2</sup> **Sistemas** são conjuntos de meio ou processo para alcançar um determinado fim, segundo o dicionário. O termo mecanismo nos fornece uma ideia de algo mais palpável e concreto. Algo como um objeto concreto que seja possível manipular. Já os sistemas nos fornece uma ideia mais abstrata, por designar ideias e ações, através de métodos, modos e formas. Em vários usos desses conceitos nota-se que as suas semânticas ultrapassam as fronteiras entre o concreto e o abstrato. Por isso, no contexto desse trabalho, mecanismos e sistemas possuem significados semelhantes.

O mecanismo de combinação social proporciona um aumento das conexões sociais, através das aproximações de acordo com o interesse de cada pessoa, principalmente em um ambiente virtual, em que as possibilidades aumentam de modo incomensurável. Desta maneira, possuir um mecanismo que direcione para o que exatamente se deseja é algo necessário atualmente. Agregar melhorias ao mecanismo já testado de modo tradicional, a partir do uso de uma forma de avaliar que considere as imprecisões pertinentes à mente humana, a lógica fuzzy, coloca este estudo em outro patamar científico, aprimorando as formas de avaliação do objeto de estudo deste trabalho. Além de permitir outros desdobramentos que no decorrer das investigações serão desvendados. Diante disso, considera-se também a qualidade de produto de software.

As preocupações com a qualidade de software iniciaram-se na década de 1960 quando o primeiro grande sistema de software foi desenvolvido e se mostrou lento e pouco confiável, difícil de manter e de reusar, segundo Sommerville (2011).

Para Pressman (2002), a grande motivação em se pensar em qualidade ocorre porque é mais custoso corrigir erros de um produto de software já desenvolvido e em produção do que seguir padrões de qualidade durante seu desenvolvimento, bem como garantir essa qualidade enquanto se trata de projeto; por isso, dentro da engenharia de software a alta qualidade é uma meta importante. O alcance dessa qualidade é adquirida com a definição de um conjunto de critérios de qualidade de desenvolvimento que guia o modo pelo qual o software é submetido à engenharia.

Utilizou-se, portanto, a teoria dos conjuntos fuzzy como viés estruturante nesta pesquisa para avaliar a qualidade do mecanismo de combinação social, Oraculous, com intuito de obter índices de qualidade e propor a melhoria desse mecanismo.

### 1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Como melhorar a qualidade do mecanismo de combinação social na Internet, através da Teoria Social Cognitiva e da aplicação dos conjuntos fuzzy?

## 1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral da pesquisa é aplicar a teoria fuzzy no mecanismo de combinação social, Oraculous. O termo "mecanismo" é utilizado para representar a totalidade do Oraculous - modelo e ferramenta.

Os objetivos específicos são:

- a) Pesquisar os pressupostos epistemológicos que envolvem as conexões sociais, a Teoria Social Cognitiva, a qualidade de software e a teoria dos conjuntos fuzzy para ampliar a compreensão dos modelos sociais e da combinação social dentro da Internet;
- b) Identificar critérios de qualidade de produto de software;
- c) Identificar modelos fuzzy de qualidade de software;
- d) Propor e formular um modelo de aplicação da teoria dos conjuntos fuzzy com o escopo direcionado a qualidade dos mecanismos de combinação social.
- e) Aprimorar o mecanismo de combinação social a partir dos estudos que antecedem o desenvolvimento desta tese, realizado por Silva (2009), a fim de disponibilizar o seu uso para um público alvo voltado para área acadêmica e técnica, e, em seguida, aplicar os questionários que servirão de base para o próximo objetivo específico deste trabalho.
- f) Avaliar os resultados dos questionários, através da aplicação da teoria dos conjuntos fuzzy, com um propósito de identificar indicadores de melhoria do mecanismo de combinação social, Oraculous.

## 1.5 BASTIDORES DA TESE: ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

Nessa seção, será realizado um discurso em primeira pessoa do singular, solicitando ao leitor, especialmente os pesquisadores mais conservadores, uma licença poética, para uma apresentação mais pessoal, já que a impessoalidade ainda é uma exigência para os mais conservadores, bem como para o tipo textual dissertativo, próprio de uma tese.

Essa pesquisa teve seu início em 2007, quando surgiu a ideia de estudar sobre o universo dos sistemas de combinação social. Nesta época, estava no segundo ano do mestrado no Programa PPGI/NCE da UFRJ, orientada pela professora doutora Claudia Motta, com a contribuição do professor doutor Carlo Emmanuel Tolla, que nos trouxe uma perspectiva prática do uso desses tipos de sistemas. Criei o modelo e a ferramenta Oraculous, com objetivo de modelar os processos cognitivos dentro das redes sociais, embarcado em um sistema de combinação social, a ferramenta Oraculous. Essa pesquisa foi defendida em 2009. Na época, utilizava como citação em artigos e na dissertação o meu último nome de solteira, "Silva".

Durante este mesmo ano, produzi junto com meus orientadores do mestrado um artigo completo com os resultados deste trabalho, cujas análises consideraram apenas a matemática tradicional. Publicamos esse artigo no SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação), realizado na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, no final de 2009. Esse artigo foi premiado, e um dos prêmios foi a publicação na revista deste simpósio (Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE), que somente ocorreu em 2015 com algumas alterações e atualizações.

Em 2012, passei a atuar como servidora pública, no cargo de analista de sistemas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Fui transferida para o Colégio Pedro II, em meado de 2013, 8 (oito) meses após o ingresso nessa universidade, atuando no mesmo cargo.

No início de 2013, ainda como servidora da UFRRJ, por atuar dentro de uma instituição vinculada à educação, voltei ao mundo da pesquisa como aluna ouvinte em algumas disciplinas ministrada pelo programa PPGI/NCE/UFRRJ, com a vontade de continuar a pesquisa da época do mestrado, que resultou na criação do sistema de combinação social, denominado Oraculous. Assim, surgiu a oportunidade, a partir da colaboração do professor doutor José Otávio, de ingressar no Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE) sediado nas dependências do NCE/UFRRJ. Avaliei a proposta do programa, que possui em sua essência a transdisciplinaridade, muito aderente a minha proposta de pesquisa. Resolvi no final de 2013, participar do processo seletivo do HCTE. Fui selecionada e ingressei em 2014 neste programa na qualidade de aluna de doutorado, com orientação da professora doutora Maira Fróes.

Embora já estivesse casada na época do mestrado, o meu documento oficial de identificação ainda era o de solteira, quando ingressei no doutorado já havia renovado esse documento para o nome de casada, por isso, os artigos passam a ser referenciados como "Felicio", que a partir de 2012 passou a ser oficialmente meu último nome.

No meado do ano do meu ingresso no HCTE, 2014, o professor doutor Alfredo Boente, especialista em lógica fuzzy, vinculou-se ao complexo de laboratórios fundado e coordenado pela professora doutora Maira Fróes, LAMAE. Foi assim que iniciou-se o meu contato com o professor Boente, que, atualmente, é Diretor de Pesquisa do Laboratório de Inovação Tecnológica e Tomada de Decisão (LATOD), que faz parte deste complexo de laboratórios.

Inicialmente, o professor Boente avaliou a possibilidade de continuar a minha pesquisa com o uso da lógica fuzzy, para isso, utilizamos os dados coletados durante o período do mestrado para um comparativo entre a o lógica tradicional e a lógica fuzzy. Publicamos dois artigos com os resultados dessas análises, que estão descritos na seção 4.2 deste trabalho. Desde então, o professor Boente passou a ser meu coorientador, norteador todas as análises de dados, com uso da lógica fuzzy e a professora Maira norteador toda a

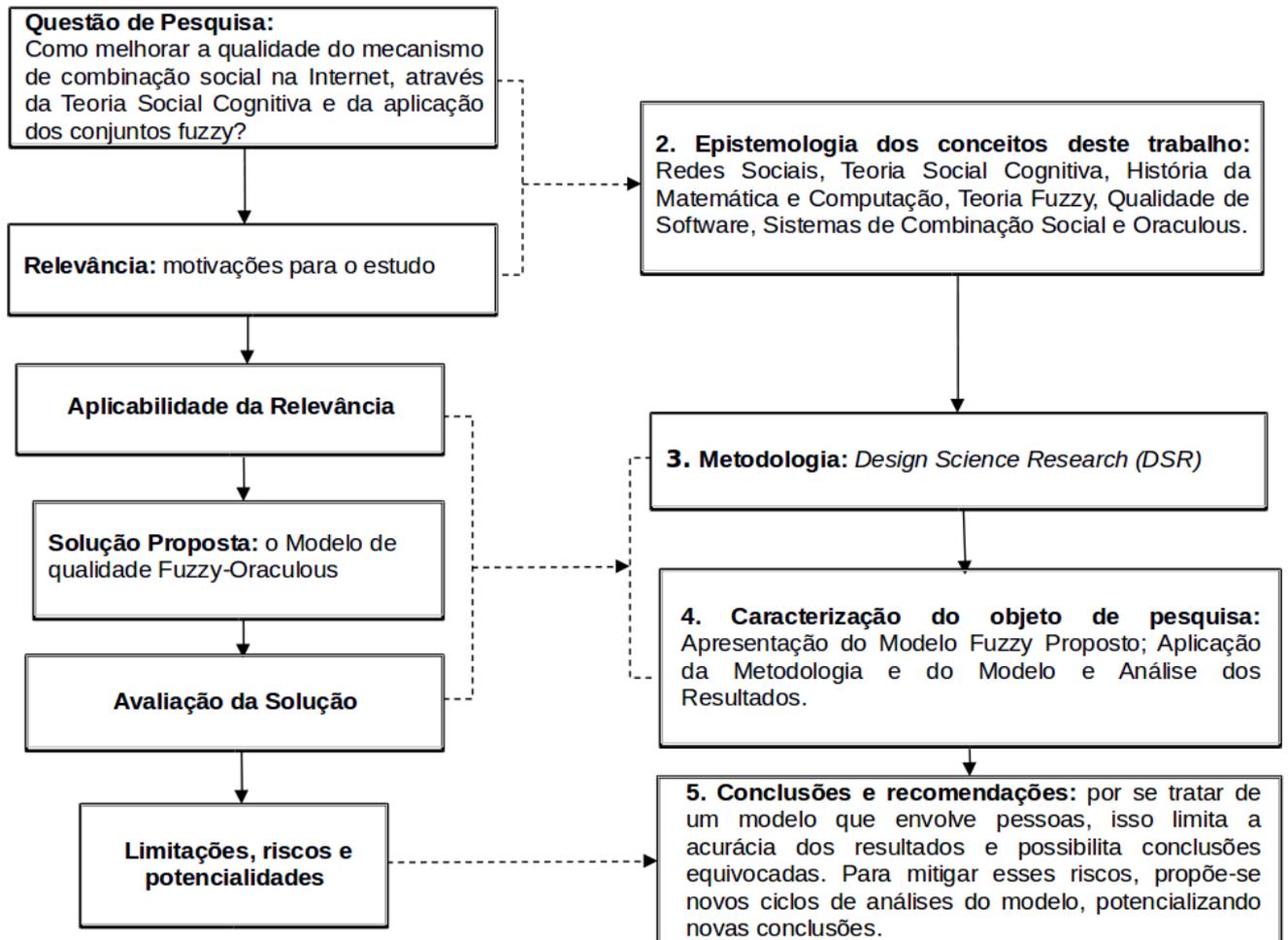
parte cognitiva e transdisciplinar da pesquisa, formando a união perfeita para conclusão em um tempo menor (3 anos e meio) do que o proposto normalmente pelos programas de pós-graduação em nível de doutorado, que são 4 (quatro) anos.

Além disso, durante o período do doutorado, escrevi 10 (dez) artigos junto com meus orientadores do mestrado e/ou doutorado, outros professores, alunos e colaboradores, mas apenas 8 (oito) foram publicados. Dos 8 (oito) publicados, 4 (quatro) não estão relacionados com a tese, 4 (quatro) estão relacionados e foram citados ao longo deste trabalho. Quanto aos 2 (dois) escritos e não publicados, 1 (um) já foi aceito para publicação e 1 (um) está ainda em fase de finalização.

Além da excelente orientação que é um privilégio de poucos, toda a minha rede social, trabalho, família e amigos, foram responsáveis e fazem parte da finalização desta etapa. Divido com todos que fizeram parte desde o mestrado dessa trajetória, a conquista da finalização de mais uma etapa, até mesmos os mais críticos, pois me ajudaram a crescer em vários aspectos da minha cognição, e contribuíram muito com o evolução desta pesquisa.

1.6 MAPA DA TESE

Figura 1 – A delimitação do escopo

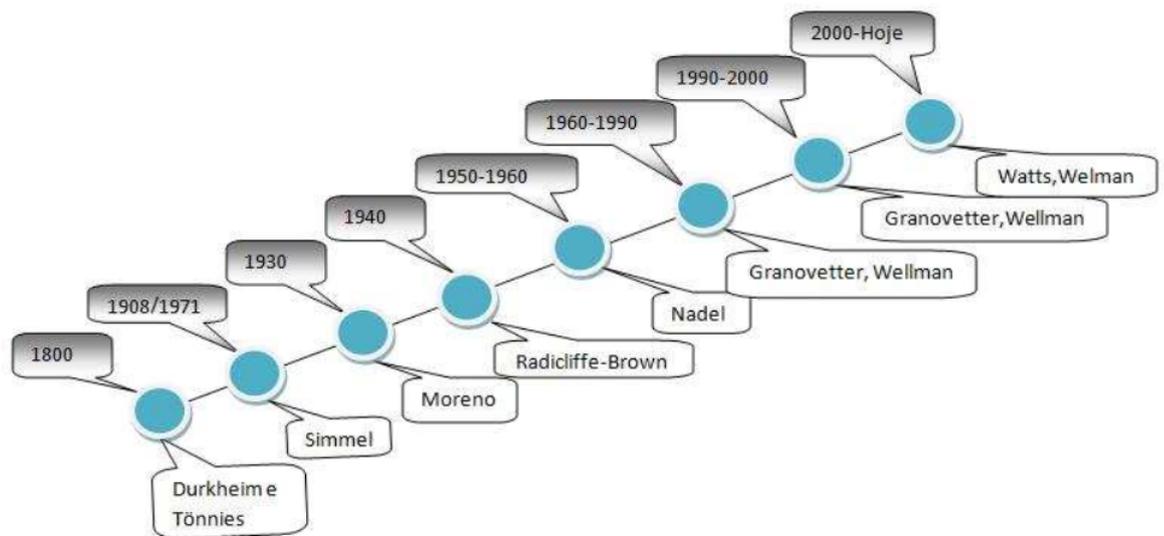


Fonte: Elaboração própria

## 2 EPISTEMOLOGIA DOS CONCEITOS DESTE TRABALHO

### 2.1 REDES SOCIAIS

**Figura 2** – Linha do tempo das redes sociais



Fonte: (SILVA, 2009)

Para (SILVA, 2009), os primeiros estudos de redes sociais foram apresentados em 1800 por Émile Durkheim e Ferdinand Tönnies. Durkheim destaca que os fenômenos sociais surgem quando indivíduos interagem e constituem uma realidade, e Tönnies observa que grupos sociais vinculam indivíduos que compartilham valores e crenças; Simmel no final do século XX foi o primeiro estudioso a pensar no termo rede social. Seus estudos em 1908/1971 é norteado pela natureza da rede em tamanho e interação. Em 1930, JL Moreno foi o pioneiro na análise sistemática de pequenos grupos, especialmente em sala de aula e trabalho em grupo. Em 1940, o antropólogo Alfred Radcliffe-Brown realizou um estudo sistemático de redes, ao desenvolver a teoria do funcionalismo estrutural, um *framework* que descreve conceitos básicos sobre relacionamentos sociais das civilizações primitivas. Um outro estudo sobre análise de redes sociais foi desenvolvido por Elizabeth Bott em 1950, na Inglaterra. Na mesma década, entre 1950 e 1960, um grupo de antropólogos da Universidade de Manchester iniciou um estudo sobre urbanização, investigando redes de comunidades no sul da África, Índia e Reino Unido. (FREEMAN; WELLMAN, 1995) e (ANALYSIS. . . , 2013) . Em paralelo, Siegfried Frederick Nadel, antropólogo britânico,

desenvolveu a teoria de estruturas sociais que influenciaram, mais tarde, a área de pesquisa sobre análise de redes.

Em seguida, entre os anos de 1960 e 1970, um grande número de estudiosos trabalhou para integrar as diferentes frentes estabelecidas sobre redes sociais; dentre eles, um grupo da Universidade de Harvard liderado por Harrison White. Desse grupo, destacaram-se Barry Wellman e Mark Granovetter, que elaboraram e popularizaram a pesquisa sobre análise de redes sociais. Eles mesmos estão, ainda hoje, realizando várias pesquisas nesta área. Na década de 1970, um grupo de sociólogos da Universidade de Toronto desenvolve uma teoria de jogos que captura o comportamento em situações estratégicas, em que o sucesso individual depende das escolhas dos outros jogadores. Por fim, a partir de 2000 até os dias atuais, destaca-se o pesquisador Watts que publicou o livro "Seis Graus de Separação.- Mundo Pequeno", em 2003, (WATTS, 2003). Ele aborda os tipos de grafos que podem surgir com a teoria dos "Seis Graus de Separação". Atualmente, várias pesquisas nesta área, utilizando *sites* de relacionamento, estão em andamento, fundamentados no conceito de "Seis Graus de Separação" estudado por Watts.

Segundo (BUCHANAN, 2009), a palavra rede foi um dos termos da moda nos anos 80, e o seu estudo faz parte da teoria da complexidade, em que qualquer coleção de partes em interação, sejam átomos e moléculas a bactérias, até mesmo nações inteiras representam algum tipo de substância que satisfaz certas leis da forma<sup>1</sup>. A descoberta dessa forma é o objetivo da teoria da complexidade.

Para Platão o mundo de formas perfeitas estava por trás de todos os objetos reais, tangíveis, e o propósito de todo o "pensamento correto" era vir a conhecer essas formas, ao invés de se deixar levar pelas representações defeituosas da realidade física.

O filósofo alemão Immanuel Kant também via uma realidade mais profunda atrás das aparências, uma realidade da "coisa em si", uma espécie de essência intocável por trás de todos os objetos físicos.

A compreensão dos cientistas das propriedades sobre arquitetura de redes de todos os tipos, observando padrões e regularidades importantes, em que antes não se via nada, está levando a algumas percepções notáveis. Nesse sentido, esse trabalho desvenda dentro das conexões construídas pelos seres humanos, padrões que nos permitam entender a formação de determinados grupos sociais, para aprimorar o modelo fuzzy proposto na presente pesquisa.

Iniciou-se os estudos com as redes de mundo pequeno descobertas por Duncan Watts e seu orientador Steve Strogatz, assim como outros tipos de redes muito semelhantes, que

<sup>1</sup> Segundo Buchanan (2009), na página 8, as **leis da forma** remetem a teoria da complexidade que está relacionado com a organização não-linear dos sistemas, que são coleções de partes em interação. Essas leis buscam por verdades mais profundas em relação à organização desses sistemas mais do que os tipos de coisas que os compõem ou sobre seus movimentos individuais. Um exemplo disso é a teoria do mundo pequeno, com raízes na antiguidade sobre as ideais do mundo de formas.

parecem ser um fenômeno generalizado, tanto na natureza quanto na sociedade humana. Segundo (BUCHANAN, 2009), Watts e Strogatz começaram a investigar a natureza, especialmente os grilos e os vaga-lumes, como eles conseguiam sincronizar suas atividades, sinais sonoros para os grilos e sinais luminosos no caso dos vaga-lumes, sem um estímulo externo. Isso acontecia também internamente a um organismo em relação às atividades celulares. Um sinal luminoso emitido por um vaga-lume afetava todo o resto do enxame de vaga-lumes, da mesma maneira, que os sinais sonoros para os grilos. Essa observação se estendia para os computadores.

Watts pretendia construir modelos matemáticos tão simples o suficiente para ser compreendido e detalhado de modo a manter uma relação com a realidade. Ele queria demonstrar que o sincronismo encontrado na natureza influenciado pela reação de um ou mais, dentro de um grupo, era encontrado na modelagem matemática computacional.

Ao representar pessoas como pontos, e conectar com uma linha a outras duas pessoas quaisquer, dois pontos quaisquer, começa-se a mapear uma estrutura de redes sociais usando a técnica matemática conhecida como grafo. O conceito dos grafos nos leva a representar as redes de mundo pequeno. A importância de aprender com a dinâmica de formação do mundo pequeno é a partir da identificação de padrões de formação para construir outras redes especiais. Essa dinâmica de um mundo pequeno se altera com o tempo, com o comportamento das pessoas que fazem parte da rede, com atividades entre essas pessoas ou mesmo decisões, em que uma notícia ou boato pode se espalhar de modo mais fácil e veloz do que em outras circunstâncias. Observar essas nuances e identificar o que e como esse dinamismo acontece é algo desafiador dentro do estudo de redes para os cientistas da área.

Watts concluiu que a mistura entre ordem e aleatoriedade eram os ingredientes corretos para uma rede social. Usando o computador ele e seu orientador Strogatz fizeram vários experimentos exploratórios com redes ordenadas e aleatórias, utilizando os grafos, iniciando com uma rede ordenada, monitorando os graus de separação. Notaram que o número de passos em uma rede ordenada era bem alto: 50 (cinquenta) passos para chegar de um ponto ao outro. Começaram a adicionar um pouco de desordem a esta rede ordenada. De uma rede de 5000 (cinco mil) ligações, fizeram o computador adicionar 50 (cinquenta) ligações ao acaso. O resultado foi uma rede praticamente ordenada com 1% (um por cento) de desordem. Concluíram que apesar das ligações aleatórias espalhadas pela rede não impactar a aglomeração da rede, a sua influência era importante sobre o número de graus de separação. Sem nenhuma aleatoriedade, eram necessários 50 (cinquenta) passos para chegar de um ponto ao outro, e, com apenas alguma aleatoriedade, essa quantidade de etapas cai incrivelmente para 7 (sete) passos. Eles checaram o algoritmo<sup>2</sup> para verificar se

<sup>2</sup> **Algoritmo** é qualquer procedimento computacional bem definido que toma algum valor ou conjunto de valores como **entrada** e produz algum valor ou conjunto de valores como **saída**, de acordo com Cormen et al. (2002). A definição encontrada no dicionário transcende a questão computacional e

havia algum erro, refizeram com grafos maiores e menores, introduziram padrões diferentes, ligando a quantidades diferentes de vizinhos, mas nada disso importava. A quantidade de etapas apresentada era sempre aproximadamente 7 (sete) passos, que é a característica fundamental de um mundo pequeno. Assim, o conceito de mundo pequeno é entendido como os "Seis Graus de Separação" em que é possível interligar todo um mundo social.

Em 1983, Mark Granovetter, (GRANOVETTER, 1983), revisitou a teoria das redes sociais e observou distinções entre laços fortes e fracos, ressaltando a importância dos laços fracos. Os laços fracos podem representar pontes entre redes; é através dessas pontes que uma rede de amigos, por exemplo, conseguiria se conectar a outra rede de amigos e assim sucessivamente. Ou uma rede de pequena escala poderia estar conectada a uma rede de larga escala, ou vice-versa. A definição dada por Granovetter por laços fracos está diretamente vinculada a relação interpessoal entre os indivíduos da rede, medida pela quantidade de tempo, convivência, intensidade da emoção e outras variáveis que envolvem relacionamento pessoal.

A importância desses laços fracos a partir de uma avaliação empírica das relações entre essas pessoas, considerando várias variáveis foi exemplificado por (GRANOVETTER, 1973). Em um dos exemplos mencionados em seu artigo, considerou as variáveis de tempo e similaridade em uma tríade de pessoas, A, B e C, em que A e B ficariam juntas, por exemplo, 60% do tempo e A e C 40% desse tempo, concluindo que A, B e C ficariam juntas 24% do tempo. Supondo ainda que os laços entre A e B sejam fortes, assim como B e C. Sendo A e C cientes disso, iriam estabelecer algum tipo de relação mesmo que fraca pelos laços fortes de amizade existente entre A e B, e B e C. Segundo (GRANOVETTER, 1973), esses resultados também foram observados pela teoria cognitiva formulada por Heider em 1958 e aprofundada por Newcomb em 1961.

Essas observações se unem às observações dos matemáticos (WATTS; STROGATZ, 1998) mencionados anteriormente.

Antes disso, nos anos 1960, o psicólogo americano Stanley Milgram tentou formar a teia de relações interpessoais que ligam os indivíduos de uma cidade. Para isso, enviou um conjunto de cartas aleatórias de pessoas em Nebraska e Kansas, e pediu para que cada uma delas enviasse a carta que havia recebido para um amigo seu, um corretor da bolsa de Boston, mas não lhes deu endereço. As pessoas deveriam enviar as cartas a uma única pessoa, alguém que conhecesse pessoalmente e que pudesse estar próximo desse corretor. Por incrível que pareça algumas das cartas chegaram ao amigo de Milgram em Boston. O mais surpreendente foi a pouca quantidade de etapas até chegar ao amigo, seis ou sete. Essa descoberta como já mencionado anteriormente passou a ser conhecida como "Seis Graus de Separação" e a ser utilizada no conceito de mundo pequeno estudado por

---

conceitua **algoritmo** como conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas.

(WATTS; STROGATZ, 1998).

Edwards (1996) no livro "The Closed World" denominou como mundo fechado uma jornada pelos avanços de algumas áreas do conhecimento, como psicologia, dentro do contexto da cognição, sociologia e tecnologia, pontuando os momentos históricos, políticos e econômicos durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e a Guerra Fria (1946-1991). Essa jornada é mais marcada pela política e pela ideologia do que pela literatura, embora, segundo ele a literatura é influenciada por fatos históricos. Uma alternativa para o mundo fechado não é o mundo aberto; para esse autor, seria o mundo verde, que traz um discurso de restauração da comunidade e ordem cósmica, através da transcendência da racionalidade, autoridade, convenção e tecnologia, a partir de ações que envolvem o fluxo natural, urbano e outras localizações, e se concentra em forças naturais e místicas. Uma tabela comparativa destes dois mundos é apresentado na página 310 daquele livro.

Diferente da comparação entre o mundo fechado e o mundo verde encontrada no livro de Edwards (1996), mas utilizando esse viés comparativo, dentro do contexto desse trabalho, o discurso do mundo fechado possui algumas características encontradas no conceito de mundo pequeno, tais como: técnicas, tecnologia, práticas matemáticas, simulações computacionais, experiências e ideologia, apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Comparação entre o Mundo Pequeno e o Mundo Fechado

Mundo Pequeno	Mundo Fechado
<b>Técnicas:</b> retira da engenharia e da matemática a sua representação, a partir da teoria dos grafos.	<b>Técnicas:</b> retira da engenharia e da matemática os aspectos de modelagem do mundo como sistema fechado.
<b>Tecnologia:</b> especialmente o computador, que faz análises das estruturas das redes de mundo pequeno.	<b>Tecnologia:</b> especialmente o computador, que faz análises de sistemas e os controles centrais práticos e de larga escala.
<b>Práticas matemáticas e simulações computacionais:</b> utiliza a matemática computacional para realizar simulações e testar o conceito de mundo pequeno, como descrito anteriormente, segundo Buchanan (2009).	<b>Práticas matemáticas e simulações computacionais</b> de sistemas, tais como, processos de fabricação e estratégias nucleares, no negócio, no governo e no âmbito militar. Apresenta esses processos ao longo do seu discurso.
<b>Experiência</b> com a aplicação do conceito de mundo pequeno na sociedade, a partir de uma visão psicológica com o exemplo realizado pelo psicólogo Stanley Milgram, visão matemática como as representações, utilizando a teoria dos grafos, realizadas por Watts, ambos citados anteriormente, ou visão tecnológica como a criação de diversos espaços virtuais que implementam esse conceito na Internet, popularizando o termo rede social.	<b>Experiência</b> da política em grande escala como regra governada e manipulável, por exemplo, o poder das armas nucleares ou a intervenção econômica keynesiana. Destaca, portanto, fatos histórico relacionados a política, a psicologia cognitiva, a tecnologia durante a Guerra Fria que coincidem com o início dos experimentos do conceito de mundo pequeno, como o experimento realizado em 1960 por Stanley Milgram.
<b>Ideologia:</b> domínio de diversos mundos pequenos modelados em redes sociais distribuídos de modo global, através da Internet, influenciando a política, a economia, a sociedade e outras instâncias regionais e mundiais.	<b>Ideologia</b> inclui visões como o domínio global, através do poder aéreo e das armas nucleares, além do perigo global de um "império do mal" expansionista e do comando e controle instantâneo, automatizados e centralizados.

Fonte – Elaboração própria

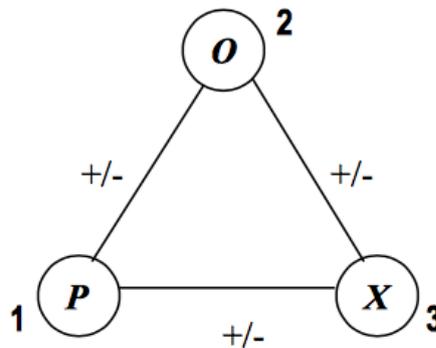
O estudo da teoria das redes transcende os mundos em que vivemos, presencial e/ou virtual, bem como as variáveis tempo e espaço, (PIMENTEL; FUKS, 2011). O ser humano, de modo geral, busca reproduzir a sua natureza social nos ambientes em que atua. Observa-se também que a formação das redes vai além do aspecto social, pois na natureza encontram-se várias formações de redes que se justifica pelos próprios fenômenos naturais, como as redes fluviais, a teia alimentar do Atlântico Norte, por (BUCHANAN, 2009), as redes neurais, encontradas nas fisiologias dos animais e outras redes naturais. Nota-se também que a formação dessas redes obedecem a padrões. É a compreensão desses padrões que a maioria dos estudos sobre redes convergem.

Na próxima seção, serão apresentadas as teorias que estudam esses padrões comportamentais nos níveis individual e social da natureza humana.

## 2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SOCIAL E TEORIA SOCIAL COGNITIVA

Em uma visão histórica da teoria cognitiva<sup>3</sup>, destaca-se o trabalho de Fritz Heider e Theodore Newcomb, com a teoria do equilíbrio social, precursora da Teoria da Atração Interpessoal e da Teoria Social Cognitiva de Bandura, Azzi e Polydoro (2008). A Figura 3 ilustra a Teoria do Equilíbrio Social criada por Heider (1946).

**Figura 3** – Teoria do Equilíbrio Social



**Fonte:** (KHANAFIAH; SITUNGKIR, 2004)

Onde:

P é o indivíduo avaliado;

O é objeto, problema ou pessoa; e

X é objeto ou outro indivíduo.

<sup>3</sup> O conceito **cognitiva** no dicionário significa que é algo relativo ao conhecimento ou cognição que é o ato ou efeito de conhecer.

Na relação de três pessoas ou tríade, o estado de equilíbrio ocorre quando toda a multiplicação de signos de sua relação de sentimento é positiva. Desta forma, o estado do equilíbrio ocorrerá quando houver relações de sentimento com sinais todos positivos ( $+ x + x + = +$ ), ou dois negativos e um positivo ( $- x - x + = +$ ). Este modelo é denominado popularmente como modelo *POX*. A relação de sentimento P e X é determinada por uma atitude de P e X em direção a O. Se a multiplicação dos sinais dessas relações for positiva, então o estado do equilíbrio é alcançado. (HEIDER, 1946).

Newcomb (1950) acrescentou o desequilíbrio no modelo e mostrou como o modelo pode ser usado para destacar inconsistência na comunicação entre as pessoas. Esta teoria complementou o experimento de Granovetter (1973) sobre laços fracos dentro de uma análise de redes sociais, como exemplificado na seção 2.1, e corrobora com o presente estudo, pois trata dessas relações interpessoais diante de um interesse, que pode ser interpretado como o objeto ou problema.

No contexto epistemológico deste estudo, a Teoria da Aprendizagem Social e a Teoria Social Cognitiva são teorias que estudam o comportamento humano, bem como as alterações cognitivas individuais com ajuda de outra pessoa.

Para (BANDURA; AZZI; POLYDORO, 2008), a Teoria Social Cognitiva possui um teor mais abrangente e claro em relação a Teoria da Aprendizagem Social, colocando o indivíduo em um papel mais ativo dentro do processo de aprendizagem, como observador de si próprio e dos outros que estão ao seu redor.

Neste contexto, o teórico (VYGOTSKY, 2001) ganhou grande notoriedade com o conceito de ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal), que apresenta a existência de uma diferença entre o que o indivíduo pode aprender sozinho e o que é potencialmente atingível por ele com a ajuda de outro indivíduo, como mostra a Figura 4.

Para (VYGOTSKY, 2001), a experiência social é fundamental para a aprendizagem. Essa experiência social é adquirida pela interação entre os indivíduos, que pode ser expressa através da comunicação verbal ou escrita. Atualmente, com a popularização das redes sociais dentro da Internet, é possível interagir com várias pessoas de modo mais fácil, rápido e contínuo, utilizando ferramentas disponíveis nos ambientes virtuais, como, por exemplo: email, chat, fóruns, vídeo conferências e outros. A Internet consiste na infraestrutura física de interligação de vários computadores distribuídos mundialmente, enquanto que as redes sociais são formadas pelas conexões entre pessoas. Essas redes fazem parte de um conjunto de aplicações com funcionalidades que promovem a interação social. A combinação dessas tecnologias, que envolvem hardware e software, constitui o meio necessário para as conexões sociais dentro de espaços virtuais. Dessa maneira, pode-se encontrar o embasamento teórico para essas interligações, através das teorias citadas nessa seção.

Dentro da Teoria Social Cognitiva, o conceito de Aprendizagem Vicariante ou por

Figura 4 – Zona de Desenvolvimento Proximal



Fonte: Adaptado de (WIKIPEDIA, a enciclopédia livre, 2017)

Observação de (BANDURA, 1989) se destaca no contexto também do presente estudo. A observação do que os outros estão fazendo para aprender um determinado assunto é importante na progressão cognitiva do indivíduo. Os ambientes virtuais fornecem diversas ferramentas que permitem essa observação, potencializando a construção de conexões entre pessoas, com possibilidades de comunicação ou não entre elas, segundo (SILVA, 2009).

Bandura (1989) analisou a natureza da aprendizagem através da observação e notou que ela é governada por 4 (quatro) processos relacionados entre si:

- a) **Processos de atenção:** a aprendizagem só acontecerá se o indivíduo prestar atenção na modelagem<sup>4</sup>, que é seu referencial. Diversas características são importantes entre o modelo e o indivíduo, como: idade, status social, sexo e grau de semelhança. Pessoas que parecem de alguma forma despertar a confiança nas outras tornam-se modelos, como as celebridades, esportistas, especialistas e outros exemplos com que um indivíduo se depara ao longo de sua vida. O grau

<sup>4</sup> Modelagem para (BANDURA, 1989) é uma técnica de modificação de comportamento que envolve observar o comportamento de outros, chamados modelos, e a partir deles incorporar o comportamento desejado.

da atenção dependerá do valor que aquele comportamento tem para o indivíduo e o quanto se deseja alcançar tal tipo de comportamento.

- b) **Processos de retenção:** estão diretamente relacionado com a forma de se guardar aspectos significativos do comportamento que se deseja imitar. Para isso, é necessário codificar e representar simbolicamente o evento. Esses processos internos de retenção de representação simbólica e de formação de imagem são cognitivos. Guardam-se informações sobre o comportamento do modelo de duas formas: por meio de um sistema representativo interno de imagens ou de um sistema verbal. No primeiro, forma-se imagens vividas e facilmente recuperáveis, enquanto se observa o modelo. Essas imagens mentais formadas são utilizadas para imitação futura do modelo. A segunda forma, sistema verbal, opera da mesma maneira e envolve a codificação verbal de algum modelo que se tenha observado.
- c) **Processos de produção:** é colocar em prática os eventos guardados em forma de representações simbólicas de imagens e/ou verbais. Embora prestar atenção e reter não seja o suficiente para uma reprodução perfeita do comportamento, a prática vai consolidar e permitirá um aperfeiçoamento desse comportamento. Por exemplo, aprender a dirigir um automóvel: pode ser que ao observar, o que foi absorvido não tenha sido suficiente para reproduzir as ações corretas para conduzir um veículo. Com a prática, os ajustes necessários são realizados para melhorar a precisão adequada do comportamento ideal.
- d) **Processos motivacionais de incentivo:** a motivação é um fator fundamental para que haja interesse e os processos descritos anteriormente aconteçam: prestar atenção, memorização e retenção. Observa-se que o incentivo é influenciado pelo reforço ou punição. Reproduzir o comportamento do modelo evita uma punição ou fornece uma recompensa - o grau de desejo de reproduzir um comportamento impacta a motivação em aprender sobre o modelo. O reforço é experimentado de maneira vicariante durante a observação do modelo. É importante notar que apesar do reforço ser relevante para a aprendizagem, ele não precisa existir para que essa aprendizagem ocorra.

A aprendizagem observacional proposta por Bandura (1989) contempla esses 4 (quatro) processos, em que um **modelo** é utilizado como fonte de inspiração para estimular as capacidades cognitivas dos indivíduos.

A partir da observação e das relações sociais estabelecidas dentro de espaços reais ou virtuais, o indivíduo interpreta ou reinterpreta o mundo em sua mente. O mapeamento desses processos internos do indivíduo deu origem na década de 50 (cinquenta) à Teoria dos Constructos Pessoais de (KELLY, 2003), um dos precursores do Construtivismo Social. O Construtivismo Social afirma que os processos psicológicos do indivíduo são sociais,

como, por exemplo, os vinculados à aprendizagem (SILVA, 2009).

A Teoria de Kelly é constituída por um postulado fundamental e onze corolários. Dentre esses corolários, o que mais atende ao âmbito do presente trabalho é o Corolário da Comunalidade que afirma: à medida que uma pessoa emprega uma construção da experiência que é similar àquela empregada por outra pessoa, seus processos psicológicos são similares ao da outra pessoa. Essa afirmação vai ao encontro do cálculo de similaridade contida no mecanismo Oraculous, descrito na seção 2.7.

Os constructos<sup>5</sup> são bipolares, ou dicotômicos, tais como alto *versus* baixo, honesto *versus* desonesto. Pode ser justificado também como hipótese intelectual que o indivíduo elabora e utiliza para explicar os eventos da vida, segundo Schultz e Schultz (2014).

O postulado fundamental define que os processos psicológicos do indivíduo são dirigidos pelas maneiras como esse indivíduo antecipa os eventos. Kelly (2003) utiliza os constructos como uma forma de prever o futuro, ter alguma ideia sobre as consequências das ações de alguém e o que acontecerá caso se comporte de uma determinada maneira. Os 11 (onze) corolários estão descritos a seguir de forma sucinta:

- a) **Construção:** pelos eventos serem repetidos pode-se prever ou antecipar o que será experimentado no futuro;
- b) **Individualidade:** as pessoas compreendem os eventos de forma diferente;
- c) **Organização:** o indivíduo organiza os constructos em padrões, de acordo com sua visão de suas semelhanças e diferenças;
- d) **Dicotomia:** os constructos apresentam duas polaridades; assim, se o indivíduo tem uma opinião sobre determinado conceito, terá uma opinião pelo sentido antagônico desse mesmo conceito, exemplo: amor e ódio.
- e) **Escolha:** a pessoa escolhe para cada constructo a alternativa que lhe parece melhor, aquela que lhe permite prever os resultados de eventos antecipados;
- f) **Extensão:** os constructos podem aplicar-se a muitas situações ou pessoas ou limitar-se a uma única pessoa ou situação;
- g) **Experiência:** o indivíduo testa continuamente seus constructos nas experiências de vida para se certificar de que permanecem válidos;
- h) **Modulação:** a pessoa pode modificar seus constructos em função de novas experiências. Esse corolário vai ao encontro da teoria de Bandura (1989);
- i) **Fragmentação:** pode-se ter constructos subordinados contraditórios ou incoerentes na base de nosso sistema geral de constructos;

---

<sup>5</sup> Para Schultz e Schultz (2014), **Constructo** é uma hipótese intelectual que o indivíduo elabora e utiliza para explicar eventos da vida. É a maneira singular de um indivíduo ver a vida.

- j) **Similaridade ou Comunalidade:** mesmo cientes que os constructos são individuais, as pessoas em grupo ou culturas compatíveis podem apresentar constructos semelhantes;
- k) **Sociabilidade:** os indivíduos tentam entender como as pessoas que estão ao seu redor pensam para predizer o que farão e, às vezes, são influenciados e modificam seu comportamento, diante do que observam nessas pessoas.

Kelly (2003) via as pessoas como cientistas, que formulam hipóteses e as testam na realidade. Da mesma maneira, o modelo fuzzy proposto neste trabalho, descrito na seção 4.1, depende da contribuição das pessoas, a partir das hipóteses formuladas, usando a modelagem descrita por Bandura (1989). Nesse contexto, os pares são os modelos observados por um indivíduo, dentro de sua rede social, a fim de potencializar suas capacidades cognitivas.

### 2.3 DA MATEMÁTICA TRADICIONAL À MATEMÁTICA COMPUTACIONAL

Antes de chegar à computação a matemática teve uma história em que seus primórdios datam em torno de 4.200 a.C, passando pelas contribuições das culturas babilônica, hindu, chinesa, árabe e grega, pelo ábaco, pela primeira máquina de calcular, até Boole, Hilbert, Turing e von Neumann, entre outros, nos anos 30, 40 e 50 do século XX. Desde então, a Computação evolui, fazendo a sua própria história, mas os laços com a matemática continuam sempre muito estreitos, segundo FONSECA FILHO (2007).

Segundo Mol (2013), o ser humano possui habilidades para noções quantitativas rudimentares: muito e pouco, pequeno e grande. A matemática iniciou pela necessidade que as civilizações primitivas começaram a ter no processo de contagem, no momento em que o homem começou a comparar objetos, pois esse processo não é algo intuitivo, é mais elaborado. Essas iniciativas podem ser encontradas em alguns objetos arqueológicos como ilustrado na Figura 5.

Há registros primitivos de ensaios humanos no campo da contagem. O osso de Ishango, mostrado na Figura 5, é um dos mais antigos objetos com inscrições de caráter numérico. Encontrado na região de Ishango, perto do Lago Eduardo, na fronteira entre Congo e Uganda, trata-se de um osso, mais especificamente da fíbula de um babuíno, com um pedaço de quartzo em sua extremidade, indicando que também funcionasse como uma ferramenta de gravação e escrita. Estima-se que esse osso date de mais de 20000 anos. O osso possui três colunas de traços talhados, correspondendo às suas três faces. Essas marcas indicam, a princípio, uma tentativa de contagem. Porém, a análise das relações entre os agrupamentos de traços pode sugerir uma compreensão matemática um pouco mais sofisticada. O número de traços por grupo, em cada uma das colunas, é indicado a seguir:

Coluna 1: 9, 19, 21, 11

Coluna 2: 19, 17, 13, 11

Coluna 3: 7, 5, 5, 10, 8, 4, 6, 3

Alguns fatos curiosos são observados na distribuição dessas marcas: as colunas 2 e 3 têm soma 60, o que pode estar relacionado aos meses lunares. A coluna 1 tem o padrão 10-1, 20-1, 20+1, 10+1, enquanto o padrão na coluna 2 é 20-1, 10+7, 20-7, 10+1. Os números primos sequenciais 11, 13, 17, 19 são encontrados na coluna 2. São evidências de noções elementares de números primos e de contagem nas bases 10 e 20.(MOL, 2013)

Um outro exemplo de sistema de informação alfabético e numérico era o *quipu*, que é um objeto formado por cordas, utilizado pela civilização Inca, apresentado tanto na Figura 6, quanto na Figura 7.

**Figura 5** – Faces frontal e posterior do Osso de Ishango — *Institut royal des sciences naturelles de Belgique*



Fonte:(MOL, 2013)

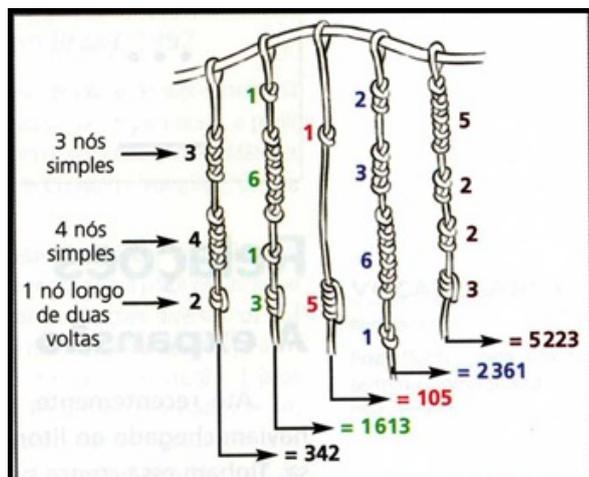
**Figura 6** – Quipu - civilização Inca



Fonte:<<https://www.tes.com/lessons/XRNHavUSrVxl4A/reading-unit-3-5>>

A matemática atual é marcada pela herança das civilizações antigas, como a civilização grega e seus teóricos: Tales de Mileto e Pitágoras. Infelizmente, nenhum dos

Figura 7 – Quipu - civilização Inca - Sistema Numérico



Fonte: <<https://www.tes.com/lessons/XRNHavUSrVxl4A/reading-unit-3-5>>

escritos desses matemáticos chegaram aos dias atuais, e o que se tem são referências de outros textos a eles.

Atribui-se a Tales (624-546 a.C.) o início sistemático da matemática. Nascido na cidade de Mileto, na Iônia, costa ocidental da Ásia Menor, fundou a Escola Ionina, que uniu astronomia, a geometria e a teoria dos números. Foi considerado o criador da geometria dedutiva, sendo atribuída a ele as primeiras demonstrações matemáticas, tendo sido qualificado por Aristóteles como primeiro filósofo da tradição grega. Esses pensadores estruturaram a matemática como forma de pensar por refletir a compreensão das quantidades e formas, norteando o homem diante do entendimento sobre o mundo. Por isso, a matemática era tratada pelos gregos como essência do conhecimento.

Dentre os matemáticos que sucederam Tales e Pitágoras, destaca-se Aristóteles (384-322 a.C.), discípulo mais famoso de Platão, como ilustra a Figura 8. Aristóteles, contudo, discordava de seu mestre, Platão, e por ter uma visão mais empirista, acreditava que as formas geométricas abstratas não estavam dissociadas do objeto real, estabelecendo uma relação de dependência entre a abstração e a realidade, afirmando que um não existe sem o outro, diferentemente de Platão, que era guiado pela razão e afirmava que os entes da matemática eram independentes do mundo real.

O modelo de lógica como se entende hoje foi criado e sistematizado por Aristóteles, que se fundamenta na explicação do conhecimento através de determinadas regras. Ele entendia a ciência dedutiva como o encadeamento de verdades estruturadas por relações lógicas, embasadas por alguns pressupostos não demonstrados.

A visão aristotélica, portanto, essencialmente baseada na experiência, vai ao encontro das teorias sociais, apresentadas na seção 2.2, destacando a visão cunhada

**Figura 8** – A Escola de Atenas, afresco de Rafael Sanzio de 1509. Aristóteles, à direita, gesticula em direção ao chão, indicando sua crença na experiência e observação, enquanto Platão, à esquerda, aponta para o céu - Palazzo Pontificio, Vaticano



**Fonte:**(MOL, 2013)

por Kelly (2003), que em um de seus 11 (onze) corolários, trata diretamente dessa visão, na qual os indivíduos testam seus constructos a partir de suas experiências de vida para validá-los. Essa ideia corrobora a Teoria Social Cognitiva de Bandura (1989), que trata da observação para estabelecermos e estruturarmos os conhecimentos adquiridos ao longo da vida.

Essa mesma visão está incluída na área computacional, que teve seu marco com a **Máquina Universal de Turing**, mostrada na Figura 9, um dispositivo, criado em 1936 por Alan Mathison Turing, um estudante da *King's College, Cambridge*, durante curso ministrado pelo matemático Max Neumann.

A definição dessa máquina serviu de fundamento para a Ciência da Computação, que passou pela substituição da noção intuitiva de procedimento efetivo por uma ideia formal, matemática e, como resultado, tem-se a conceituação matemática da noção de algoritmo. Uma noção que ele modelou baseando-se nos passos mentais que um ser humano dá quando executa um determinado cálculo ou cômputo. Essa definição passa pela ideia de que os cálculos mentais consistem em operações para transformar números em uma série de estados intermediários que progridem de um para outro, de acordo com um conjunto fixo de regras, até que uma resposta seja encontrada.

A **Máquina Universal de Turing** foi fisicamente implementada para atender

o contexto histórico da época, que era a Segunda Guerra Mundial. A finalidade dessa máquina era decodificar os códigos criptografados dos alemães, interceptando e traduzindo informações. A guerra tem um potencial destrutivo enorme, mas trouxe avanços tecnológicos significativos que refletem até os dias atuais.

Após Segunda Guerra Mundial, aconteceu a bipolaridade dos mundos, a separação entre o capitalismo, liderado pelos Estados Unidos e algumas potências européias, como Inglaterra, e o socialismo pela União Soviética (URSS). Essa separação foi denominada Guerra Fria e deu origem a vários conflitos que envolveram esses países, como a vitória da revolução comunista na China em 1949, a Guerra das Coréias entre 1950 e 1953 e a Guerra do Vietnã entre 1955 e 1975. Esse período, marcado por disputas e conflitos localizados, continuou motivando muitos progressos na área tecnológica, como o projeto ENIAC (**E**letronic **N**umerical **I**ntegrator and **C**alculator), iniciado em 1943, depois da criação e implementação da máquina de Turing, e se tornou operacional após o fim da Segunda Guerra em 1946, implementando uma arquitetura de hardware proposta por John Von Neumann, professor da Escola de Engenharia da Filadélfia nos Estados Unidos, que possui a estrutura utilizada nos sistemas computacionais até os dias atuais: memória principal, unidade de controle, unidade lógica e aritmética e unidade de entrada e saída.

Tanto Turing quanto Von Neumann associaram as arquiteturas de suas máquinas computacionais ao funcionamento do cérebro, segundo Edwards (1996), Teixeira (2011), Costa e Pereira (2009). Costa e Pereira (2009) reafirma essa comparação da arquitetura da cognição humana como algo semelhante à arquitetura de um computador do tipo Turing. Diante disso, nota-se a relação entre essas áreas do conhecimento e o presente trabalho.

**Figura 9** – Máquina Universal de Turing



**Fonte:** <[http://matematicasmundo.ftp.catedu.es/CINE/cine\\_The\\_Imitation\\_Game.html](http://matematicasmundo.ftp.catedu.es/CINE/cine_The_Imitation_Game.html)>

Um pouco depois da criação do primeiro computador, ainda no período da Guerra Fria, Zadeh (1965) sistematiza uma matemática diferenciada da clássica, a lógica fuzzy, mas aproveita a teoria dos conjuntos, bem como as formas geométricas, entre outras partes da matemática tradicional, e faz as adaptações necessárias dessas partes de modo que essa nova matemática se aproxime das imprecisões da mente humana.

## 2.4 LÓGICA FUZZY

A lógica fuzzy (ou nebulosa ou difusa) é uma teoria da matemática que tem como objetivo permitir uma modelagem imitando a habilidade humana de tomar decisões em ambientes de incertezas e imprecisões, de acordo com (KASABOV, 1998). É caracterizada por ser descritiva, como uma tradução, em que o tradutor decodifica o que é expressado em funções denominadas de pertinência, de modo que sua operacionalidade é realizada através de operadores lógicos. A lógica clássica de Aristóteles, no entanto, possui característica de prescrição, normativa e racional, que é a lógica da exclusão (é ou não é). Nesse modelo, a negação é fundamental para a classificação do objeto estudado, como observa Zadeh et al. (1975).

Segundo McNeill e Thro (1994), o sistema fuzzy é usado para estimativas, decisões comerciais, controle mecânico, tais como: ar condicionado, controles automotivos, controles de processos industriais, sistemas inteligentes, entre outras aplicações.

Em termos comerciais, a lógica fuzzy tem mais investimentos nas indústrias localizadas em alguns países do oriente, por exemplo, Japão e China, do que no ocidente. Esse fato pode ser por uma questão cultural ou governamental. Enquanto no ocidente, está voltado para ideias aristotélicas, pensamento e ação, impulsionando para uma competitividade que não dá muita abertura para inovações, pois requer tempo e investimento; o oriente, contudo, desenvolveu prioridades diferentes, em que força e sucesso são realizadas por meio do consenso e acomodação entre os grupos. A lógica fuzzy está mais adequada a esse modo mais flexível de viver do que a forma mais engessada da lógica tradicional, vivida pelos ocidentais. Além disso, as indústrias governamentais do Oriente investem mais em novas ideias. Estão, portanto, mais abertas a inovações, o que facilita e incentiva ainda mais o uso da lógica fuzzy.

Na educação, encontramos pesquisas com uso de fuzzy em (CHAMOVITZ; COSENZA, 2006), (COSTA et al., 2006), (MALVEZZI, 2010). Os três estudos aplicam o sistema fuzzy no processo de avaliação da aprendizagem.

A lógica tradicional ou clássica, nos fornece valores precisos, verdadeiro ou falso. A lógica fuzzy, entretanto, nos fornece um conjunto de valores possíveis, no intervalo de  $[0,1]$  (ZADEH, 1965). A teoria clássica de conjuntos trata de classes de objetos e suas interrelações em um universo definido, enquanto a teoria fuzzy trata da ideia de que todas as coisas possuem *graus de pertinências*, segundo Marro et al. (20–).

No contexto deste trabalho, aplica-se a lógica fuzzy em uma tentativa de ampliar as percepções das conclusões no âmbito social e epistemológico obtidas com a lógica clássica, através do trabalho de (SILVA, 2009), evitando conclusões sociais reducionistas, criticadas por Rosental (2003).

Outra aplicação da lógica fuzzy é em sistema de controle<sup>6</sup>, diminuindo o descompasso entre a capacidade criativa dos seres humanos e a possibilidade de solução que as máquinas computacionais proporcionam. É uma das ferramentas para se aplicar a Inteligência Artificial<sup>7</sup> nas máquinas, podendo-se aprender com exemplos semânticos. Uma outra ferramenta é a aplicação de redes neurais artificiais, que emulam funções biológicas de baixo nível em nosso cérebro para resolver tarefas de controle. Aprendem como controlar um sistema, através de exemplos numéricos entre dados de entrada e saída do mesmo.

No âmbito do presente estudo, Ross (2017) trata dos mapas cognitivos fuzzy, como uma modelagem na tomada de decisão em sistemas sociais e políticos. Podem também ser usados para planejar, prever, explicar, e para desenvolver os conceitos de engenharia. Esses mapas fazem uso das operações, inferências e relações fuzzy, que serão descritos mais adiante.

Para Simões e Shaw (2007) existem dois tipos de sistema fuzzy:

- a) **Adaptativos:** fazem ajustes de acordo com as mudanças no ambiente, podendo ser modificado e estendido;
- b) **Operacionais ou Supervisórios:** automatizam as tarefas dos seres humanos.

Segundo Zadeh et al. (1975), a maior parte das aplicações da teoria dos conjuntos fuzzy envolve o conceito de restrição fuzzy, uma relação fuzzy que atua como uma restrição elástica sobre os valores que podem ser atribuídos a uma variável. Tais restrições parecem desempenhar um papel importante na cognição humana, especialmente em situações que envolvem a formação de conceito, reconhecimento de padrões e tomada de decisão em ambientes incertos.

#### 2.4.1 Variáveis e Termos Linguísticos

As variáveis linguísticas são objetos que representam de modo impreciso um conceito de um determinado problema. Os valores assumidos por essas variáveis são conjuntos subjetivos, que formam o conjunto nebuloso ou fuzzy, enquanto as variáveis numéricas são conjuntos precisos de valores numéricos, segundo (ZADEH, 1965).

Os elementos desse conjunto nebuloso são chamados de **termos linguísticos ou números fuzzy** e determinam de forma subjetiva a qualidade ou quantidade da variável linguística. Por exemplo:

- a) Variável Numérica = temperatura  
– Valor numérico assumido por essa variável = 40°

<sup>6</sup> **Sistema de controle** são sistemas que fornecem resposta à uma determinada entrada conforme sua função de transferência. Simões e Shaw (2007)

<sup>7</sup> **Inteligência Artificial** é uma disciplina que estuda como as pessoas resolvem problemas e como as máquinas podem emular esse comportamento humano de solução de problemas, de modo que sejam incorporados nas máquinas, características da inteligência humana. Simões e Shaw (2007)

- b) Variável linguística = temperatura  
 – Termo linguístico ou Número fuzzy assumido = alta

A definição matemática da variável linguística e os valores assumidos, segundo Simões e Shaw (2007), está descrita a seguir:

Seja  $u$  uma variável linguística, definida em um conjunto de termos (ou terminologia), nomes ou rótulos,  $T(u)$ , com cada valor sendo um número fuzzy dentro do universo de discurso  $U$ . Por exemplo, se  $u$  é velocidade, então seu conjunto de termos  $T(u)$  poderia ser:

$$T(\text{velocidade}) = \{ \text{baixa, média, rápida} \}$$

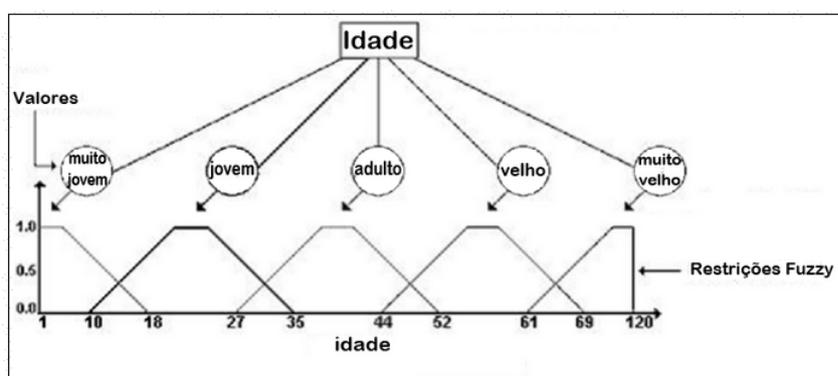
Onde:

$$U = [0,100];$$

**termos linguísticos** = {baixa, média e rápida};

**variável linguística** = velocidade.

**Figura 10** – Variáveis e termos ou valores linguísticos



Fonte: <<http://cae.ucb.br/tas/fuzzy/fuzzy03.html>>

Um outro exemplo de variável e termo linguístico pode ser visto na representação da Figura 10, em que a variável linguística *idade* pode possuir os seguintes termos linguísticos: **muito jovem, jovem, adulto, velho e muito velho**. Nessa figura, é demonstrado também as restrições fuzzy para cada termo linguístico. O cálculo de restrições fuzzy mostrado na Figura 10 é uma ramo da teoria das relações fuzzy que pode ter uma analogia com a teoria das probabilidades, no entanto, se torna diferente em seu objetivo específico, por apresentar uma base conceitual para a lógica fuzzy, podendo ser chamado de raciocínio aproximado, para Zadeh et al. (1975).

### 2.4.2 Números Fuzzy

Em uma avaliação de resultados, as opiniões dos especialistas são imprecisas na maioria dos casos, pois refletem uma natureza linguística e subjetiva. Essas informações vagas podem ser modeladas através dos números fuzzy, segundo Belchior (1997).

Os números fuzzy são utilizados para quantificar os termos linguísticos, qualificadores de diversas situações da realidade, como apresentado na subseção 2.4.1.

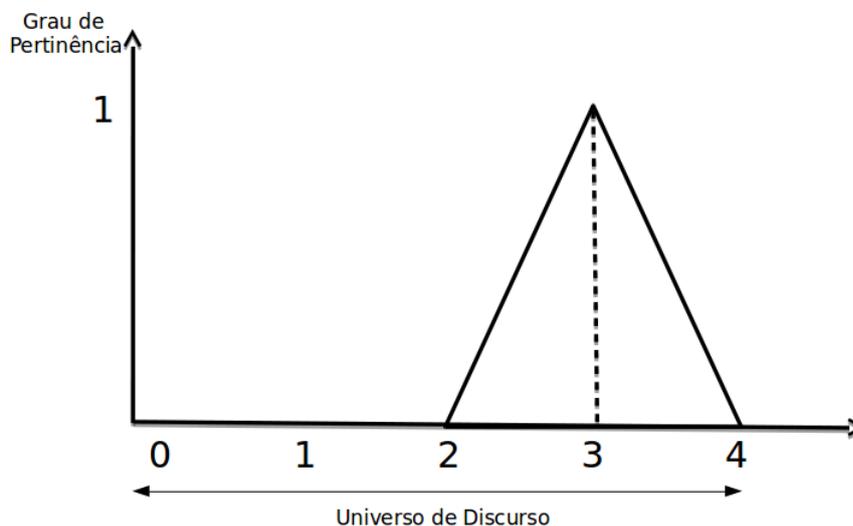
Um número fuzzy  $\tilde{N}$  (ou intervalo fuzzy) é um conjunto convexo e normalizado definido no universo dos números reais  $\mathbb{R}$ , de modo que sua função de pertinência tenha a seguinte forma:

$$\mu_{\tilde{A}} : \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$$

Onde:  $\mu_{\tilde{A}}$  é o grau de pertinência do conjunto fuzzy  $\tilde{A}$ ;  $\mathbb{R}$  é o conjunto dos números reais; e  $[0,1]$  é o intervalo dos números reais entre 0 e 1.

Um exemplo é dado pela proposição "próximo a 3", número fuzzy triangular, de acordo com Belchior (1997), ilustrado na Figura 11.

**Figura 11** – Exemplo de número fuzzy triangular próximo a 3



**Fonte:Elaboração própria**

### 2.4.3 Teoria da Probabilidade e Teoria da Possibilidade

Na teoria das probabilidades, a incerteza de um evento ocorrer é tratada como algo provável de acontecer, mas não significa que irá acontecer. Na lógica fuzzy, ao definir as restrições fuzzy e aplicar o cálculo dessas restrições sobre um determinado evento, o resultado obtido fornece o grau em que aquele evento está presente dentro daquela

restrição, e chama-se de **grau de pertinência**. Nesse caso, indica-se a possibilidade de um determinado evento pertencer a um conjunto, que pode variar no intervalo de  $[0,1]$ . A lógica fuzzy, portanto, está relacionada à teoria das possibilidades.

Segundo Simões e Shaw (2007), a probabilidade e a possibilidade se encontram no momento em que ambas são nulas ou de valor unitário. Esses valores podem estar associados de forma numérica como 0 e 1, respectivamente. Se a probabilidade ou possibilidade de um evento ocorrer apresentar apenas esses dois valores, então, tem-se o encontro das duas teorias. Os exemplos abaixo, mostram de modo prático a diferença entre essas teorias:

- a) Suponha que a probabilidade de um elemento pertencer a um conjunto seja 0,8 ou 80%. A possibilidade, no entanto, expressa o grau em que esse elemento é membro desse conjunto, que poderia ser expresso em uma escala de pertinência:
  - 1,0 = membro;
  - 0,8 = quase membro;
  - 0,6 = mais ou menos membro;
  - 0,4 = não muito membro
  - 0,2 = pouquíssimo membro;
  - 0 = não membro.
  
- b) Se em um relatório de meteorologia a chance de chuva amanhã fosse de 0,8, teria a probabilidade de ocorrer a chuva. A probabilidade, contudo, não indica o grau, quantidade, qualidade, ou intensidade dessa chuva. Ao usar o conceito de possibilidade, poderíamos construir essa escala de possibilidades, como segue:
  - 1,0 = tempestade
  - 0,8 = chuva forte;
  - 0,6 = chuvas intermitentes;
  - 0,4 = garoa;
  - 0,2 = garoa fina

Logo, se a chuva amanhã for 0,4 haverá uma garoa. Nesse exemplo, tem-se a expressão linguística ou restrição fuzzy "garoa" como valor (ou grau) de pertinência do evento chuva. Essas expressões linguísticas podem qualificar ou quantificar um evento fuzzy.

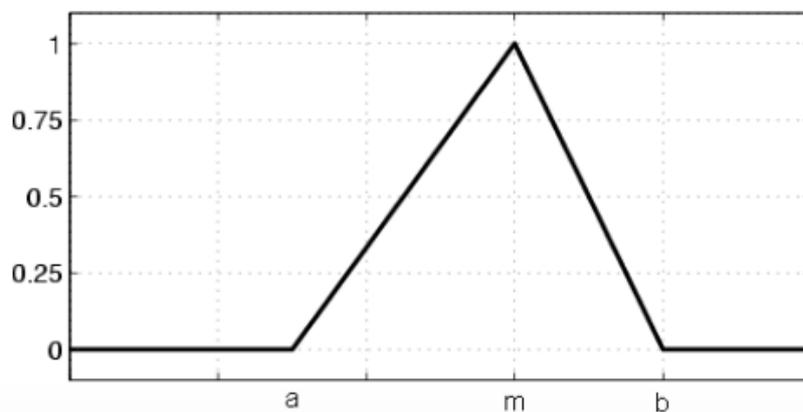
#### 2.4.4 Representações Fuzzy

A lógica fuzzy possui diversas representações geométricas essencialmente expressas em funções fuzzy. Os formatos triangular e trapezoidal merecem destaque, mas na maioria das vezes a função triangular, que é a mais simples, é mais utilizada, segundo McNeill e Thro (1994).

Segundo Goldschmidt (2010), seguem algumas funções de pertinência e seus respectivos formatos geométricos, como mostram as: Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 17 e Figura 16.

**Figura 12** – Função fuzzy triangular

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, \text{ se } x \leq a \\ (x-a)/(m-a), \text{ se } x \in ]a, m[ \\ (b-x)/(b-m), \text{ se } x \in ]m, b[ \\ 0, \text{ se } x \geq b \end{cases}$$

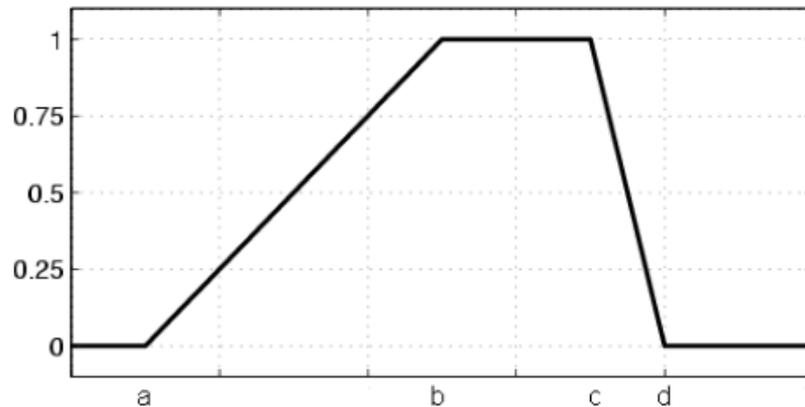


a)

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

Figura 13 – Função fuzzy trapezoidal

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq a \\ (x - a)/(b - a), & \text{se } x \in ]a, b[ \\ \dots\dots\dots 1, & \text{se } x \in ]b, c[ \\ (d - x)/(d - c), & \text{se } x \in ]c, d[ \\ 0, & \text{se } x \geq d \end{cases}$$



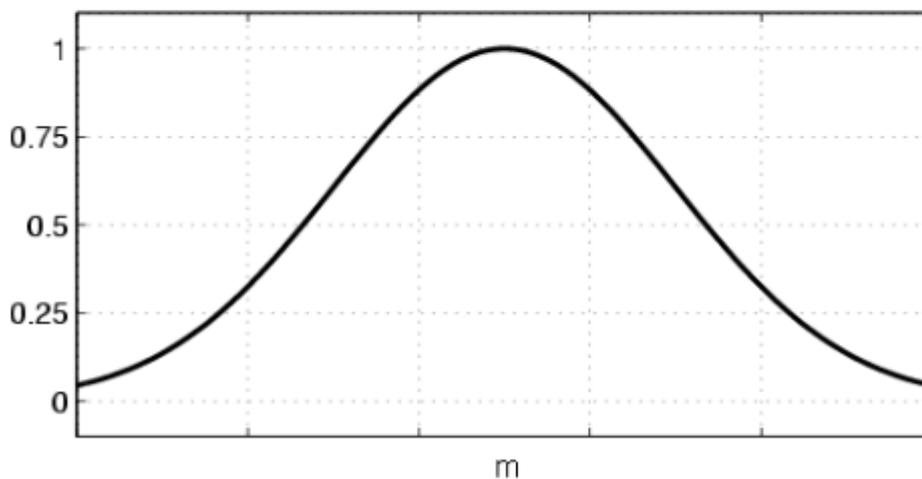
b)

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

Figura 14 – Função fuzzy gaussiana

$$\mu(x) = e^{-\left(\frac{x-m}{2v}\right)^2}$$

Onde m é a média e v o desvio padrão da distribuição

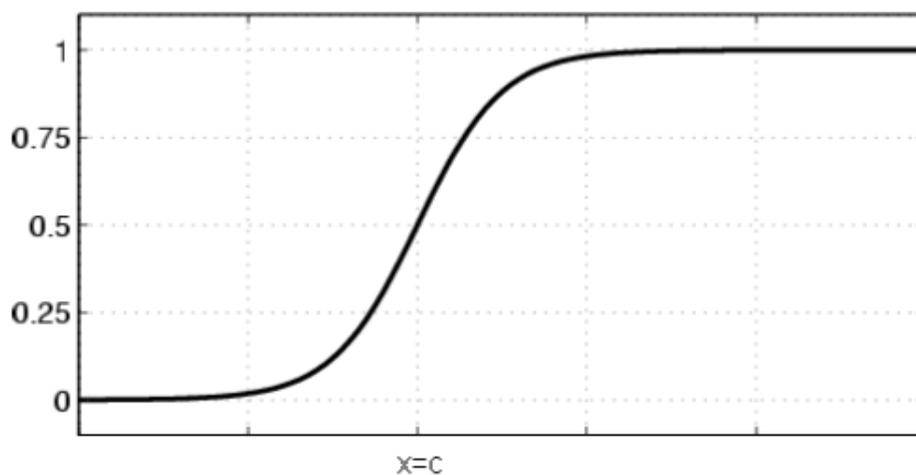


c)

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

**Figura 15** – Função fuzzy sigmoidal

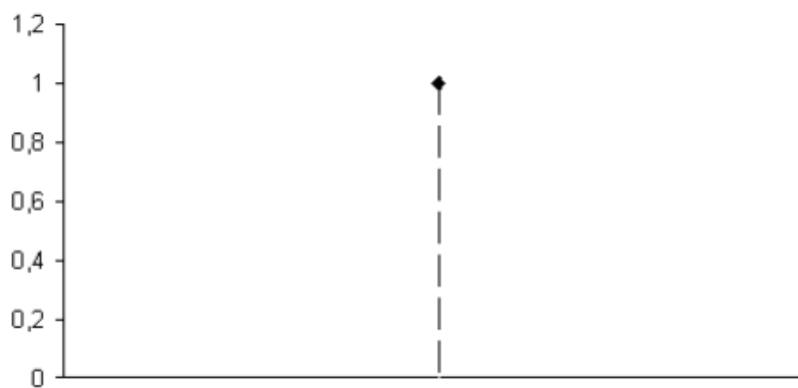
$$\mu(x) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}$$



d)

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

**Figura 16** – Função fuzzy singleton



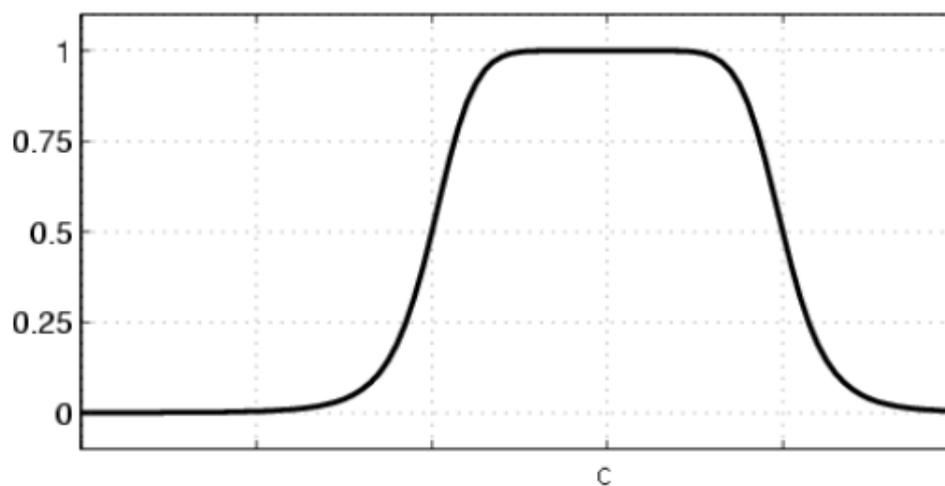
e)

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

Figura 17 – Função fuzzy tipo sino

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}$$

Onde  $c$  é o centro da curva



f)

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

### 2.4.5 Conjuntos e Operações Fuzzy

Os conjuntos fuzzy possuem correspondência com a clássica Teoria dos Conjuntos, segundo Goldschmidt (2010).

a) **Interseção:** a pertinência do operador nebuloso de interseção, denominado **T-norm**, pode ser determinado por diversas maneiras. Destacou-se nesse trabalho três maneiras para determinar o **T-norm**.

– **Mínimo - Zadeh:**

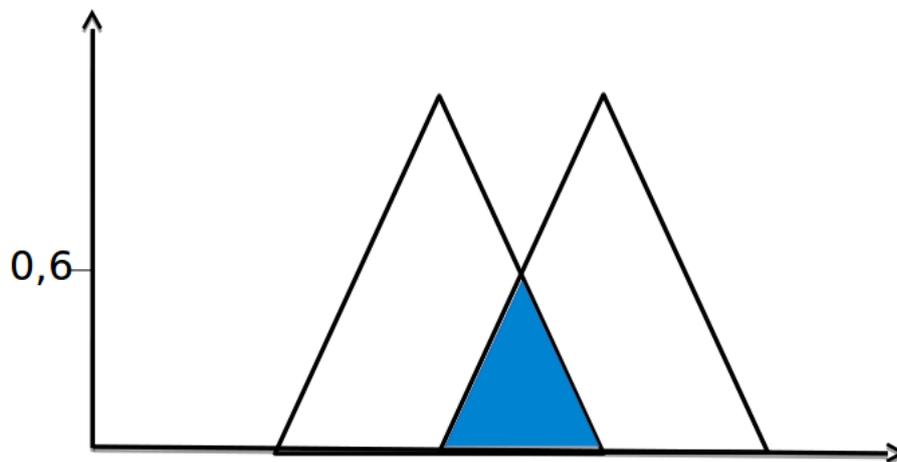
$$\mu(A \cap B)(x) = \min \{ \mu A(x), \mu B(x) \} \quad (2.1)$$

Considere, por exemplo, uma pessoa de 40 anos, com 0,6 de grau de pertinência ao conceito jovem e 0,4 de grau de pertinência ao conceito velho:

$$\mu(jovem \cap velho)(40) = \min \{ jovem(40), \mu velho(40) \} = \min \{ 0,6; 0,4 \} = 0,4 \quad (2.2)$$

Isso significa que os valores representam a pessoa em questão pertencente ao conjunto de pessoas jovens e velhas com grau de pertinência de 0,4. A Figura 18 mostra a representação triangular deste exemplo.

**Figura 18** – Representação Triangular - Mínimo



Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

– **Produto:**

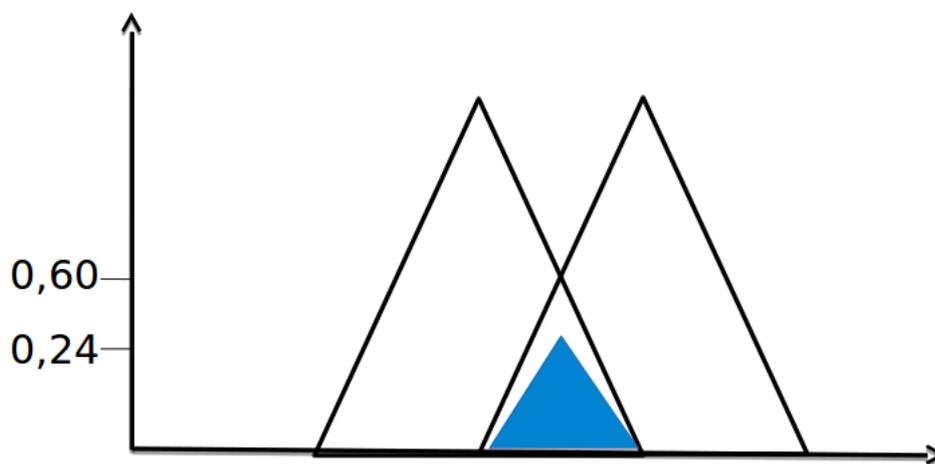
$$\mu(A \cap B)(x) = \mu A(x) * \mu B(x) \quad (2.3)$$

Assumindo os valores anteriores como exemplo, têm-se:

$$\mu(jovem \cap velho)(40) = \mu jovem(40) * \mu velho(40) = 0,6 * 0,4 = 0,24 \quad (2.4)$$

Isso significa que os valores representam a pessoa em questão pertencente ao conjunto de pessoas jovens e velhas com grau de pertinência de 0,24. A Figura 19 mostra a representação triangular deste exemplo.

**Figura 19** – Representação Triangular - Produto



Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

– **Lukasiewicz:**

$$\mu(A \cap B)(x) = \max \{0, \mu A(x) + \mu B(x) - 1\} \quad (2.5)$$

Assumindo os valores anteriores como exemplo, têm-se:

$$\mu(jovem \cap velho)(40) = \max \{0, \mu A(40) + \mu B(40) - 1\} = \max \{0; 0,6 + 0,4 - 1\} = 0 \quad (2.6)$$

Isso significa que os valores representam a pessoa em questão pertencente ao conjunto de pessoas jovens e velhas com grau de pertinência de 0. A Figura 20 mostra a representação triangular deste exemplo.

As propriedades desta operação fuzzy, de **interseção**, estão relacionadas a seguir:

Comutatividade:  $T(a,b)=T(b,a)$

Associatividade:  $T(a,T(b,c))=T(T(a,b),c)$

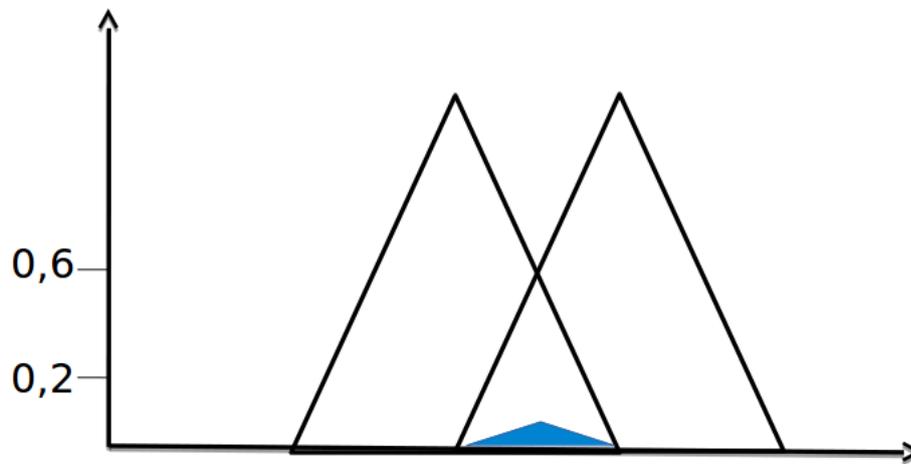
Monotonicidade:  $a \leq b$  e  $c \leq d$ , então  $T(a, c) \leq T(b, d)$

Coerência nos contornos:  $T(a,1)=a$  e  $T(a,0) = 0$

Da mesma maneira que na Lógica Clássica, a operação de interseção corresponde ao operador lógico de conjunção "E".

b) **União:** denominado como **T-Conorm** ou **S-norm**. Um exemplo geométrico usando representação triangular está demonstrado na Figura 21.

Pode ser definida:

**Figura 20** – Representação Triangular - Lukasiewicz

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

– **Máximo:**

$$\mu(A \cup B)(x) = \max \{ \mu A(x), \mu B(x) \} \quad (2.7)$$

Usando o mesmo exemplo anterior:

$$\mu(jovem \cup velho)(40) = \max \{ \mu jovem(40), \mu velho(40) \} = \max \{ 0,6; 0,4 \} = 0,6 \quad (2.8)$$

Isso significa que a pessoa em questão pertence ao conjunto de pessoas que são jovens ou velhas com grau de pertinência de 0,6. A Figura 21 mostra a representação triangular deste exemplo.

– **Soma Limitada:**

$$\mu(A \cup B)(x) = \min \{ 1, \mu A(x) + \mu B(x) \} \quad (2.9)$$

Usando o mesmo exemplo anterior:

$$\mu(jovem \cup velho)(40) = \min \{ 1, \mu jovem(40) + \mu velho(40) \} = 1 \quad (2.10)$$

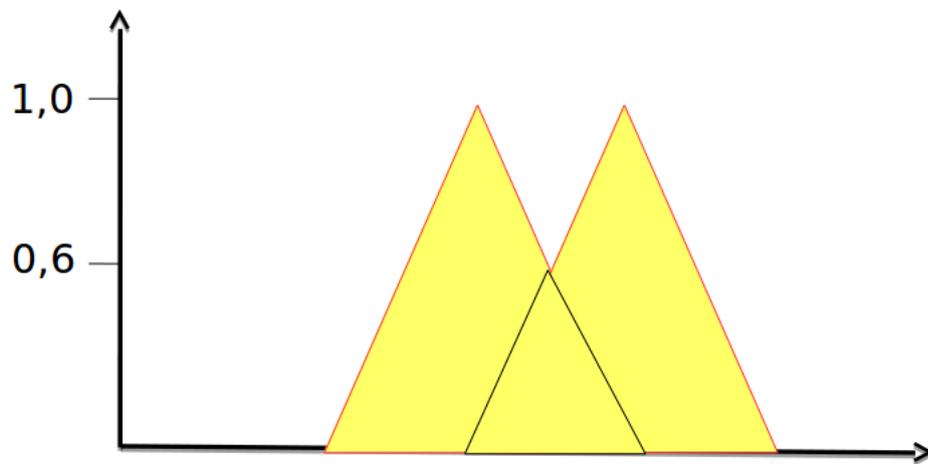
Isso significa que a pessoa em questão pertence ao conjunto de pessoas que são jovens ou velhas com grau de pertinência de 1. A Figura 22 mostra a representação triangular deste exemplo.

O operador fuzzy **união** possui as seguintes propriedades:

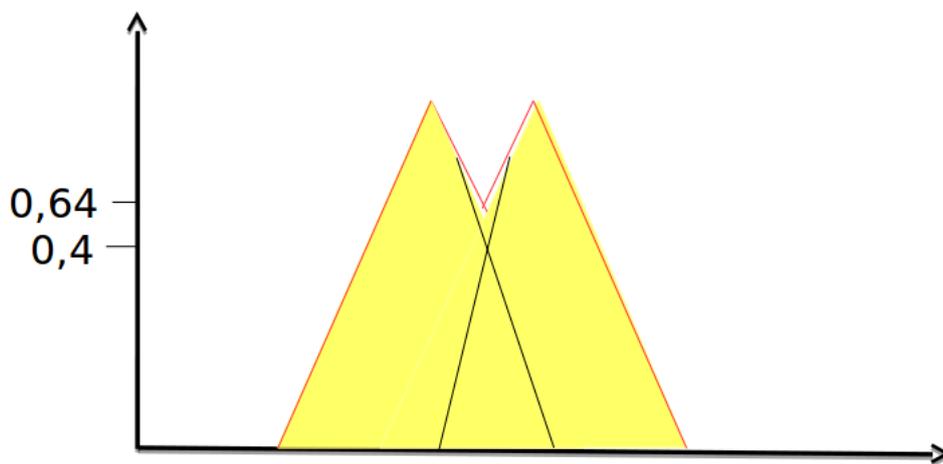
Comutatividade:  $S(a,b)=S(b,a)$

Associatividade:  $S(a,S(b,c))=S(S(a,b),c)$

Monotonicidade:  $a \leq b$  e  $c \leq d$ , então  $S(a, c) \leq S(b, d)$

**Figura 21** – Representação Triangular - Máximo

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

**Figura 22** – Representação Triangular - Soma limitada

Fonte:(GOLDSCHMIDT, 2010)

Coerência nos contornos:  $S(a,1)=1$  e  $S(a,0) = a$

Da mesma maneira que na Lógica Clássica, a operação de união corresponde ao operador lógico de disjunção "OU".

c) **Complemento:** pode ser definido por:

$$\mu A'(x) = 1 - \mu A(x) \quad (2.11)$$

Usando o mesmo exemplo anterior:

$$\mu(\text{nãojovem})(40) = 1 - \mu\text{jovem}(40) = 1 - 0,6 = 0,4 \quad (2.12)$$

Isso significa que o grau de pertinência ao conjunto não jovem de uma pessoa de 40 anos, seria 0,4. Da mesma maneira que na Lógica Clássica, a operação de complemento corresponde ao operador lógico de negação "**NÃO**".

#### 2.4.6 Regras Fuzzy

Há um modo importante a ser considerado na forma de pensar do ser humano: a implicação lógica, que pode ser definida como as relações dicotômicas de causa e efeito ou condição (ou antecedente) e consequente. Essas implicações lógicas podem ser encontradas virtualmente em todas as situações em se tratando de carreiras técnicas: operação de uma máquina, resolução de problemas matemáticos, programação de computador, ao seguir um manual de instruções, ou na tomada de decisão de uma situação qualquer. De forma consciente ou inconsciente, essas regras de inferência possuem uma forma geral, segundo (SIMÕES; SHAW, 2007).

SE  $causa_1 = A$  e  $causa_2 = B$  ENTÃO efeito = C

Onde: A, B e C são conjuntos.

Em fuzzy pode-se usar as regras com os termos linguísticos de modo mais significativo e próximo do raciocínio humano, usando qualificadores ou quantificadores:

Se está um dia QUENTE então o ar condicionado deve ficar no FRIO.

Onde os termos **QUENTE** e **FRIO** representam conjuntos fuzzy, que indicam sensação térmica. Implantar inteligência no ar condicionado significa associar termos fuzzy, através de uma inferência, expressa por uma estrutura **SE ... ENTÃO**.

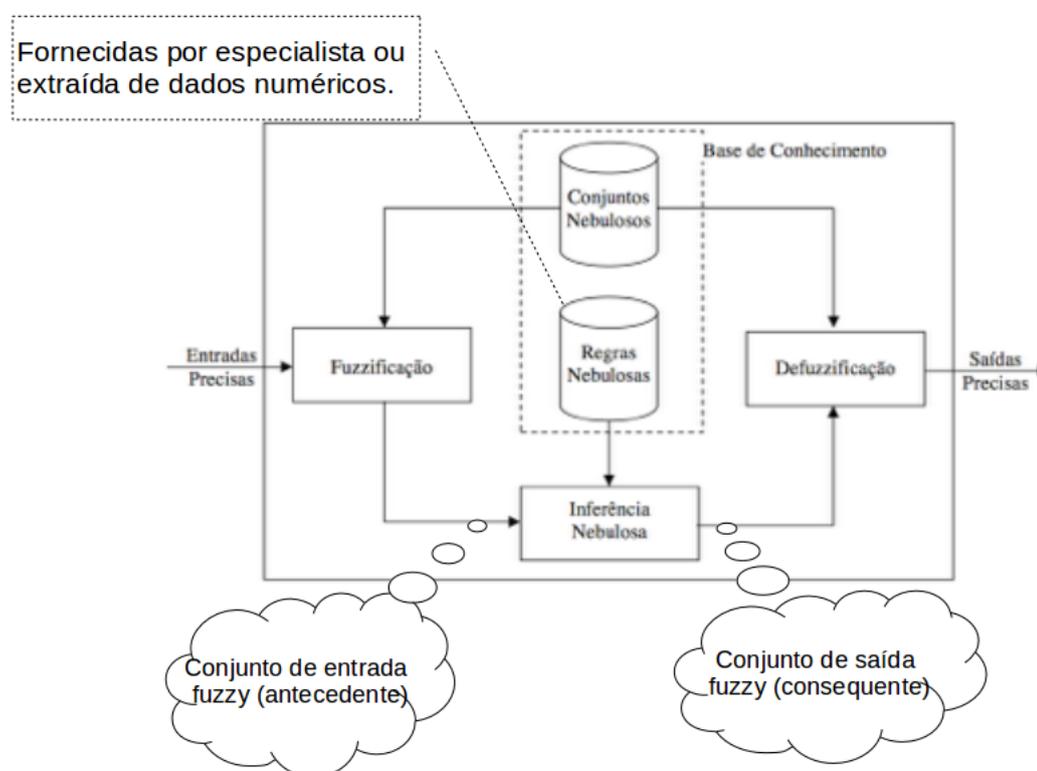
#### 2.4.7 Sistema Fuzzy

Um sistema fuzzy é composto pelos seguintes módulos: fuzzificação, base de conhecimento, inferência nebulosa, defuzzificação. As entradas precisas são os ativadores desse sistema e as saídas precisas são os resultados do sistema, como mostra Figura 23.

As **entradas precisas** passam por um processo de **fuzzificação**, que usa funções de pertinência contidas na **base de conhecimento**, convertendo os sinais de entrada em um intervalo  $[0,1]$ , que pode estar associado a rótulos linguísticos, segundo Simões e Shaw (2007). Essas entradas podem ser um conjunto fuzzy, quando advém de um questionário ou observador humano, por exemplo, mas pode ser um conjunto numérico, quando for proveniente de um processo de medição. Nesse último caso, é necessário passar pelo processo de **fuzzificação**, no que diz respeito a mapear as informações precisas em conjuntos fuzzy. Em todos os casos, a fuzzificação ativa as regras relevantes dada a circunstância, de acordo com (MALVEZZI, 2010).

A **base de conhecimento**, para Simões e Shaw (2007), representa o modelo do

Figura 23 – Sistema Fuzzy



Fonte: Adaptado de Boente (2013)

sistema a ser controlado. Ela é composta das regras fuzzy linguísticas (**SE...ENTÃO**).

As **regras** se caracterizam pelo objetivo e estratégia de controle utilizadas e definidas por especialistas na área, através de um conjunto de regras de controle, normalmente, semântico. Nesse módulo, são escolhidos as variáveis de entrada e saída de regras de controle fuzzy: os tipos de regras, a geração e derivação das regras e a verificação de consistência, interatividade, completeza, de acordo com Malvezzi (2010).

A **inferência nebulosa** é o módulo que contém a lógica de tomada de decisões. Existem vários modelos de inferência, destaca-se no âmbito desse trabalho, o modelo **Mamdani** criado pelo professor Ebrahim Mamdani da Universidade de Londres (Reino Unido) em 1975 no contexto do desenvolvimento de sistemas fuzzy, baseando-se em regras de conjuntos fuzzy (se...então), descrita na subseção 2.4.6, no intuito de representar experiências da vida real, de acordo com Marro et al. (20–). São as inferências da base de regras, usando implicações fuzzy para simular tomadas de decisões humana. O resultado é um conjunto de ações de controle, consequentes, inferidas a partir de um conjunto de condições de entrada, antecedentes. Além disso, a interpretação do conectivo de sentença "**E**" é definido nessa parte do sistema fuzzy.

Por fim, a **defuzzificação**, que pode ser utilizada ou não dentro do sistema, pois consiste em obter um único valor discreto ou *crisp*<sup>8</sup>, que representa um número real contido na saída do sistema. Segundo Simões e Shaw (2007), existem alguns métodos de defuzzificação, como:

- a) **C-o-A (Centro da Área)**: chamado também de método do Centro-de-Gravidade: calcula o centróide da área, como mostra Equação 2.13

$$u^* = \frac{\sum_{j=1}^N u_j \mu_{OUT}(u_j)}{\sum_{j=1}^N \mu_{OUT}(u_j)} \quad (2.13)$$

Onde:  $\mu_{OUT}(\mathbf{u}_i)$  é a área de uma função de pertinência, modificada pelo resultado da inferência fuzzy e  $\mathbf{u}_i$  é a posição do centróide da função de pertinência individual.

Esse método possui problemas quando as funções de pertinência não possuem sobreposição.

- b) **C-o-M (Centro-do-Máximo)**: é uma média ponderada dos valores máximos, com pesos que são os resultados de inferência, entre outros.
- c) **M-o-M (Média-do-Máximo)**: é a média dos máximos, dada pela Equação 2.14.

$$u^* = \sum_{m=1}^M \frac{u_m}{M} \quad (2.14)$$

Onde:  $\mathbf{u}_m$  é o m-ésimo elemento no universo de discurso, a função  $\mu_{OUT}(\mathbf{u}_i)$  tenha um máximo, e  $\mathbf{M}$  é o número total desses elementos.

Segundo Simões e Shaw (2007) para a tomada de decisão a escolha do método de defuzzificação depende do contexto. Uma orientação é: utilize o **C-o-M** para decisões quantitativas e o **M-o-M** para decisões qualitativas.

Há alguns sistemas que não exigem esse processo de defuzzificação, pois a saída fuzzy é interpretada de modo qualitativo, de acordo com Simões e Shaw (2007).

<sup>8</sup> **crisp**: pode ser entendido como valor preciso ou valores da Teoria de Conjunto Clássico, segundo Ross (2004).

## 2.5 QUALIDADE DE SOFTWARE

A necessidade de se pensar em qualidade de software surgiu no final da década 1960, devido aos altos custos de manutenção de um software. Desde então, surgiram várias propostas para se estabelecer métodos formais na elaboração de sistemas computacionais, mapeando os problemas do mundo real, através da engenharia de software, de acordo Pressman (2002), FONSECA FILHO (2007), e Sommerville (2011).

Nesse contexto, existem vários modelos de qualidade de software para o processo de avaliação do produto. Entre os modelos aplicados à avaliação do produto, enfatizamos o modelo de Rocha (1994), a adaptação à lógica fuzzy realizada por Boente (2013), bem como a norma NBR ISO/9126-1 (2003).

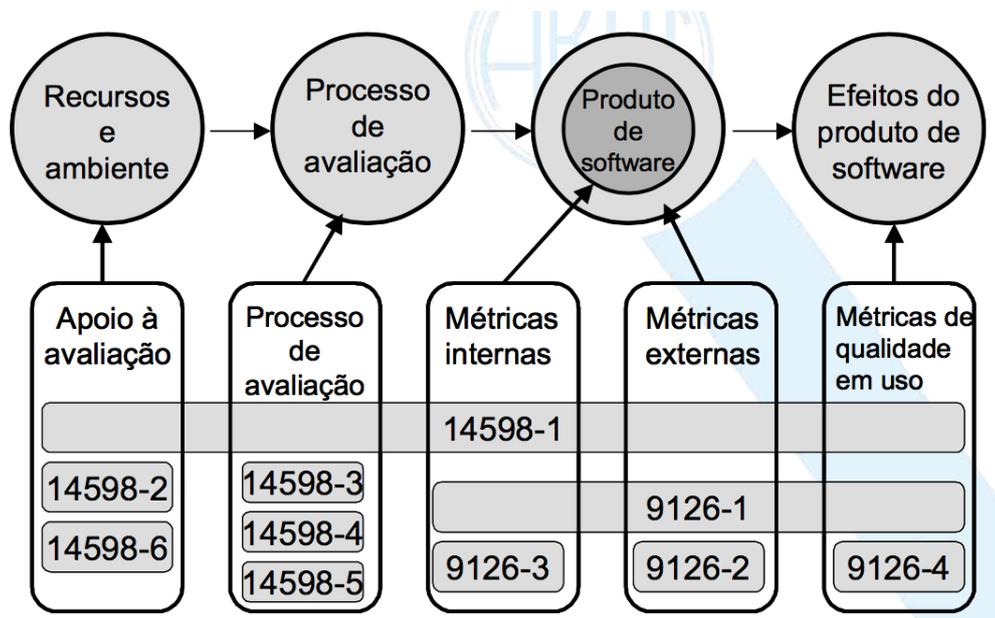
Hofmann e Allhutter (2010) discutem a qualidade no desenvolvimento de software em um viés mais crítico, propondo inserir na equipe de desenvolvimento uma dimensão social, voltada para o processo de aprendizagem, em que se estabelece uma zona de negociação dentro de espaços reais ou virtuais; por exemplo, as comunidades de práticas, que compartilham vários objetos de fronteira, mas seus membros possuem diferentes interpretações desses objetos. Esse processo é chamado de *design desconstrutivo*, em que o método *mind scripting* está inserido, o qual permite visualizar os discursos da sociedade e esconde o significado que molda inconscientemente o *design* do sistema. Essa proposta vai ao encontro do modelo Boente de qualidade mencionado nessa seção, (BOENTE, 2013), que utiliza a lógica fuzzy com o foco em um sistema de aprendizado, agregando a dimensão social na estrutura e na finalidade desse modelo. A estrutura está representada na Figura 26 e incorpora a qualidade em uma visão interna e externa. A finalidade é a tomada de decisão para uma melhoria do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Mais adiante será detalhado um pouco mais esse modelo.

Os modelos de qualidade de software definem as propriedades que determinam a sua capacidade de satisfazer as necessidades implícitas e explícitas dos usuários, de acordo com (ROCHA, 1994). A qualidade, no entanto, é construída, durante o desenvolvimento do software e após a sua distribuição para o cliente. Neste trabalho, propomos um modelo de avaliação de produto de qualidade de software adaptado a uma ferramenta de combinação social que será detalhado no Capítulo 4.

O **modelo Rocha (1994) original** define o processo de avaliação de software através das relações quantitativas e lógicas. As relações quantitativas são determinadas por medidas agregadas que avaliam os fatores e os critérios de qualidade. As relações lógicas obedecem as metas, fatores e critério de qualidade, que determinam o processo de avaliação e, conseqüentemente, a avaliação de software. Este modelo foi adaptado por Belchior (1997), e incluiu conceitos de lógica fuzzy para tratar de forma mais precisa o **modelo Rocha (1994) original**, e adaptá-lo à teoria dos conjuntos fuzzy. Neste caso,

as duas relações citadas anteriormente, quantitativa e lógica, são mantidas, incluindo as relações interpretativas, que consideram as operações nebulosas.

**Figura 24** – Relação entre as NBR ISO/IEC 9126 e NBR ISO/IEC 14598.



Fonte:(ABNT, 2003)

Segundo NBR ISO/9126-1 (2003), a NBR 13596 foi substituída pela NBR ISO/IEC 9126 e NBR ISO/IEC 14598 pela necessidade de separar as características da qualidade do produto de software, do modelo de processo para avaliação de produto de software. A Figura 24 mostra a relação entre essas duas normas e em que parte do processo estão cada uma delas. Essa figura ilustra que a qualidade de produto de software envolve diversas normas. No âmbito do presente trabalho, será feito um recorte dessas diversas normas e o foco será a NBR ISO/9126-1:2003.

A NBR ISO/IEC 9126 tem um conjunto de documentos que define as características da qualidade de produto de software e seus indicadores, orientando o planejamento e execução da avaliação do software, aplicado ao Oraculous, apresentado na seção 2.7.

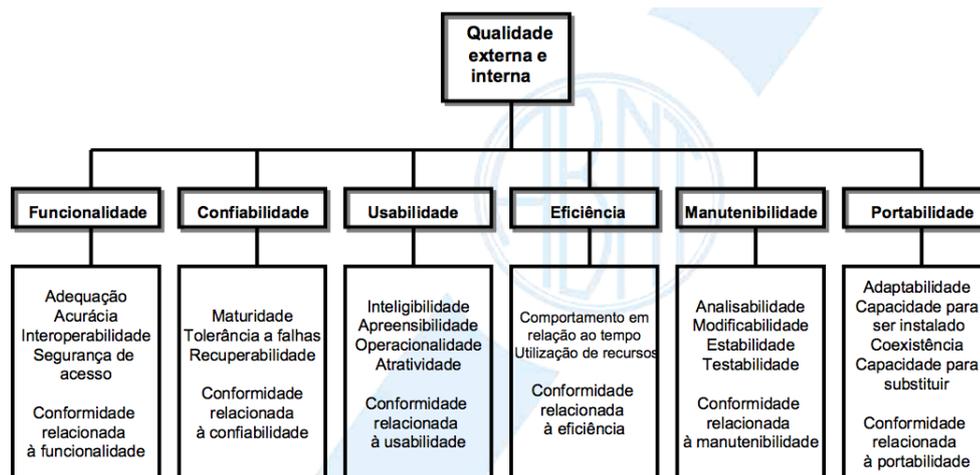
O conjunto de documentos são classificados da seguinte forma:

- a) **ISO/IEC 9126-1:** refere-se às características da qualidade do software: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, portabilidade, manutenibilidade e eficiência. Apenas essa parte será estudada no âmbito dessa pesquisa.
- b) **ISO/IEC 9126-2:** refere-se a métricas externas para medir as características da qualidade de software.

- c) **ISO/IEC 9126-3:** trata das métricas internas para a avaliação de um produto de software.

A Figura 25 ilustra as características de qualidade do software, que pode ser encontrado no documento NBR ISO/9126-1 (2003), citado anteriormente.

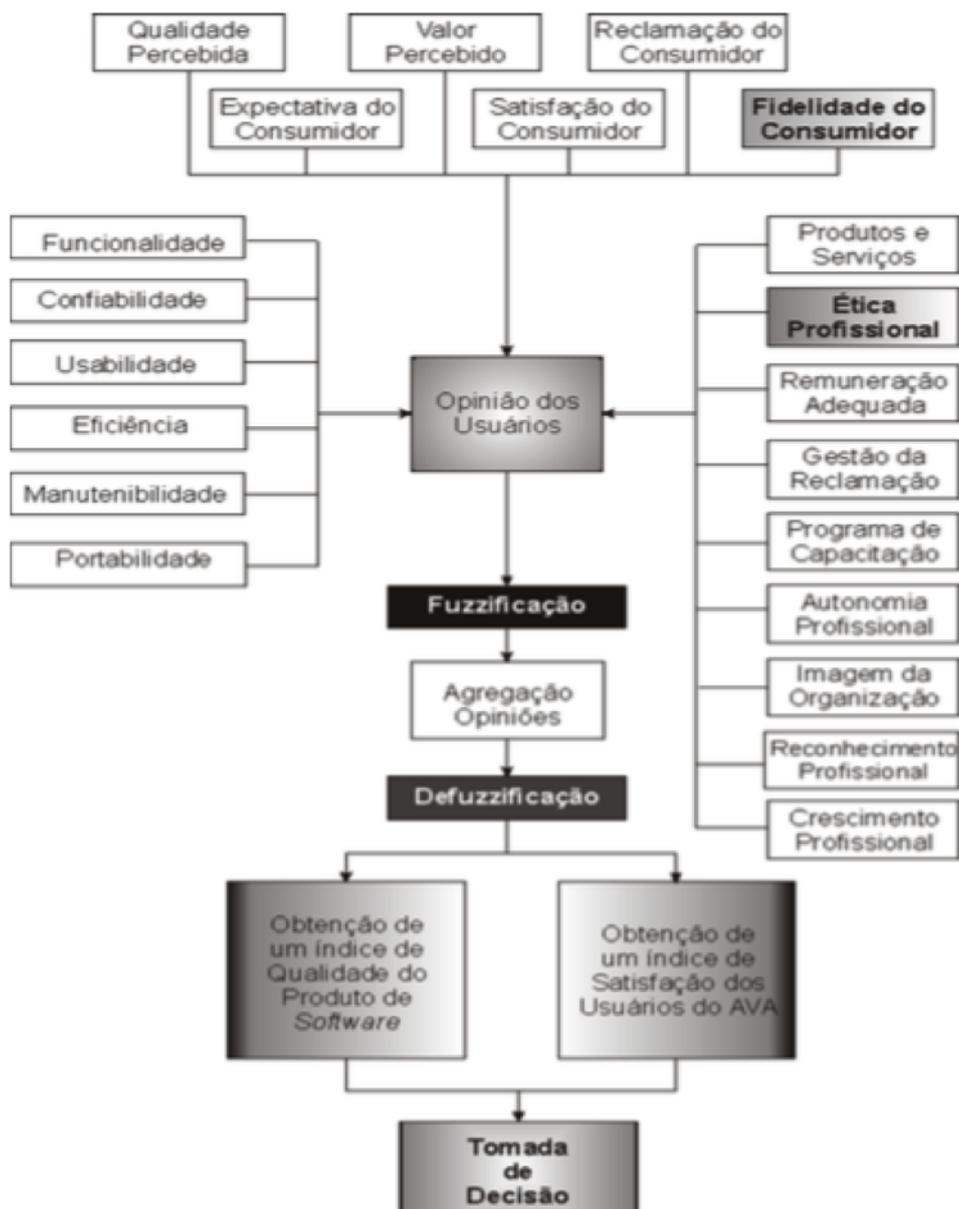
**Figura 25** – Modelo NBR ISO/IEC 9126-1: características da qualidade de software



Fonte:(ABNT, 2003)

Em um novo desdobramento do uso deste padrão de qualidade, considerando que a lógica fuzzy implica na possibilidade de avaliação da satisfação do usuário em um AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem, Boente (2013) propõe um modelo fuzzy que se baseia nas opiniões de especialistas, desenvolvedores, professores e usuários respondentes (alunos) para avaliar a qualidade dos AVAs, como mostra a Figura 26. Este modelo considera além do padrão NBR ISO/9126-1 (2003), outros modelos mostrados no diagrama da Figura 26, direcionado para desenvolvedores de software, em um extremo, e para os usuários, no outro extremo.

**Figura 26** – Modelo Boente: Fuzzy de Qualidade de Produto de Software e Satisfação do Usuário



Fonte:(BOENTE, 2013)

## 2.6 SISTEMAS DE COMBINAÇÃO SOCIAL

Em uma perspectiva histórica, o sistema de combinação social faz parte de uma categorização do sistema de recomendação que surgiu na década de 1990, com a criação de duas abordagens: a recomendação por **colaboração** e a recomendação por **conteúdo**.

Na recomendação por **colaboração** a preferência de muitos usuários é agregada, através da colaboração para recomendar itens a um determinado usuário alvo. A ideia é observar as consultas e *feedback* dos usuários, com isso, descobrir seus reais interesses, para recomendar os itens mais adequados, para Motta (1999). Essa abordagem é conhecida com o surgimento dos primeiros sistemas de recomendação: Tapestry (GOLDBERG et al., 1992), GroupLens (RESNICK et al., 1994), MovieLens (KONSTAN et al., 1997), Ringo (SHARDANAND; MAES, 1995).

Já a recomendação por **conteúdo** aplica técnicas de aprendizagem e recuperação da informação para conhecer as preferências do usuário, selecionando itens similares para recomendar, de acordo com (LANG, 1995); (LIEBERMAN, 1997); (MAES, 1994); (MOONEY; ROY, 2000).

Nessa época, portanto, não existia a recomendação de pessoas, mas na década de 2000, surgiram as primeiras pesquisas que levaram a definição do que é o sistema de combinação social, com os seguintes enfoques: mineração de dados sociais, filtragem social, navegação social, por (TERVEEN; HILL, 2001), (AMENTO et al., 2003); até que em 2005 Terveen e McDonald (2005) publicou uma definição formal desse tipo de sistema, com a denominação original *social matching*, traduzida para sistema de combinação social.

Os Sistemas de Combinação Social são sistemas computacionais que buscam padrões de comportamento dentro das redes sociais virtuais para potencializar a interação social, através da recomendação de pessoas com os mesmos interesses. O seu motor de busca pode ser impulsionado pela necessidade do indivíduo em aprender sobre algum assunto ou desejo de encontrar pessoas ou mesmo especialistas que permitiriam um salto cognitivo. Esse motor de busca é classificado como um tipo de mecanismo de combinação social, mas existem outras engrenagens que se utilizam do comportamento das pessoas para propor uma combinação entre elas. De acordo com (TERVEEN; MCDONALD, 2005), um modelo de combinação social deve contemplar os seguintes itens:

- a) **Perfil dos usuários:** contendo informações sobre as pessoas que o sistema necessita para identificar as compatibilidades.
- b) **Combinação (*Matching*):** algoritmo aplicado pelo sistema que expresse um modelo de compatibilidade entre os perfis.
- c) **Introdução (apresentação das pessoas):** forma de apresentação da pessoa, aproximando pessoas com perfis compatíveis, preservando a privacidade dos usuários, até que eles se disponibilizem para contato.

- d) **Interação:** ferramentas de comunicação disponibilizadas para motivar a interação, ou meios de contato favorecendo encontros presenciais.
- e) **Feedback (sobre as interações):** o retorno das pessoas sobre a satisfação em encontros ou contatos com outros usuários, como forma de atualizar seus perfis para novas combinações.

Segundo (BRUNO, 2013), parte da sociabilidade que existe na Internet envolve a exposição voluntária de dados pessoais, narrativas, registros da vida cotidiana. São essas informações que os sistemas de combinação utilizam para realizar a busca de pessoas com os mesmos interesses. Esses sistemas surgiram devido à grande quantidade de informações e pessoas espalhadas pelo mundo virtual, com intenção de encontrá-las mais rápido. Normalmente essas pessoas são motivadas a encontrar seus pares quando participam de comunidades virtuais, ou interagem com outras pessoas em listas de discussão, blogs, fóruns, salas de bate papo e *instant messenger*. Uma outra forma de aproximar pessoas implementadas por esses sistemas ocorre quando os usuários realizam atividades que são executadas de forma solitária, como por exemplo: verificação de e-mails pessoais, compras, navegação e pesquisa na Web. Essas diversas formas de aproximar pessoas contribuíram para as classificações dos sistemas de combinação social descrito a seguir, segundo (TERVEEN; MCDONALD, 2005).

Um mundo virtual, no sentido amplo, é o universo de possíveis, calculáveis a partir de um modelo digital. Ao interagir com o mundo virtual, os usuários o exploram e o atualizam simultaneamente. Quando as interações podem enriquecer ou modificar o modelo, o mundo virtual torna-se um vetor de inteligência e criação coletivas. (LEVY, 2010)

- a) **Combinação Social Oportunista:** nesse caso, o sistema aproxima usuários ao identificar interesses similares compartilhados por eles, independente da requisição do usuário, ou ao inferir esses interesses através das suas navegações, atividades correntes e anteriormente registradas. Por exemplo:
  - **I2I: Individual To Individual, (BUDZIK et al., 2002):** agrupa documentos Web que têm conteúdos relacionados, permitindo que usuários que estão navegando por documentos de uma mesma vizinhança estabeleçam comunicações síncronas, assíncronas e naveguem por informações relacionadas (recomendadas pelo sistema).
  - **Yenta, (FONER, 1997):** é baseado em agentes computacionais que aproximam usuários que estão trabalhando em contextos similares. Os agentes examinam documentos compartilhados pelos usuários para capturar informações em comum.
- b) **Combinação Social Implícita:** prever a necessidade do usuário a partir da navegação. São construídos de tal forma que quando o usuário necessita de mais detalhes sobre a informação, proporciona ponteiros para pessoas que possam lhe ajudar. Muitas vezes, são disponibilizados ponteiros para um especialista,

outras vezes para usuários comuns que pesquisaram sobre os mesmos assuntos. Por exemplo:

- **Designer Assistant**, (TERVEEN; SELFRIDGE; LONG, 1995): O sistema organiza o conhecimento sobre o projeto de desenvolvimento de software em uma hierarquia de perguntas. Os desenvolvedores percorrem essa hierarquia para obter informações sobre o projeto. Cada informação está relacionada a um contato com a pessoa que melhor entende sobre aquele aspecto particular do desenvolvimento do software.
  - **PHOAKS (People Helping One Another Know Stuff)**, (HILL; TERVEEN, 1996), (TERVEEN et al., 1997): O sistema extrai páginas Web recomendadas por usuários em uma lista de discussão, organiza as páginas em categorias, e lista as mais recentes ou mais frequentemente mencionadas em cada categoria. Navegando através das categorias, os usuários podem encontrar as páginas Web que lhe interessam e os contatos das pessoas que as recomendaram.
- c) **Combinação social por necessidade de informação**: o usuário explicita a sua necessidade e o sistema fornece a informação desejada. Por exemplo:
- **ReferralWeb**, (KAUTZ; SELMAN; SHAH, 1997): O sistema recomenda autores de artigos relacionados ao assunto de interesse do requisitante, que estejam mais próximos dele pela sua rede social (autoria, co-autoria e citações ao usuário).
  - **Expertise Recommender**, (MCDONALD; ACKERMAN, 2000): O sistema utiliza redes sociais para auxiliar a localização de especialistas em determinado assunto dentro de uma empresa. A rede social conecta empregados que já trabalharam juntos, para que o usuário possa localizar especialistas mais próximos de seus contatos sociais diretos.
  - **Oraculous**, (SILVA, 2009): utiliza *tags* (palavras que servem como etiquetas) para encontrar pessoas e mapear a similaridade entre o usuário e as pessoas encontradas. Utiliza a base de dados do Delicious, que é uma rede social que armazena *links* favoritos *taggeados* (etiquetados). O sistema Oraculous é o objeto de estudo da presente pesquisa e será detalhado na seção 2.7.

## 2.7 ORACULOUS

Antes de definir o que é o Oraculous no contexto dessa pesquisa, esse termo traduzido para português significa oráculo e historicamente, teve grande importância na tomada de decisão das civilizações antigas. Por exemplo, os gregos em questões políticas e jurídicas, nos séculos VI e IV a.C., pois os grandes líderes políticos da época consultavam os

oráculos, com intuito de obter respostas sobre as suas decisões quanto a assuntos pessoais, de um grupo, ou mesmos assuntos envolvendo aspectos de um povo. Muitas guerras foram travadas ou deixaram de acontecer devido as decisões influenciadas pela resposta de um oráculo, segundo Santos (2003).

Para Bulfinch (2006), dentro do contexto da mitologia grega, o oráculo mais antigo era o de Júpiter, em Dondona. Já o mais conhecido é o oráculo de Apolo em Delfos, mas existiram outros oráculos, como o de Trofônio, o boi sagrado Ápis, os inúmeros oráculos de Esculápio, em que o mais conhecido era o de Epidauro, onde os enfermos procuravam respostas e a cura para suas enfermidades. Segundo Bulfinch (2006), os autores cristãos afirmam que os oráculos pararam de dar suas respostas, calando-se com o nascimento de Cristo. Indo além dessa afirmação, Cristo e seus 12 (doze) apóstolos representaram naquela época, representação que perdura até atualidade, profetas ou oráculos que direcionam e orientam as vidas de diversas pessoas com seus ensinamentos escritos na bíblia sagrada, o livro base do Cristianismo.

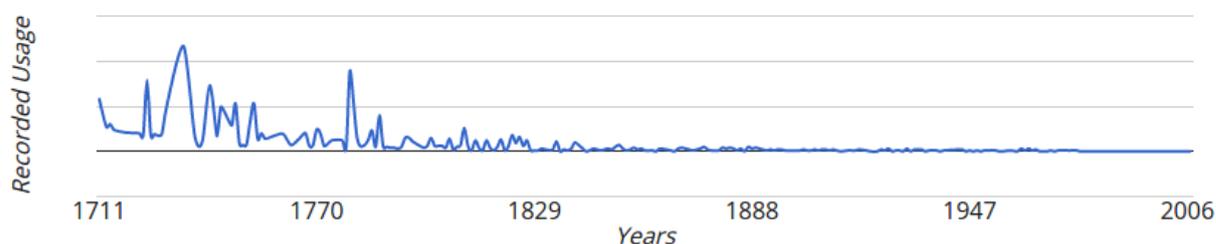
É válido ressaltar que o termo oráculo não é muito usual no dias atuais, como mostra a Figura 27, mas ele teve e ainda tem grande importância em diversas civilizações antigas e atuais. Além disso, o termo pode se referir a um lugar ou entidade ou instrumento ou ferramenta sagrados, por exemplo, um santuário, no caso de lugar, os arquétipos do tarô, no caso de ferramenta, ou sonhos, através dos quais pessoas pudessem ter contato com previsões que direcionassem suas tomadas de decisão, ou profeta, ou líderes religiosos que fornecem previsões que influenciam nas escolhas dessas pessoas ou as colocam no caminho de seus destinos. Esse último caso, pode ser exemplificado através da história de Édipo, personagem da mitologia grega, que após consultar o oráculo de Delfos, não aceitou a previsão dada, que ele mataria seu pai e casaria com sua mãe, achando que se tratava de seus pais adotivos fugiu de casa, e no caminho matou seu pai biológico. Após decifrar um enigma foi oferecido a mão de sua mãe biológica, que acabara de ficar viúva, com quem teve quatro filhos. Assim, ele realizou o que estava predestinado a ele.

Outro exemplo, é o filme de ficção científica *Matrix*<sup>9</sup>, em que o personagem principal, Neo, um programador e hacker<sup>10</sup>, percebe que o mundo que ele conhece não é real e muitas mentes humanas vivem nesse mundo virtual; as que conseguem se libertar, navegam entre a matrix, o virtual e a realidade. Atordoado com a descoberta, com ajuda do líder do grupo de pessoas que conhece os dois lados, vai até a presença de um oráculo, que o coloca na direção do que seria o destino dele: salvar essas diversas mentes escravizadas pelas realidades virtuais.

Alguns psicólogos famosos, como Freud e Jung, desenvolveram uma pesquisa sobre

<sup>9</sup> **Matrix:** filme de ficção científica lançado em 1999 nos EUA, com direção de Lilly Wachowski e Lana Wachowski, e protagonizado por Keanu Reeves e Laurence Fishburne.

<sup>10</sup> **Hacker:** são pessoas com grandes habilidades na área de Informática e se dedicam a encontrar falhas no sistema e redes computacionais, segundo o dicionário.

**Figura 27** – Frequência de uso do termo Oraculous, segundo dicionário Collins

Fonte: <<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/oraculous>>

as interpretações de sonhos, que seriam uma ponte entre o inconsciente e o consciente de um indivíduo, em que a sua representatividade era realizada através de imagens, revelando os desejos mais profundos dos indivíduos, segundo Jung (2008); ou um aspecto de sua personalidade que precisaria ser equilibrada, de acordo com Freud, segundo VALENÇA (2013). Ambos utilizam os sonhos no tratamento terapêutico desses indivíduos, como traumas e outros problemas psicológicos mais graves. Nesses casos, o sonho passa a ser um oráculo e o médico ou terapeuta o utiliza para direcionar o tratamento e a cura dessas pessoas.

A palavra Oraculous, portanto, significa uma forma pela qual os indivíduos façam descobertas sobre si e sobre decisões a serem tomadas em relação a vários aspectos de suas vidas para orientar suas escolhas. É uma palavra de origem inglesa e faz referência ao termo oráculo, como mencionado anteriormente, que de acordo com Bulfinch (2006), é uma expressão para designar lugar onde se supunha que as divindades consultadas davam respostas a respeito do futuro, assim como para designar a própria resposta dada.

Da mesma maneira, segundo o dicionário da língua portuguesa, significa a divindade consultada, em ambas referências faz menção ao campo da Teologia ou ciência da religião, das coisas divinas. O termo em si traz essa conotação, mas se avaliar outras denotações descritas no mesmo dicionário, encontra-se também como significado do termo: pessoa ou entidade cujas palavras são muito respeitadas. Essa última definição é a mais coerente com a proposta da pesquisa, em que o sistema de combinação social pode funcionar como uma entidade respeitada (oráculo) de sugestões de pares, pessoas que podem auxiliar no processo cognitivo do indivíduo.

Diante disso, o Oraculous no contexto dessa pesquisa é um sistema de combinação social definido por duas dimensões: **o modelo e a implementação (ferramenta)**. Dentro do modelo existem duas visões: uma geral e uma detalhada. A visão geral configura-se como um mecanismo de representação do modelo de combinação social que é agregado

a um ambiente já existente. A visão detalhada é representada pelo detalhamento de um conjunto de heurísticas para encontrar o modelo de processo cognitivo mais adequado aos casos de interesses do indivíduo. Para isso, utilizam-se informações extraídas do ambiente. A implementação (ou a ferramenta) é a concretização do modelo descrito anteriormente. Pode-se dizer que é a aplicação do modelo, a partir da construção de um artefato de software, que é o objeto de estudo da presente pesquisa.

A visão geral mostra como os componentes relacionam-se entre si. Visualizamos, como em uma engrenagem, como se dá o fluxo das informações entre o Oraculous e as partes que estão ao seu redor. Cada uma dessas partes fornece e/ou recebe as informações que irão contribuir para o encontro de pessoas com interesses similares e o aprendizado do indivíduo. O Oraculous interage com os sistemas clientes recebendo requisições de combinação social, e retornando grupos de indivíduos que combinam segundo os critérios dados por Silva (2009), revisitado por Felício, Motta e Oliveira (2014).

A visão pormenorizada ou detalhada deste modelo é o aprofundamento do mecanismo de combinação social, denominado de modelo de processo cognitivo, de acordo com as teorias de aprendizagem descritas na seção 2.2. Os casos de interesses identificados são as 8(oito) abordagens do modelo de processo cognitivo vinculados a essas teorias de aprendizagem. Inicialmente, justifica-se a similaridade, através da Teoria de Kelly (KELLY, 2003), Psicologia dos Constructos Pessoais, e seus desdobramentos, que explica em termos de aprendizagem o porquê de encontrar pessoas com interesses similares e de mensurar o grau de semelhança entre o indivíduo e seus pares; os seus desdobramentos contam com os corolários da Construção, Sociabilidade e Comunalidade ou Similaridade, revisitado por Felício, Motta e Oliveira (2014). Para mensurar o grau de semelhança entre o indivíduo e as pessoas com interesses similares é utilizado o coeficiente de Pearson, Equação 2.15, demonstrado a seguir :

$$r = \frac{\sum_i^n = (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i^n = (x_i - \bar{x})^2(y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.15)$$

Onde: r = coeficiente de Pearson; x = usuário alvo; y = outros usuários.

O conjunto  $x$  contém os interesses do usuário que será avaliado. Ele pode ser construído de acordo com o escopo desejado, considerando o interesse informado por esse usuário. O conjunto  $y$  contém os interesses dos usuários a serem comparados com o usuário avaliado.

Para outros aspectos abordados no modelo, como a aprendizagem por observação, utiliza-se o conceito de aprendizagem Vicariante apontado por Bandura (1989), em que a observação do comportamento do outro viabiliza a aquisição do conhecimento. A interação social expressa de forma escrita em redes sociais está baseada no conceito de Zona de

Desenvolvimento Proximal (ZDP), elaborado por Vygotsky (2001). A ZDP é a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade de resolver problemas independentemente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de um problema com ajuda de alguém, ou através da colaboração com outras pessoas. Para Vygotsky, o aprendizado ideal ocorre quando a pessoa recebe *input* linguístico de nível imediatamente superior ao dela. Assim, o desenvolvimento potencial deste indivíduo, ainda não completou o processo, pois são conhecimentos fora de seu alcance atual, embora potencialmente atingíveis. Diante do exposto, o modelo de processo cognitivo, Oraculous, propõe que esses conhecimentos podem ser construídos com a ajuda de seus pares, através da combinação social. As diversas formas de encontrar pessoas, sustentadas por cada uma das teorias de aprendizagem relacionadas, implicaram a formulação matemática do modelo de processo cognitivo, descrito a seguir. O detalhamento de cada uma das abordagens está em (FELÍCIO; MOTTA; OLIVEIRA, 2014).

$$P = \{p_i \mid p_i \in B \text{ e } x_i \in (A \cap B) \forall i \in N\} \quad (2.16)$$

Onde:

P = conjunto de pares;

$p_i$  = é um par, se o seu interesse combinar com o interesse da **pessoa avaliada**.

$x_i$  = é o artefato vinculado a *tag*<sup>11</sup> da **pessoa avaliada** (*usuário alvo*);

A = **pessoa avaliada** (*usuário alvo*) e seus interesses vinculados a *tag*;

B = **outras pessoas** (*outros usuários*) e interesses vinculados a *tag*.

No âmbito dessa pesquisa, o Oraculous foi revisitado. No aspecto do modelo, a alteração está na reformulação para um entendimento melhor do modelo matemático, definido na Equação 2.16. Foi feito um recorte do escopo do modelo, para os interesses em questão apontados pelo indivíduo, calculando opcionalmente a similaridade. Já em relação à ferramenta, houve uma grande alteração, devido a descontinuidade do *framework*<sup>12</sup> utilizado na primeira versão, Turbogears<sup>13</sup>. Na versão atual, foi utilizado o *framework* Web2py<sup>14</sup>, cujas funcionalidades focam apenas no escopo desta pesquisa. Por outro lado,

<sup>11</sup> *Tag*: é uma etiqueta, que categoriza um conjunto de interesses. Nesse caso, é a utilizada para busca dos pares

<sup>12</sup> *Framework* (ou biblioteca): em desenvolvimento de software embora para alguns tenha o mesmo significado de biblioteca, possui suas especificidades, é uma abstração que une códigos comuns entre vários projetos de software, provendo uma funcionalidade genérica, assim como as bibliotecas, mas envolve o desenvolvimento de toda aplicação, pois permite que os desenvolvedores não se preocupem com funcionalidades comuns, como segurança da aplicação, em que o usuário precisa informar senha para entrar, por exemplo. A biblioteca, contudo, fica destacada da aplicação não se envolve no seu fluxo, apenas é utilizada quando chamada dentro de alguma funcionalidade.

<sup>13</sup> Turbogears: é um *framework* para desenvolvimento de aplicações Web na linguagem de programação Python, utilizando arquitetura MVC(Model-View-Control).

<sup>14</sup> Web2py: é um *framework* para desenvolvimento de aplicações Web na linguagem de programação

houve um acréscimo significativo com relação ao cálculo de similaridade, incluindo a Distância Euclidiana<sup>15</sup> e fuzzy, disponíveis nos Anexo B e Apêndice J, respectivamente, como opção parametrizada pelo usuário, bem como se essa análise será para todos os interesses ou apenas para o interesse que motivou a inclusão do par na rede de pares. Esses algoritmos foram incluídos, para que em trabalhos futuros possam ser avaliados por parte dos usuários, em relação às suas expectativas.

---

Python, utilizando arquitetura MVC(Model-View-Control), que procura manter a compatibilidade com versões anteriores, motivo pelo qual foi escolhido para desenvolvimento dessa nova versão do Oraculous.

<sup>15</sup> Distância Euclidiana:  $D(x, y) = \sqrt{\sum_i^n (x_i - y_i)^2}$

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Como passou-se da era da informação para era das conexões sociais, em que redes virtuais fazem parte da rotina da maioria das pessoas, mesmo sabendo que ainda existem pessoas que preferem não participar de nenhuma rede social virtual, de alguma forma ela participa de redes sociais presenciais, nem que seja apenas familiar em alguma fase de sua vida.

Dentro do escopo dessa pesquisa, há interesse em observar as redes virtuais. Embora algumas conclusões possam transcender do mundo virtual para o presencial, esse último não faz parte desse escopo.

Em trabalhos iniciais envolvendo redes sociais e, especialmente, a análise dos dados dos sistemas de combinação social, foi utilizada a matemática tradicional que é determinística; por isso, o presente trabalho amplia a avaliação desses dados utilizando a lógica fuzzy, por contemplar a natureza humana, permitindo que outros aspectos sejam identificados. Diante disso, destaca-se a seguinte questão de pesquisa: **Como melhorar a qualidade do mecanismo de combinação social na Internet, através da Teoria Social Cognitiva e da aplicação dos conjuntos fuzzy?**

Supõe-se que ao aplicar a lógica fuzzy em um modelo que envolve aspectos ligados ao comportamento humano quando interage com outra pessoa, serão identificados padrões que poderiam nos auxiliar a responder a questão de pesquisa descrita anteriormente, bem como promover a melhoria contínua do Oraculous, apresentado na seção 2.7, mecanismo de Combinação social, que é o objeto de estudo desta pesquisa.

As variáveis de pesquisa são os pilares do mecanismo Oraculous: observação, interação social e formação de redes de pares, além das características encontradas no modelo de qualidade de software NBR ISO/9126-1 (2003): usabilidade, funcionalidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade<sup>1</sup> e portabilidade.

Esse trabalho envolve também o aprendizado dentro das redes sociais, das teorias cognitivas que implicam nesse aprendizado, incluindo a área da Engenharia de Software que cobre todo um estudo sobre a qualidade de software. Além disso, o trabalho tangencia vários mecanismos que contribuem para a interação social, como os mecanismos de reputação, que avaliam as pessoas e oferecem uma classificação de algum aspecto de seu comportamento dentro de uma rede social, dando credibilidade sobre o que explicita dentro de seu ambiente virtual. As áreas tangenciadas, contudo, não serão aprofundadas no presente estudo.

---

<sup>1</sup> Manutenibilidade também é chamada de manutenibilidade, segundo Vieira (2007). Nesse trabalho, são utilizados as duas terminologias.

### 3.2 DELIMITAÇÃO E DESIGN DA PESQUISA

Essa pesquisa amplia as conclusões sobre sistema de combinação social, usando uma matemática mais próxima do raciocínio humano, a lógica fuzzy, e propõe um modelo teórico para melhorar esses sistemas. Para validar esse modelo utilizou-se população, formas de coleta e análise de dados descrita a seguir.

O delineamento da pesquisa utilizado por Silva (2009) e descrito por Campbell e Stanley (1963), chamado *quasi-experimento*, foi fundamental para garantir o rigor científico e ao mesmo tempo levou em consideração o cunho social e educacional.

No presente trabalho, contudo, uma abordagem mais voltada para o mecanismo Oraculous será utilizada, *Design Science Research (DSR)*, que coloca a pesquisa com viés para solução de problemas, através de um artefato. As formas de construção desse artefato, podem ser: um método, um processo, um questionário, uma fórmula analítica, uma escala de classificação, entre outros. A diversidade das formas possíveis para o artefato é empregada no termo *design*, que é a abordagem da pesquisa, segundo (SORDI; AZEVEDO; MEIRELES, 2015). O Quadro 2 mostra os tipos de artefatos de DSR.

**Quadro 2** – Tipos de artefato de DSR

Artefato	Descrição
Constructos	Vocabulário conceitual de um domínio.
Modelos	Conjuntos de proposições ou declarações expressando relações entre constructos.
<i>Framework</i>	Guias reais ou conceituais para servir como suporte.
Arquitetura	Estruturas de sistemas de alto nível.
Princípios de projetos	Princípios e conceitos essenciais para orientar o projeto.
Métodos	Conjuntos de etapas usadas para executar tarefas como conhecimento.
Instanciações	Implementações situadas em ambientes que fazem ou não operações em constructos, modelos, métodos, e outros artefatos abstratos; neste último caso, esse conhecimento permanece tácito.
Teorias de Projetos	Conjuntos de declarações prescritivas sobre como fazer algo para alcançar um determinado objetivo. Uma teoria geralmente inclui outros artefatos abstratos tais como: constructos <sup>3</sup> , modelos, <i>frameworks</i> e arquitetura, princípios de projetos e métodos.

Fonte – (VAISHNAVI; KUECHLER, 2004)

Segundo Vaishnavi e Kuechler (2004), as instanciações são os artefatos materiais e os demais tipos são abstrações. Essas abstrações podem vir acompanhadas das instanciações. Os constructos são conceituações que surgem na formulação do problema de pesquisa e são refinados ao longo dos ciclos de pesquisa de DSR. No caso da presente pesquisa, propõe-se um modelo, o modelo Fuzzy-Oraculous acompanhado da instanciação dele, aplicação de cada etapa, utilizando a análise fuzzy como forma de propor melhorias contínuas no mecanismo Oraculous.

Para Hevner et al. (2004) e Sordi, Azevedo e Meireles (2015), são 7 (sete) diretrizes de uma pesquisa DS:

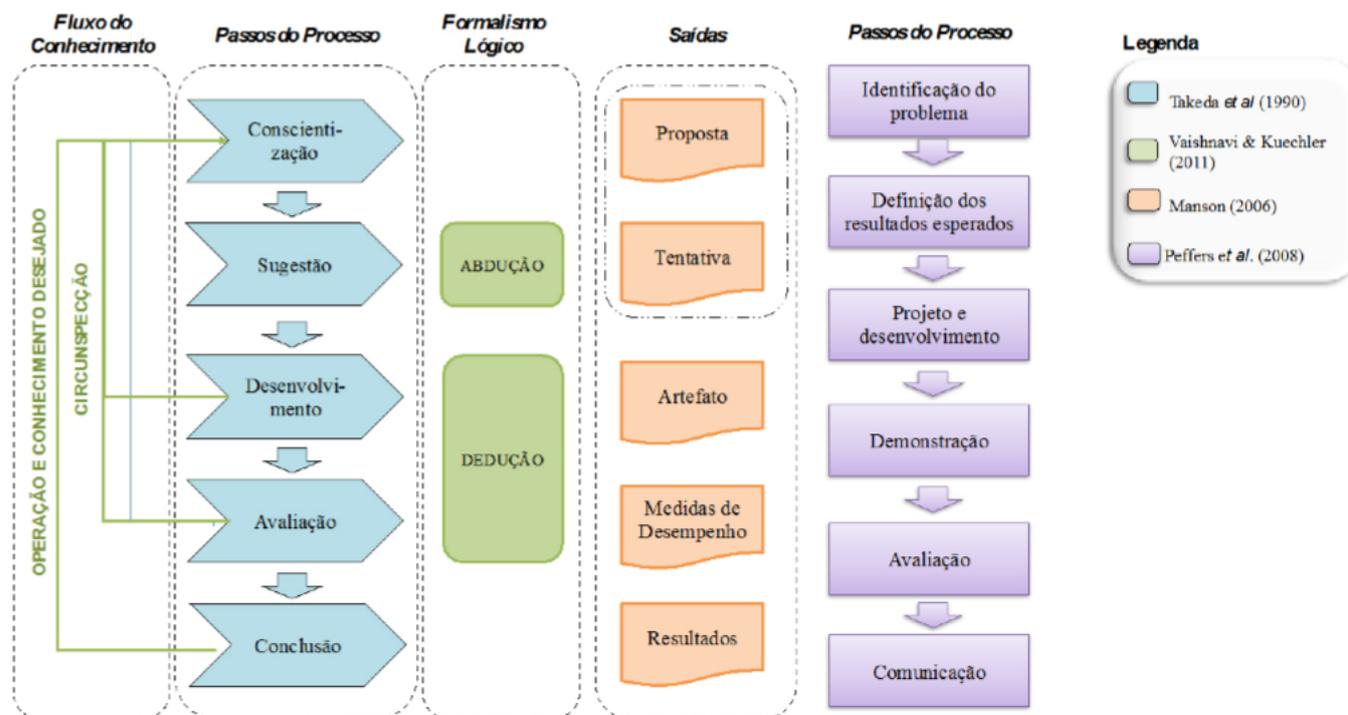
- a) O objeto de estudo deve ser um artefato. No presente trabalho, o objeto de estudo é o mecanismo Oraculous, apresentado na seção 2.7;
- b) O problema abordado pelo artefato deve ser relevante aos participantes. Essa pesquisa avalia o mecanismo Oraculous, fundamentado nas teorias de aprendizagem e no modelo de qualidade de software, NBR ISO/9126-1 (2003), para propor a melhoria da qualidade do Oraculous, através da aplicação da lógica fuzzy;
- c) A avaliação do artefato deve ser rigorosa. O presente trabalho, propõe uma avaliação do mecanismo Oraculous utilizando questionários fundamentados em teorias de aprendizagens e no padrão NBR ISO/9126-1 (2003), que descreve características de qualidade, como: usabilidade, funcionalidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. Utiliza-se como métricas analíticas, a lógica fuzzy para gerar uma tomada de decisão quanto a melhoria da qualidade do Oraculous.
- d) Deve haver contribuição efetiva para a área do conhecimento do artefato. O modelo Fuzzy-Oraculous amplia a aplicação do modelo, utilizando a lógica fuzzy, melhorando a teoria e conceitos aplicados por Silva (2009).
- e) Pesquisa rigorosa. A pesquisa segue a abordagem quali-quantitativa, usando a lógica fuzzy como técnica de análise dos resultados.
- f) Uso eficiente dos recursos. A natureza interativa do processo de projeto permite contínuo retorno as fases de construção, para incrementar a qualidade resultante do objeto de estudo. Os recursos disponíveis são empregados para se alcançar os fins de modo eficiente, satisfazendo todas as leis do ambiente pertinente ao problema, sem efeitos colaterais. Uma pesquisa bem conduzida requer conhecimento tanto do domínio de aplicação quanto do domínio da solução. A própria natureza do modelo Fuzzy-Oraculous, por estar embasado em teorias de aprendizagens e no modelo de qualidade NBR ISO/9126-1 (2003), garante uso eficiente dos recursos disponíveis para alcançar a qualidade do objeto de estudo.
- g) Comunicação dos resultados aos participantes. Os resultados obtidos serão divulgados aos participantes da pesquisa. A descrição desses participantes será apresentada a seguir.

A associação das sete diretrizes da abordagem DS com a presente pesquisa mostra que esse é o delineamento de pesquisa mais adequado para o problema tratado nesse trabalho, que são o modelo cognitivo e a ferramenta, ambos denominados Oraculous, referenciados como mecanismo.

Essa metodologia detalha as etapas que a pesquisa deve seguir. Lacerda et al. (2013)

propôs um resumo das etapas do processo e saída dessa metodologia de acordo com a perspectiva de vários autores, ilustrado na Figura 28.

**Figura 28** – Etapas do Processo, segundo Takeda et al. (1990), Vaishnavi e Kuechler (2004), Peffers et al. (2007) e Manson (2006)



Fonte:(LACERDA et al., 2013)

Além de todo o exposto, o método DSR diferente de outros métodos, como Estudo de Caso e Pesquisa-ação, propõe como resultado a melhoria do artefato ou o aprimoramento de teorias, de acordo com Lacerda et al. (2013) e Dresch, Lacerda e Antunes (2015). O Estudo de Caso e Pesquisa-ação, contudo, propõe explicações, hipóteses ou descrições como resultado. Os resultados obtidos utilizando o método DSR, portanto, vai ao encontro mais uma vez do modelo Fuzzy-Oraculous que resulta em índices para propor a melhoria do mecanismo Oraculous.

A população foi dividida em 3(três) grupos independentes para aplicar os questionários:

- primeiro grupo formado por analistas e técnicos da área computacional, com uma amostra de 20 (vinte) pessoas;
- segundo grupo formado por especialistas da área da cognição com 18 (dezoito) pessoas;
- terceiro grupo combinado entre as pessoas que participaram do primeiro grupo,

do segundo grupo e pessoas que não tinham sido convidadas para a pesquisa, mas que tinham algo em comum, conhecimento avançado da área de Informática.

As etapas de pesquisa são: avaliação do artefato, modelo e ferramenta Oraculous, comparando a lógica tradicional com a lógica fuzzy, proposta de um modelo Fuzzy-Oraculous, e sua melhoria contínua; coleta de dados com utilização de 4(quatro) questionários aplicados em dois momentos da pesquisa, antes e depois do uso do Oraculous; mais 2(dois) questionários aplicados após o uso do Oraculous, pois avalia o grau de importância e de presença dos critérios de qualidade no Oraculous; e análise dos resultados nesses dois momentos, utilizando a lógica fuzzy.

Os 6 (seis) questionários disponíveis do Apêndice A ao Apêndice E são:

- a) 2 (dois) para avaliar os pesos dos especialistas de cada grupo;
- b) 1 (um) para os pilares de combinação social aplicado antes e depois do uso do Oraculous;
- c) 1 (um) para os critérios de qualidade de software do mecanismo Oraculous aplicado antes e depois do uso do Oraculous;
- d) 1 (um) de importância desses critérios de qualidade de software, e;
- e) 1 (um) de presença desses mesmos critérios de qualidade de produto de software na ferramenta Oraculous.

A grande dificuldade do presente estudo foi motivar pessoas a responder os questionários corretamente. Para isso, foram enviados inicialmente cartas convites para o email de cada participante, bem como o email lembrando do término dos prazos. Os emails para participar da primeira e segunda etapas da pesquisa estão disponíveis nos Apêndice G e Apêndice I, respectivamente.

Essa pesquisa trata de aspectos sociais envolvendo seres humanos, o que torna difícil a delimitação de uma única variável ou um conjunto de variáveis, mesmo se fosse colocado um grupo de pessoas interagindo dentro de um laboratório e fosse observado esse conjunto de variáveis, há risco, portanto, de desconsiderarmos alguma variável fundamental para uma conclusão mais precisa.

### 3.3 ASPECTOS ÉTICOS ENVOLVIDOS NA PESQUISA

A pesquisa foi conduzida conforme a ética que envolve as competências dos profissionais da área de Informática, cientes de que estes são impactados e impactam os resultados de alguma forma pelas suas participações, principalmente pelo fato de se observar as questões cognitivas, que são subjetivas e influenciadas pelo emocional desses participantes.

Houve uma preocupação em separar uma amostra em que os conhecimentos estivessem nivelados de acordo com as áreas dos respectivos grupos de pessoas participantes da pesquisa. No primeiro grupo, participaram pessoas de várias subáreas relacionadas à área de Informática, como: redes, governança, desenvolvimento e outras, por se tratar de uma pesquisa em que se deseja avaliar aspectos técnicos relacionados a qualidade de software. No segundo grupo, participaram pessoas com um objetivo em comum, pesquisa na área da cognição, mas atuantes em diversas áreas do conhecimento, como: Pedagogia, Informática, Engenharia, Educação e outras. O terceiro grupo, foi combinado com algumas pessoas do primeiro e do segundo grupo e pessoas que não tinham sido incluídas em nenhum desses dois grupos, mas todas com conhecimentos ou experiências avançadas na área de Informática. Não houve preocupação com a idade e nem o sexo dos participantes, pois não seria relevante para os resultados da pesquisa.

## 4 APRESENTAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, a primeira seção, seção 4.1, propõe a apresentação do modelo. A segunda seção, a seção de análise de resultados com dados anteriores, seção 4.2, destaca-se o comparativo entre a lógica fuzzy e a lógica tradicional, utilizando os resultados da pesquisa analisados por Silva (2009), que fez uso apenas da lógica tradicional<sup>1</sup>. A seção 4.3 mostra as etapas de aplicação da metodologia *Design Science* (DS). A seção 4.4 trata da aplicação do modelo Fuzzy-Oraculous e são apresentadas as análises dos resultados obtidos, focando no objetivo do presente estudo, melhoria do mecanismo Oraculous, tanto na perspectiva teórica quanto prática, utilizando apenas a lógica fuzzy.

O modelo Fuzzy-Oraculous possui duas perspectivas que merecem apresentação em detalhes. A primeira está relacionada ao modelo Oraculous, a parte teórica envolvida neste modelo; por isso, trata-se de uma parte mais abstrata. As teorias de aprendizagem e suas correlações com fuzzy são as bases fundantes para a descrição dessa perspectiva. O objetivo desta parte é justificar as correlações entre a lógica fuzzy e o modelo Oraculous. A segunda está relacionada com a parte prática do modelo e envolve o software desenvolvido, em que se utilizou dos fundamentos dos modelos de qualidade de produto de software juntamente com a teoria fuzzy para descrever esse outro panorama do modelo Fuzzy-Oraculous. A descrição da parte prática está relacionada com a implementação do modelo em uma ferramenta com o mesmo nome do modelo, Oraculous, desse modo, mostrando o modelo na prática, e utilizando fuzzy para propor a melhoria contínua desse mecanismo.

A aplicação da teoria fuzzy consiste, portanto, em dois desdobramentos neste trabalho, seguindo as mesmas perspectivas da apresentação do modelo Oraculous por Silva (2009), com os devidos recortes descrito na seção 2.7. A primeira totalmente abstrata e teórica e a segunda a aplicação prática, em uma fusão que causa ressonância entre o fuzzy e o Oraculous, como já estivessem interligados desde de suas concepções, sendo a lógica fuzzy a peça que faltava para que o sistema Oraculous funcionasse ou mesmo que fosse comprovado em sua plenitude. Utilizando para isso, o método de coleta de dados como o questionário e uso do mecanismo para obtenção e análise de resultados. Nesta aplicação do modelo através do questionário, utiliza-se os pilares do modelo Oraculous (observação, interação social e formação de rede de pares) para uma análise da parte teórica; e as características encontradas na norma de qualidade de produto de software NBR ISO/9126-1 (2003) para uma análise da parte prática.

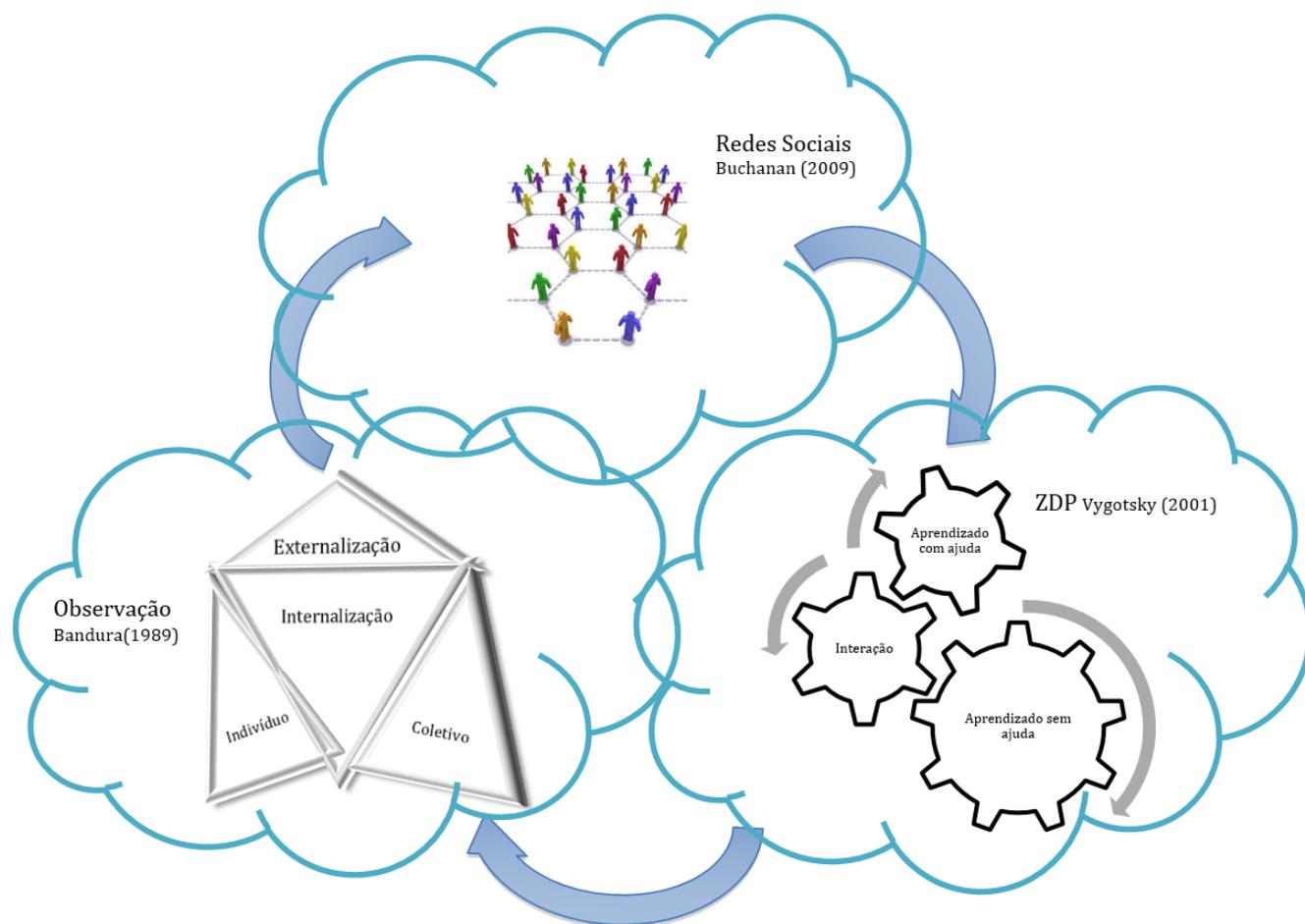
---

<sup>1</sup> Após o início do presente estudo, utilizou a lógica fuzzy e o comparativo entre esses dois universos matemáticos, obtendo outras conclusões, em que se observa a motivação da utilização de uma lógica matemática diferenciada, a fuzzy.

#### 4.1 APRESENTAÇÃO DO MODELO FUZZY-ORACULOUS

O Oraculous, como já foi descrito na seção 2.7, é um sistema de combinação social que encontra pessoas com interesses similares e se utiliza das redes sociais como fonte de pesquisa para aprimorar o processo cognitivo de seus usuários.

**Figura 29** – Modelo Fuzzy-Oraculous Teórico Abstrato



**Fonte:**Elaboração própria

Reconhecemos que o conhecimento flui através do Oraculous, enquanto o usuário obtém acesso a coleções semânticas de pares pela navegação. O sistema de três elementos estruturais, pilares do sistema de combinação social Oraculous, permite a interação de vetores funcionais gerados a partir da observação e das interações sociais inscritas nos códigos do Oraculous, como mostra a Figura 29.

Como função cognitiva superior, a observação humana é modulada por processos atencionais e difere significativamente de qualquer busca automatizada impulsionada por *tags* (ou categorizações) semânticas. Sua complexidade é justificada por indeterminações

não lineares, aleatoriedade aparente, típica de critérios qualitativos e de julgamentos. A observação é um processo central no Oraculous. Depende da apresentação dos objetos disponibilizados pela interface desse software com o usuário. Reflete um equilíbrio de regras codificadas e uma margem de liberdade para as ações do usuário previstas pelo sistema. Se a observação é um dos principais eixos para a reestruturação cognitiva referida por Bandura (1989), conclui-se que a potencialização do conhecimento no Oraculous é submetida a forças graduadas representadas por interferências ditadas pelo motor Oraculous e pelo usuário. Neste contexto, é justo concluir que as redes sociais no Oraculous são consequências do reconhecimento de afinidades realizadas por um sistema híbrido máquina/usuário auto-organizado.

De acordo com as visões naturalistas prevalentes, segundo Schultz e Schultz (2014), a aquisição do conhecimento e/ou o processo de aprendizagem são modulados, em níveis individuais, por uma combinação de eixos biológicos inatos, biográficos e culturais. Esses complexos processos embutem as subjetividades e, desta forma, qualificam nossa observação de coisas ou objetos, circunscrevendo mapas conceituais de coisas relacionadas (ou objetos) e suas contextualizações funcionais. Os objetos são núcleos centrais da aprendizagem objetiva.

De acordo com Heidegger (1987), o objeto (a coisa) pode ser interpretado em um sentido estreito ou em um sentido amplo. É mais fácil usar o sentido estreito, pois se fundamenta em bases mais objetivas e imediatistas. No Oraculous, um objeto referencial é expresso usando termos semânticos determinados por usuários. A identificação de semelhanças entre coleções de objetos reside apenas em critérios semânticos, um sentido estreito típico de sistemas artificiais. Quando gerido cognitivamente, no entanto, objetos são construções mentais em constante conceitualização, dinâmico e plástico. As construções mentais no Oraculous são assinadas por indivíduos, mas o processo individual de significação se desenvolve com a ajuda dos pares, que se envolvem no processo de aprendizagem individual. É equivalente dizer que, enquanto o processo de objetificação semântica caracteristicamente reduz nossas construções de aprendizado cognitivo internalizadas a esboços formais, o sistema Oraculous possibilita um resgate, em algum nível, de sua riqueza conceitual e epistemológica através das combinações sociais. O usuário e seus pares são impulsionadores, qualificadores e intensificadores do processo de aprendizagem estabelecidos em nossos objetos cognitivos ou de conhecimento.

A comunicação *peer-to-peer*, **síncrona**<sup>2</sup> ou **assíncrona**<sup>3</sup>, não é implementada no Oraculous. Não há nenhum módulo de bate-papo, por exemplo. Os usuários são *tags*

<sup>2</sup> **Síncrona:** comunicação em tempo real, que pode ser estabelecida através de ferramentas como bate-papo, por exemplo.

<sup>3</sup> **Assíncrona:** comunicação que não apresenta sincronismo, está associada com disponibilidade do indivíduo que envia e o indivíduo que recebe a mensagem. As ferramentas que implementam essa comunicação são o email ou o fórum, por exemplo.

para as coleções de objetos individuais, os elementos centrais, invertendo os modelos prevalecentes, nos quais a centralidade sobre os sujeitos é a regra, em que os interesses são apresentados como *tags*. O Oraculous funciona como um observatório das coisas, através do qual se pode seguir as atividades dos colegas, e visitar seus objetos de interesse. Destacando este aspecto é o acesso do usuário a redes sociais de segunda ordem, correspondentes às redes de pares. Essas referências indiretas ampliam o repertório de fontes potenciais para objetos de interesse e aprendizagem consequente. O conceito cunhado por Vygotsky (2001), Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD), está bem representado neste modelo da seguinte maneira: a consolidação de novos passos de desenvolvimento é promovida pela ajuda individual direta, bem como pelos insights<sup>4</sup> derivados da monitorização passiva.

O modelo de combinação social abstrato apresentado na Figura 29 ressalta a noção de que o processo de aprendizagem é iterativamente cíclico, é governado por ajustes contínuos de avaliações subjetivas, ancorados na observação de pares representados por seus objetos de interesse, alimentando definições individuais subjetivas e objetivas e continuamente atualizando seus mapas de conhecimento. O processo de aprendizagem é dominado por julgamentos baseados na avaliação relativa. Isso explica por que é também caracteristicamente resistente a definições e aplicações precisas de conhecimento. O registro gerado pelo Oraculous irá inevitavelmente refletir, em algum nível importante, os aspectos não-lineares das ações humanas na interface de aprendizagem. Diante disso, a lógica fuzzy é uma tentativa promissora para entender e avaliar esses aspectos não-lineares nesse movimento cíclico promovido pela observação.

A semiótica<sup>5</sup> da teoria fuzzy substancia a compreensão do modelo Fuzzy-Oraculous em vários níveis conceituais: a ação de observar, a comunicação visual através da observação do que os pares estão fazendo dentro da rede social e a construção das relações sociais em torno de um objeto cognitivo, à medida que em um primeiro momento dissociamos esses níveis para realizar uma avaliação individual de acordo com a teoria fuzzy, para em seguida, unirmos todos os níveis, aplicando o sistema fuzzy, de modo coerente com o que foi apresentado inicialmente, como proposto pelo modelo Fuzzy-Oraculous, mostrado na Figura 30<sup>6</sup>. A aplicação desses níveis foi feito através dos questionários de influência

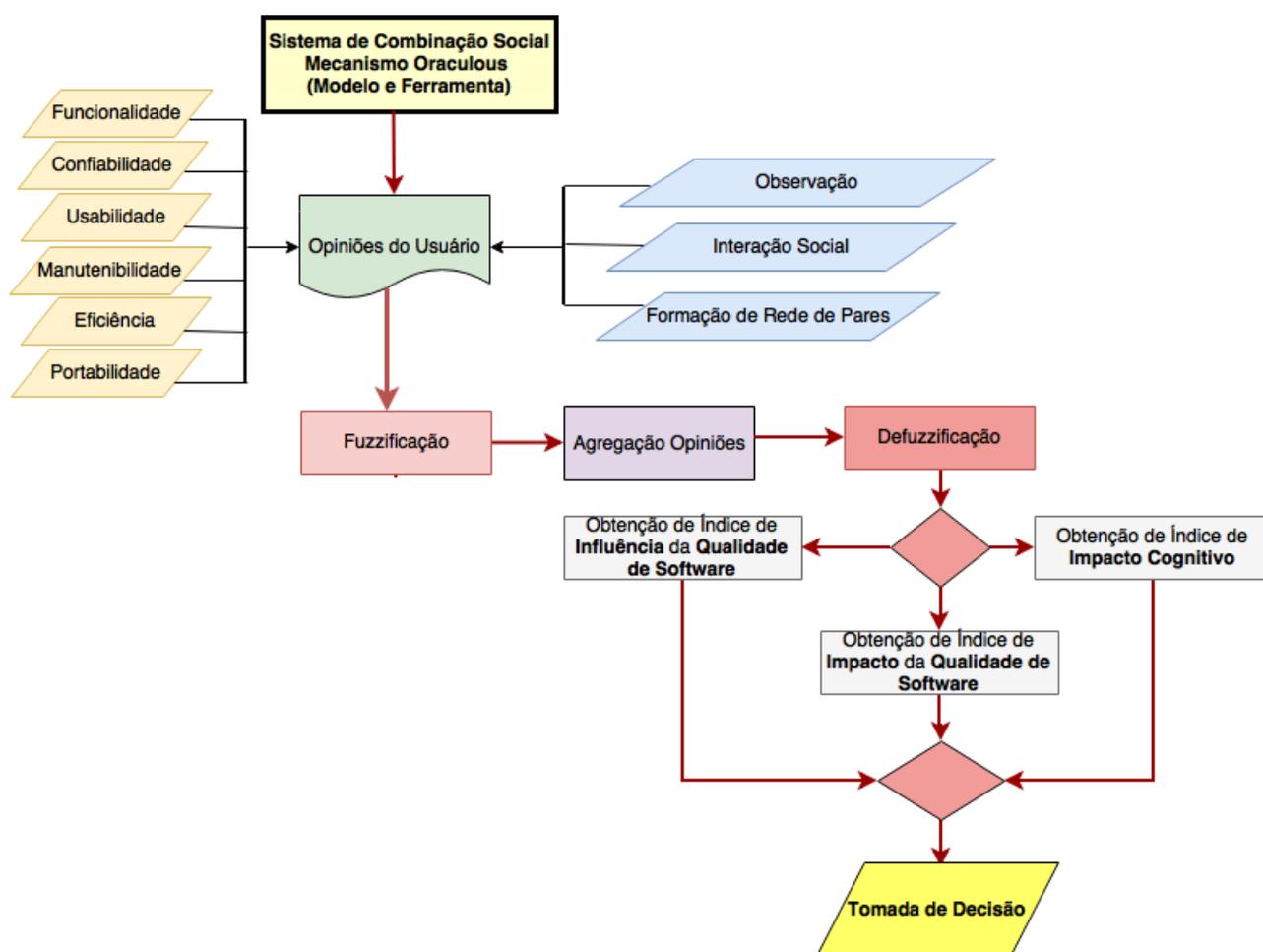
<sup>4</sup> **Insights**, segundo o dicionário, significa: 1) clareza súbita na mente, no intelecto de um indivíduo; iluminação, estalo, luz, 2) compreensão ou solução de um problema pela súbita captação mental dos elementos e relações adequados e 3) capacidade de avaliar de modo objetivo o próprio comportamento; autoconhecimento. Observação: Esse termo embora seja de origem inglesa não foi colocado em itálico por estar adicionado ao dicionário da língua portuguesa.

<sup>5</sup> **Semiótica**, segundo o dicionário: 1) teoria geral das representações, que leva em conta os signos sob todas as formas e manifestações que assumem (linguísticas ou não), enfatizando especialmente a propriedade de convertibilidade recíproca entre os sistemas significantes que integram; 2) estudo dos fenômenos culturais considerados como sistemas de significação, tenham ou não a natureza de sistemas de comunicação; semiologia.

<sup>6</sup> Foi utilizado para representação deste modelo o **fluxograma**, uma forma de representar a sequência de passos executados por um determinado programa na programação estruturada. Atualmente, este tipo de diagrama não é mais usual dentro da Engenharia de Software, segundo Pressman (2002). Neste trabalho, adotou-se as notações deste tipo de diagrama para representar o modelo proposto, pela sua

de um nível sobre o outro e pode ser visto em detalhes na seção 4.4. As respostas desses questionários foram consideradas como os valores de entradas do sistema fuzzy, explicado na subseção 2.4.7. Em seguida, passou por um processo de fuzzificação e, por fim, defuzzificação, a fim de calcular um índice de impacto cognitivo que esses níveis ou pilares da combinação social podem ter sobre o indivíduo, promovendo a tomada de decisão para uma melhoria contínua do modelo Oraculous.

**Figura 30** – Modelo Fuzzy-Oraculous



Fonte:Elaboração própria

A perspectiva prática segue o viés utilizado na teoria, propondo um modelo fuzzy a ser aplicado a ferramenta Oraculous para avaliar indicadores de qualidade, com objetivo de melhorias futuras. Apenas os recursos que podem nos ajudar em futuras medições foram

---

simplicidade. De modo geral, cada figura utilizada possui o seguinte significado: o retângulo representa uma execução de uma atividade, o retângulo cuja base é uma linha curva indica o documento usado no processo, retângulo com barras laterais na diagonal representa as variáveis de entrada e saída, o losango representa uma decisão e as setas representam os fluxos. O software *Draw-io* foi utilizado para desenhar esse fluxograma. O diagrama fica disponível na Web na conta pessoal do usuário. Este software está disponível em <<https://www.draw.io>>.

extraídos de padrões específicos de qualidade de software. Assim, a lógica fuzzy possibilitará ajustes na ferramenta, a partir de padrões de qualidade de software conhecidos.

As motivações de utilização da lógica fuzzy ao invés da lógica tradicional serão aprofundadas na seção 4.2 ao fazer o comparativo entre a lógica tradicional e a lógica fuzzy, utilizando os resultados iniciais obtidos por Silva (2009). Extraíu-se os conceitos fundamentais da lógica fuzzy que estão intimamente vinculados ao raciocínio humano, e se associaram adequadamente com a proposta do Oraculous, já que a cognição é um elemento fundamental dessa proposta, algo totalmente impreciso; por isso, apenas uma matemática que avalia qualitativamente as proposições de forma imprecisa poderia ser inserida neste modelo de processos cognitivos.

O modelo fuzzy proposto baseia-se na norma NBR ISO/9126-1 (2003) e no modelo de Boente (2013), que se refere à qualidade de produto de software. Já a ferramenta de combinação social fornece os recursos que devem ser avaliados pelo usuário.

Avaliar a eficácia do Oraculous é um desafio previsível quando comparado aos sistemas de redes virtuais mais usuais para a aprendizagem. Tornou-se especialmente evidente quando se considera a aplicação de software de qualidade tradicional para o modelo em questão. Em relação ao Oraculous, é necessário levar em conta que ele intrinsecamente oferece graus instrumentais de liberdade para o usuário, permitindo julgamentos e demandas independentes do usuário, valores qualitativos embutidos em termos semânticos que representam os objetos de interesse em conjuntos  $x$  e  $y$ , e nos critérios subjetivos do usuário, entre outras propriedades. Um sistema de avaliação de software encapsulado na lógica clássica anuncia claramente suas limitações dentro do Oraculous. Uma alternativa promitente seria uma estrutura lógica baseada em conjuntos fuzzy, que por definição leva em conta imprecisões e rótulos qualitativos, apresentando um repertório de ferramentas para manipular matematicamente esses desvios.

O uso da lógica fuzzy resulta em respostas mais próximas ao raciocínio humano, considerando emoção, intuição, pensamento e/ou ideia, porque usa o grau de adesão em relação à cada termo linguístico dentro do contexto da variável linguística. Esse grau de adesão é um conjunto de valores que representa uma gradação entre o não e o sim. Enquanto, a lógica convencional ou a lógica tradicional, usada por Silva (2009), dá uma visão mais determinista, pois cada resposta tem uma precisão de não ou, exclusivamente, sim.

Recorre-se a qualidade de software em busca de padrões que possam ser utilizados para uma avaliação da parte implementada do Oraculous, para isso, tomou-se como base os conceitos citados na norma NBR ISO/9126-1 (2003), para elaboração de questionários. Após a aplicação desses questionários as opiniões dos usuários são levantadas e são sujeitas a um processo de fuzzificação. Na fuzzificação, é realizado o mapeamento do domínio de números reais, em geral discretos, para o domínio fuzzy. Finalmente, os dados são defuzzificados

(um processo do valor de saída da variável linguística inferida por regras difusas, que é traduzido em um valor discreto, e será identificado como valor *crisp*, (SIMÕES; SHAW, 2007), a fim de obter indicadores de qualidade da ferramenta Oraculous, bem como a tomada de decisão sobre as melhorias dessa ferramenta.

Os conceitos utilizados para coletar as opiniões atendem às demandas de avaliação da qualidade do Oraculous. Cada característica avaliada, portanto, constitui uma questão objetiva. As perguntas podem ser classificadas como listadas abaixo e se referem a uma ou mais características NBR ISO/9126-1 (2003), conforme ilustrado na Figura 25, na seção 2.5. A aplicação dessas perguntas através de questionários será detalhada mais adiante na seção que trata da aplicação desse modelo, seção 4.4. A seguir são relacionados alguns exemplos para uma ideia de como foi elaborado cada pergunta dos questionários, visando sempre as características desta norma.

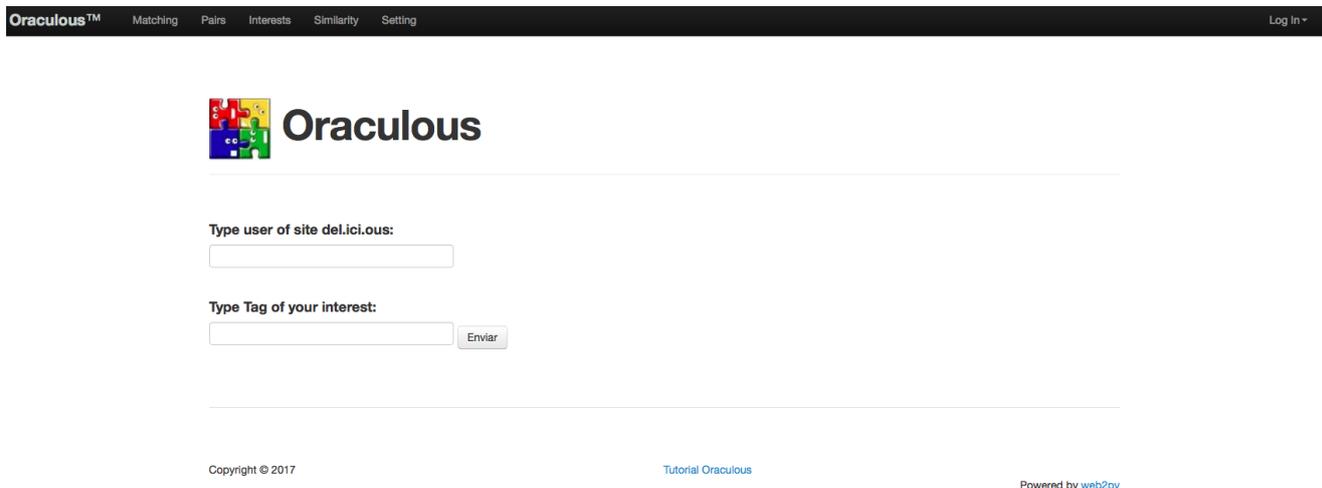
- a) **Funcionalidade:** As propriedades do modelo Oraculous satisfazem as necessidades do usuário? Relacionada às subcaracterísticas: adequação e conformidade.
- b) **Confiabilidade:** O Oraculous é capaz de manter seu nível de desempenho, ao longo do tempo, nas condições estabelecidas? Relacionada à subcaracterística: maturidade.
- c) **Usabilidade:** O Oraculous favorece a compreensão de seus conceitos? Relacionada às subcaracterísticas: compreensibilidade e aprendizado.
- d) **Eficiência:** A quantidade de recursos utilizada atende às necessidades do usuário? Relacionada à subcaracterística: comportamento do recurso.
- e) **Manutenibilidade:** O mecanismo Oraculous apresenta efeitos inesperados após modificações? Relacionada à subcaracterística: estabilidade.
- f) **Portabilidade:** É adaptável a novos ambientes? Relacionada às subcaracterísticas: adaptabilidade e conformidade.

No processo de Fuzzificação e Defuzzificação, algumas operações se relacionam com os conceitos da Teoria dos Conjuntos Fuzzy apresentados na subseção 2.4.5, bem como os conceitos de intervalos das variáveis que permitem um aumento no repertório de respostas às perguntas anteriores. Este processo é mais adequado ao raciocínio humano, como mencionado anteriormente.

#### 4.1.1 A ferramenta Oraculous

Nesta seção, é apresentada a ferramenta Oraculous, mostrada na Figura 31 com todos os recursos de desenvolvimento de software utilizados, bem como as suas funcionalidades.

Figura 31 – A ferramenta Oraculous



Fonte: Elaboração Própria

É importante ressaltar que o Oraculous utiliza a base de dados do Delicious, um *social bookmarking*<sup>7</sup>, uma rede social que permite que o usuário adicione seus interesses favoritos, através da adição de endereços de documentos, vídeos, imagens, apresentações e outros objetos de conhecimento, categorizados como *tags*, permitindo ou não que outros usuários visualizem seus objetos de conhecimento.

O Delicious foi escolhido devido à maneira que foi desenvolvido, permitindo rastrear no seu código as informações necessárias e as pessoas que referenciam esses endereços, através das *tags*. Outros sistemas desse tipo utilizam imagens que dificultam o rastreamento dessas informações importantes para o Oraculous, como é o caso do StumbleUpon, Pinterest e outros. De qualquer forma, é importante ressaltar que outras bases de dados até mesmo o próprio Oraculous poderiam ser utilizadas para combinar os pares.

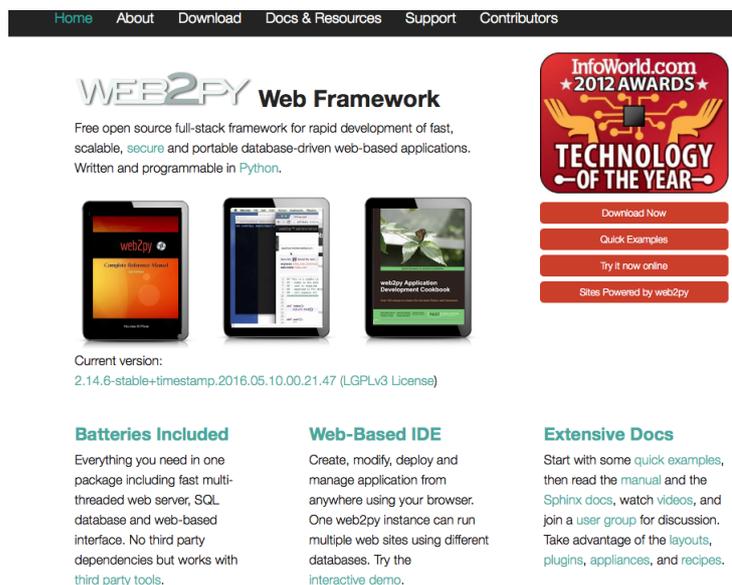
O Oraculous foi desenvolvido utilizando o *framework* Web2Py, mostrado na Figura 32, como descrito na seção 2.7, esse *framework* foi escolhido por permitir uma compatibilidade entre as versões, algo que não foi possível com o *framework* Turbogears, utilizado na versão inicial do Oraculous, por Silva (2009).

As funcionalidades do Oraculous, segundo Felício e Boente (2015), é mostrado a partir do diagrama de Caso de Uso da UML<sup>8</sup>

<sup>7</sup> **Social bookmarking:** são serviços e ferramentas que têm por finalidade representar e organizar recursos da Web de modo colaborativo para o seu fácil acesso e compartilhamento. É parte importante da chamada Web 2.0 e suas funções estão intimamente relacionadas ao conceito de "Social Tagging" (etiquetagem social) e folksonomia, (RICCI et al., 2011). **Folksonomia** é a maneira de indexar informações, através das *tags*. (GOLDER; HUBERMAN, 2005)

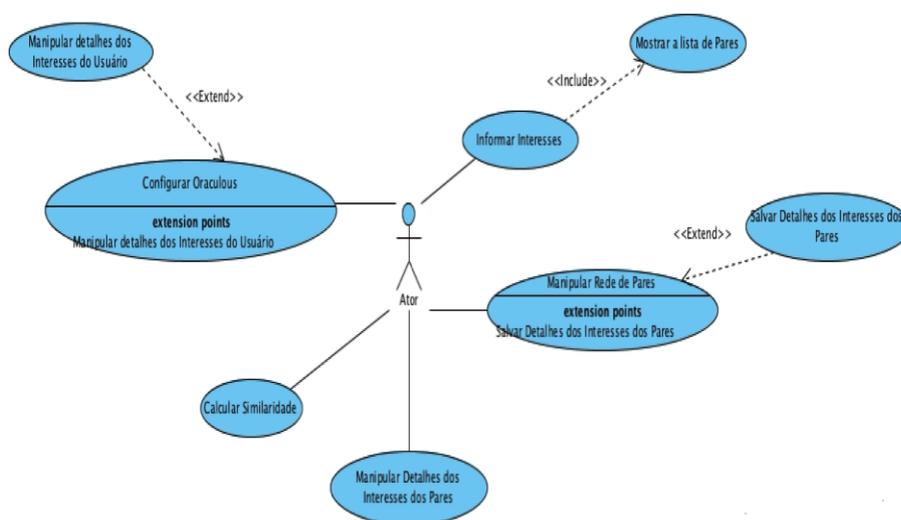
<sup>8</sup> Segundo Fowler (2005) e Booch, Rumbaugh e Jacobson (2000), **UML (Unified Modeling Language)** é uma linguagem de modelagem unificada composta por uma família de notações gráficas,

Figura 32 – Framework Web2Py



Fonte: <<http://www.web2py.com>>

Figura 33 – Diagrama de Caso de Uso do Oraculous



Fonte: (FELÍCIO; BOENTE, 2015)

- a) **Combinação:** esta função busca no *site* do Delicious os indivíduos que postaram endereços de outros *sites* associados a uma *tag*, que, neste trabalho, classifica um conjunto de interesses. Permitindo que o usuário os inclua na sua rede de

apoiada por um metamodelo único, que ajuda na descrição e no projeto de sistemas de software, bem como para visualização, especificação, construção e documentação de artefatos que façam uso de sistemas complexos de software.

pares. Para realizar um estudo sobre esse algoritmo de pareamento deveria haver comparações entre outros algoritmos existentes. Vale ressaltar, portanto, que no âmbito desta pesquisa, o algoritmo de pareamento desenvolvido não é o objeto de estudo, como pode ser observado em todo o desenvolvimento deste trabalho.

- b) **Pares:** esta funcionalidade permite visualizar a rede de pares cadastrada, a partir dos interesses classificados por *tag* de um indivíduo dentro do Delicious e importados para dentro do Oraculous. Assim, é possível cadastrar os interesses de cada par da rede.
- c) **Detalhes dos Interesses dos Pares:** esta funcionalidade permitirá que o usuário visualize o conjunto de interesses por *tag* importado do Delicious para Oraculous.
- d) **Cálculo de Similaridade:** esta funcionalidade permite que seja calculado a similaridade entre os pares da rede, utilizando a correlação de Pearson, disponível no Anexo A, ou a distância Euclidiana, mostrada na nota de rodapé da seção 2.7, ou o algoritmo fuzzy, encontrado no Apêndice J. Para isso, deve existir interesses em comum cadastrados. A visualização desses interesses é feita através da funcionalidade descrita anteriormente. Da mesma maneira que a funcionalidade "Combinação" descrita acima, não faz parte do âmbito desta pesquisa aprofundar as comparações entre esses algoritmos de similaridades, por isso, um estudo como esse é proposto como trabalho futuro.

## 4.2 LÓGICA TRADICIONAL E LÓGICA FUZZY

Nessa seção, serão apresentados apenas o recorte do delineamento da pesquisa e as análises dos dados que foram fuzzificados para que as afirmações e as conclusões da lógica tradicional sejam revistas ou mesmo para que novas conclusões sejam acrescentadas, como discutido por Felício et al. (2014).

A hipótese que norteou os primeiros trabalhos sobre o Oraculous e a lógica fuzzy, de acordo com Felício et al. (2014), fez uma avaliação inicial dos indivíduos que participaram da pesquisa de Silva (2009).

**Hipótese:** a aplicação da lógica fuzzy nos dados obtidos com o teste cognitivo, pré-teste e pós-teste, antes e depois do uso da ferramenta de combinação social, possibilitará novas conclusões dos grupos que participaram da pesquisa de Silva (2009).

Para se avaliar essa hipótese foram utilizados os resultados obtidos na dissertação de Silva (2009) com testes cognitivos sobre o assunto *microblogging*, em que participaram da pesquisa efetivamente até a conclusão 27 (vinte e sete) pessoas. As variáveis relevantes consideradas foram: pessoas que conhecem o autor deste trabalho; pessoas que possuem

familiaridade com o *site* Delicious e; pessoas que conhecem o trabalho. Esse conjunto de pessoas foi organizado em dois grupos (experimental e controle), conforme o delineamento utilizado nessa pesquisa: um quase-experimento simples, de acordo com Campbell e Stanley (1963), comparando o grupo experimental com o grupo controle. Tanto o grupo experimental quanto o grupo controle realizaram um pré-teste sobre o assunto sugerido (*microblogging*), em seguida, informou-se a descrição da tarefa aos participantes. De forma que, foi dado um tratamento diferenciado aos participantes, representados por  $X_1$  e  $X_2$ , em que o grupo controle ( $X_1$ ) utilizou apenas o *site* Delicious e, o grupo experimental ( $X_2$ ) utilizou o Delicious e o Oraculous para investigar sobre o tema proposto. Ao final do processo, os dois grupos realizaram um pós-teste, com as mesmas questões do pré-teste.

Com os recursos da matemática tradicional o objeto de estudo foi analisado, através de duas perspectivas: análise de nível e a análise da estrutura interna.

Para análise das informações coletadas através do pré-teste e pós-teste utilizou-se os software: SPSS 13.0 e Microsoft Excel 2007. As questões com polaridade positiva e negativa foram pontuadas como mostra o Quadro 3. O teste cognitivo sobre o assunto *microblogging* pode ser consultado na dissertação de Silva (2009), no Apêndice C, bem como todas as tabelas com os resultados detalhados estão disponíveis do Apêndice E ao R, além da entrevista realizada com algumas pessoas que se destacaram das demais, os *outliers*, está no Apêndice S.

**Quadro 3** – Pontuação segunda a polaridade da questão

Respostas	Pontuação da Questão POSITIVA	Pontuação da Questão NEGATIVA
Concordo Fortemente	4	1
Concordo	3	2
Discordo	2	3
Discordo Fortemente	1	4
Não tenho opinião	9	9

Fonte – (SILVA, 2009)

A opção de resposta "Não tenho opinião" não representa o ponto médio da escala de avaliação. Tratou-se esta opção de forma especial; para isso, atribuiu-se a ela o valor 9 (nove) e a considerou na perspectiva do SPSS, como *missing case*. Dessa maneira, esta opção pode ser observada como um caso a parte nos cálculos utilizados por Silva (2009). O Quadro 4 mostra a identificação adotada para os grupos controle e experimental nas análises apresentadas nos próximos itens.

Vale ressaltar que não haviam diferenças relacionadas às tarefas enviadas aos respondentes até a realização do pré-teste, pois os dois grupos receberam as mesmas instruções. Apenas após a realização do pré-teste, os participantes receberam informações diferentes para execução da tarefa, em que o assunto proposto era o mesmo (*microblogging*), diferenciando apenas na indicação dos *sites* que deveriam ser usados para investigar esse

**Quadro 4** – Identificação nas análises dos grupos controle e experimental

Grupo	Id.	Sites usados durante a tarefa
Controle	1	Delicious
Experimental	2	Delicious e Oraculous

Fonte – (SILVA, 2009)

assunto. Dessa maneira, o grupo controle investigou o tema usando apenas o Delicious e o grupo experimental investigou o mesmo tema usando o Oraculous e o Delicious. Nessa amostra, as pessoas que não participaram de algumas das etapas foram retiradas da análise, assim não se atribuíram valores para os casos perdidos.

Seguem-se os passos até a comparação entre os resultados obtidos por Silva (2009) com a matemática tradicional e a lógica fuzzy.

4.2.1 Análise de dados anteriores do Oraculous comparando a matemática tradicional com a lógica fuzzy

4.2.1.1 Caracterização da análise de dados dentro da perspectiva da matemática tradicional

a) **análise de Nível e Variabilidade - Testes Cognitivos:**

Esta análise nos fornece o total da distribuição dos valores respondidos dentro da Escala Likert que registraram intensidade (Concordo Fortemente, Concordo, Discordo, Discordo Fortemente) e daqueles que registraram não ter opinião. Considera-se importante esclarecer a nomenclatura adotada para as questões: as questões que possuem o sufixo "N" indicam uma negação textual; já as demais, sem este sufixo, indicam uma afirmação relativa ao texto. O sufixo "T" refere-se ao objetivo da questão, neste caso, avaliou-se o conhecimento técnico sobre o assunto proposto. As questões sem este sufixo, no entanto, têm como objetivo identificar a existência de algum conhecimento, em termos gerais, sobre o tema *microblogging*.

– **Pré-Teste:**

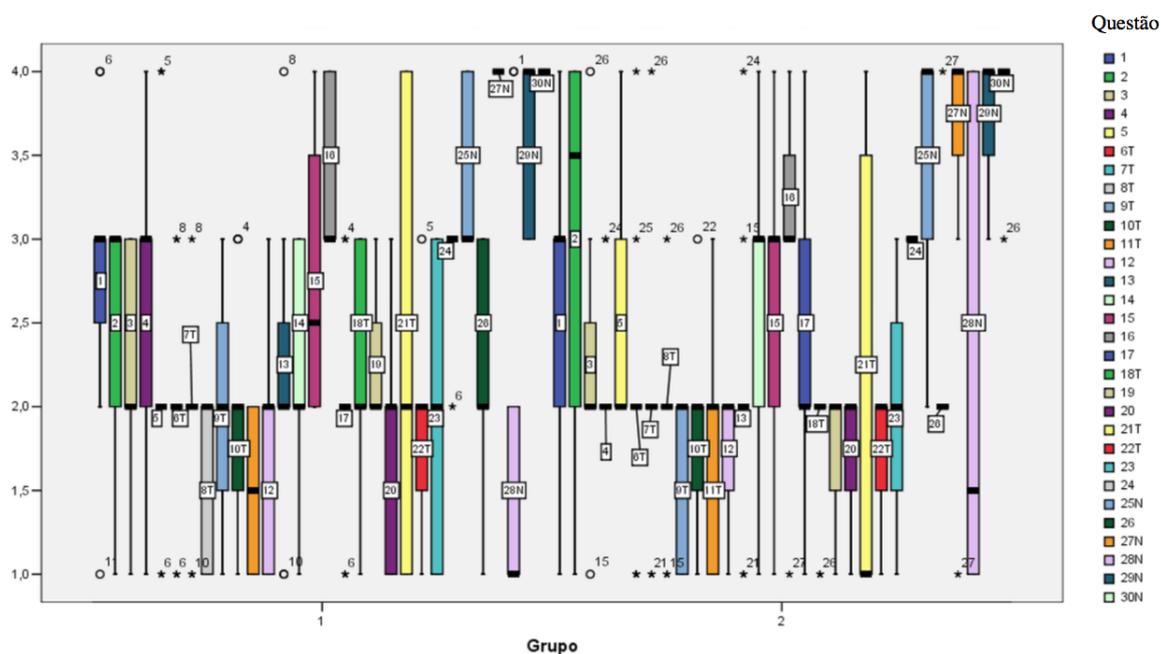
A primeira análise começou com o pré-teste, cujo questionário sobre o assunto *microblogging* é apresentado no Apêndice C da dissertação de Silva (2009).

No geral, quando foi feita uma comparação com a frequência de valores da Escala Likert, com a "Não tenho opinião", observou-se que o grupo 1 (controle) se posicionou mais do que o grupo 2 (experimental) no pré-teste. As questões "11T", "16" e "27N", contudo, registraram um posicionamento maior no grupo 2 (experimental) em relação ao 1 (controle). Com outro enfoque, percebeu-se

que houve um índice expressivo nos dois grupos que não se posicionaram nas questões: "16", "19", "24", "27N" e "30N". Destacou-se a questão "19" com 66% de respondentes no grupo 1 (controle) e 80% no 2 (experimental), que registraram não ter opinião sobre esta questão. Por outro lado, a questão "15" obteve um alto índice de respondentes que se posicionaram nos dois grupos: 100% de respondentes para o grupo 1 (controle) e 86,7% para o grupo 2 (experimental).

Silva (2009) analisou os valores dados as questões pelo nível e pela variabilidade, através do gráfico *box plot* (diagrama de caixa), como mostrado no Figura 34, que apresenta separadamente os grupos 1 e 2 (controle e experimental, respectivamente), permitindo uma análise exploratória, destacando os *outliers* que foram tratados separadamente com outro instrumento de coleta de dados, a entrevista, apresentada no Apêndice S, da dissertação de Silva (2009).

**Figura 34** – *Box plot* para análise do pré-teste



Fonte: (SILVA, 2009)

Observou-se a existência de dispersão nas respostas, mas, no geral, notou-se, pela mediana, que os dois grupos são homogêneos. Essa constatação mostra que o objetivo desejado ao construir esses grupos foi alcançado. Tal fato será confirmado com a análise confirmatória, através do *Teste T*.

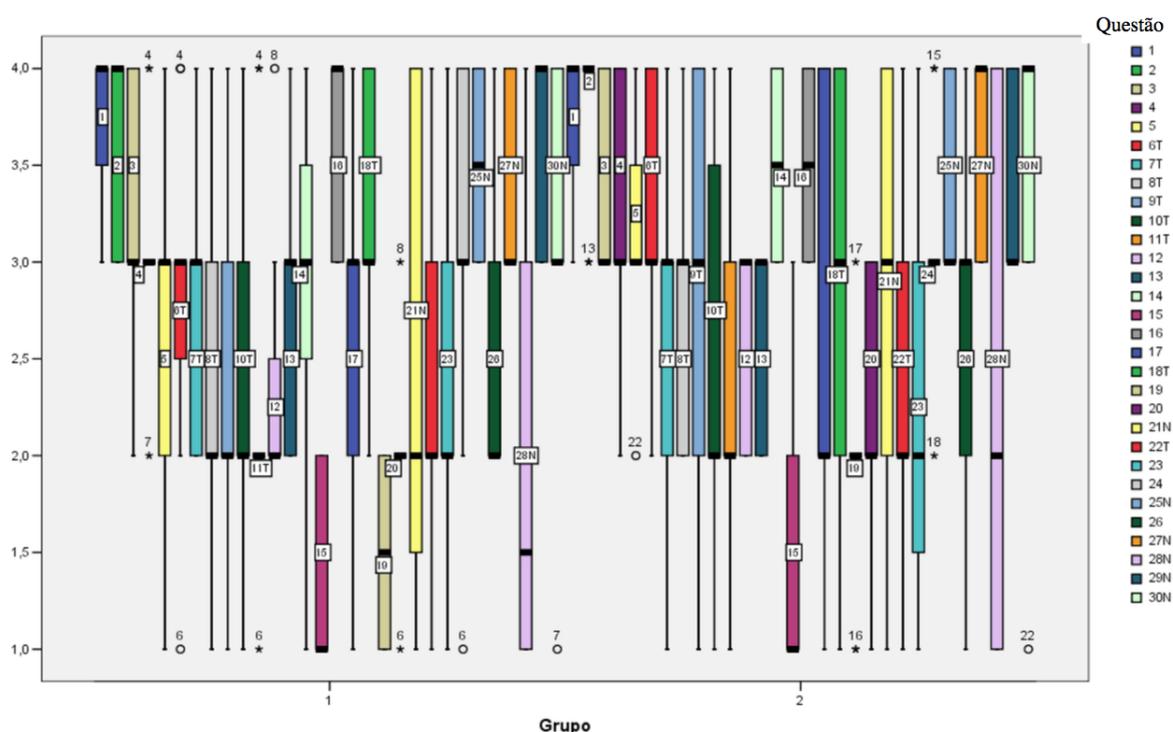
Em termos proporcionais: 58,3% do grupo controle responderam pelo menos uma questão discordando da maioria, enquanto, no grupo experimental

foram 40,0%. Isto nos leva a crer em uma variabilidade alta dos elementos da população, que pode ser encontrada mais no grupo controle do que no experimental.

– Pós-testes:

As questões do pós-teste são idênticas aos do pré-teste; apenas foram aplicadas em outro momento, após a realização da tarefa, aprendizado sobre o tema *microblogging*.

Figura 35 – Box plot para análise do pós-teste



Fonte: (SILVA, 2009)

No geral, observou-se um aumento significativo do número de respondentes que se posicionaram em relação ao pré-teste, como mostrado na Figura 35. De maneira análoga ao pré-teste, o grupo 1 (controle) continua se posicionando mais do que o grupo 2 (experimental), com uma queda na dispersão das respostas para os dois grupos. No grupo controle alguns dos participantes que registraram respostas diferentes da média, continuam apresentando o mesmo problema, verificado no pré-teste, respostas que discordam da maioria dos respondentes. Além disso, observou-se que o grupo experimental continua com a mesma quantidade de *outliers* comparado com o pré-teste. Esses *outliers* foram investigados utilizando uma análise qualitativa, a partir do instrumento

de coleta de dados, a entrevista, que pode ser visto em detalhes na dissertação de Silva (2009), no Apêndice S.

Notou-se, ao se comparar a mediana do grupo 1 (controle) com a do grupo 2 (experimental), uma quantidade maior de respondentes que aprenderam sobre o assunto proposto. Além disso, algumas pessoas passaram a ter mais convicção em suas respostas, como pode ser visto com aumento da mediana de algumas questões para a opção 4 (Concordo Fortemente). Tal fato, não ocorreu no pré-teste.

#### b) Análise Confirmatória da Hipótese - Testes Cognitivos:

Nesta etapa, foram feitos dois tipos de análise: amostras dependentes e independentes. As amostras são dependentes, se considerar uma única amostra, em momentos diferentes, assim comparam-se as médias do grupo controle, por exemplo, no momento antes e depois da aplicação da tarefa, separadamente do grupo experimental; são independentes, se considerar dois grupos com participantes diferentes. Neste caso, comparam-se as médias do controle com as do experimental no pré-teste e no pós-teste.

Neste trabalho, serão mostrados os resultados obtidos pela matemática clássica ou tradicional com as amostras independentes e dependentes, para uma comparação, em seguida, com os dados fuzzificados.

**Quadro 5** – Amostras Independentes *versus* Dependentes

Tipo de Amostra	Avaliação	Amostra
Independente	pré-teste pós-teste	controle X experimental controle X experimental
Dependente	pré-teste X pós-teste pré-teste X pós-teste	controle experimental

Fonte – Elaboração própria

Silva (2009) usou o software SPSS para análise da amostra independente através da opção "*Independent-Samples T-Test*" e para análise da amostra dependente através da opção "*Paired-Samples T-Test*".

Na análise com amostras independentes, observou-se se o conhecimento dos grupos experimental e controle são equivalentes no pré-teste. Assim, o objetivo desta análise é comparar a média dos dois grupos antes e depois da realização da tarefa para verificar a aquisição do conhecimento sobre o assunto *microblogging*.

Na avaliação com amostras dependentes, notou-se que os grupos experimental e controle, separadamente, obtiveram ganho em conhecimento, comparando o pré-teste com o pós-teste. Esse tipo de análise só poderá ser realizado quando o mesmo grupo participa de uma avaliação em momentos diferentes.

Considerou-se as seguintes hipóteses:

**Hipóteses da Amostra Independente:**

H0:  $\mu_1 = \mu_2 \Rightarrow$  as médias dos dois grupos são iguais, desta maneira, o conhecimento sobre o assunto são equivalentes nos dois grupos.

H1:  $\mu_1 \neq \mu_2 \Rightarrow$  as médias dos dois grupos são diferentes, desta maneira, o conhecimento sobre o assunto são significativamente diferentes nos dois grupos.

Onde:

$\mu_1$  = Média do grupo 1 (controle) e;

$\mu_2$  = Média do grupo 2 (experimental).

**Hipóteses da Amostra Dependente:**

H0:  $\mu_1 = \mu_2 \Rightarrow$  as médias do pré e pós testes são iguais, desta maneira, o conhecimento sobre o assunto permanece o mesmo.

H1:  $\mu_1 \neq \mu_2 \Rightarrow$  as médias do pré e pós testes são diferentes, desta maneira, o conhecimento sobre o assunto são significativamente diferentes.

Onde:

$\mu_1$  = Média do pré-teste (controle)/(experimental) e;

$\mu_2$  = Média do pós-teste (controle)/(experimental).

Para efeito de análise, considerou-se o nível de significância  $\alpha=0,05$  e 95% de confiabilidade no intervalo das diferenças.

Ainda para efeito de análise, em relação ao comparativo entre a matemática tradicional e fuzzy, considerou-se a mesma caracterização da pesquisa direcionada pela matemática clássica.

No âmbito desta pesquisa, utilizando os dados coletados por Silva (2009), avaliou-se, também, se o *Teste T*<sup>9</sup> foi a melhor escolha, pois esse teste é indicado quando se tem uma distribuição normal, de acordo com Paes (2009).

Para isso, foram calculados as frequências das respostas dos especialistas em cada situação apresentada na subseção 4.2.1.2.1 e na subseção 4.2.1.3.1. Em seguida, aplicou-se o teste *Qui-quadrado*<sup>10</sup>, mais indicado para distribuição não normal; para isso considerou-se o nível de significância  $\alpha=0,05$ , através da

<sup>9</sup> **Teste T** na lógica tradicional é um teste de hipótese que usa conceitos estatísticos para rejeitar ou não uma hipótese nula.

<sup>10</sup> **Teste Qui-quadrado:** simbolizado por  $\chi^2$  é um teste de hipóteses que se destina a encontrar um valor da dispersão para duas variáveis nominais, avaliando a associação existente entre variáveis qualitativas. Trata-se de um teste não paramétrico, pois não depende dos parâmetros populacionais, como média e variância. <<http://www.ufpa.br/dicas/biome/biopdf/bioqui.pdf>>

ferramenta *LibreOffice Calc versão 5.1*, opção "*Dados/Estatística/Teste de qui-quadrado*". Foi informado como dados de entrada as duas colunas de frequências para cada grupo ou teste avaliados, como será demonstrado na Tabela 2, por exemplo.

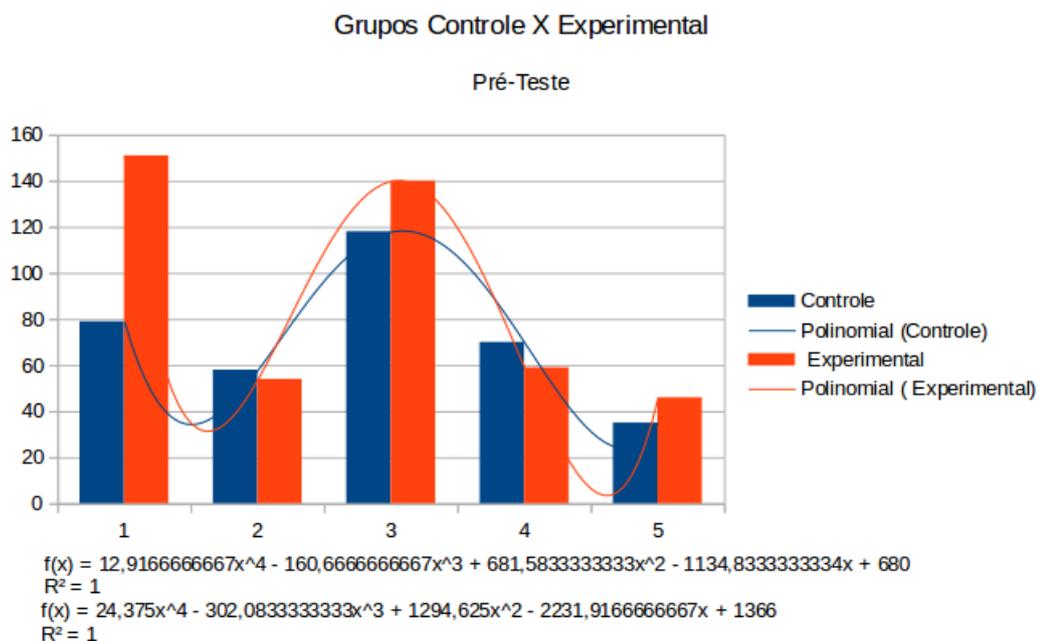
#### 4.2.1.2 Amostra Independente: Matemática Tradicional *versus* Lógica Fuzzy

##### 4.2.1.2.1 Amostra Independente: Matemática Tradicional

- a) **Pré-teste:** Nesta análise, os participantes que apresentaram valores de *outliers* ou extremo foram desconsiderados. O resultado mostra que existem diferenças nas médias entre o grupo 1 (controle) e 2 (experimental). Para avaliar se estas diferenças são realmente significativas foi utilizado o *Teste T* considerando a hipótese nula, que aponta para igualdade das médias.

Foi verificado o *p-value* do *Teste T*, constatando que o *p-value* >  $\alpha=0,05$  para todas as questões. Sendo assim, a hipótese nula é aceita, que aponta para igualdade das médias. Concluiu que os grupos 1 e 2 (controle e experimental), nesse primeiro momento, possuem conhecimentos equivalentes sobre o assunto e as diferenças encontradas na média não foram significativas. Tal fato corresponde à ideia inicial desta pesquisa - criar grupos equivalentes.

**Figura 36** – Frequência Controle e Experimental - Pré-teste



Fonte: Elaboração própria

A representação gráfica da Figura 36 faz um comparativo entre as frequências das respostas dos participantes dos grupos controle e experimental no pré-teste. As duas linhas de tendência são funções polinomiais de ordem 4 (quatro). A partir desse gráfico é possível visualizar que o *Teste T* não foi a escolha mais adequada, pois esse teste pressupõe uma distribuição gaussiana ou normal. Por isso, foi realizado o *teste qui-quadrado* como mostra a Tabela 1, que sinalizou um apontamento diferente do *Teste-T*: as amostras não são equivalentes. A hipótese  $H_0$  foi refutada pelo *teste qui-quadrado* com valor de  $p < \alpha = 0,05$ , apresentado nessa tabela. Esse resultado indica que há diferenças de conhecimentos sobre o assunto proposto entre os dois grupos, controle e experimental. Contrariando a ideia inicial da pesquisa que seria criar grupos equivalentes, pois conhecimentos diferentes podem impactar o resultado final ao analisar o efeito do uso do sistema de combinação social.

**Tabela 1** – Frequência Controle e Experimental e Teste Qui-Quadrado - Pré-teste

Controle X Experimental – Pré-Teste				
Repostas	Frequência Controle	Frequência Experimental	Teste Qui-quadrado	
0	79	151	Alfa	0,05
1	58	54	df	4
2	118	140	Valor P	0,001765722
3	70	59	Estatística do teste	17,2021403293
4	35	46	Valor crítico	9,4877290368

Fonte – Elaboração Própria

#### b) Pós-teste:

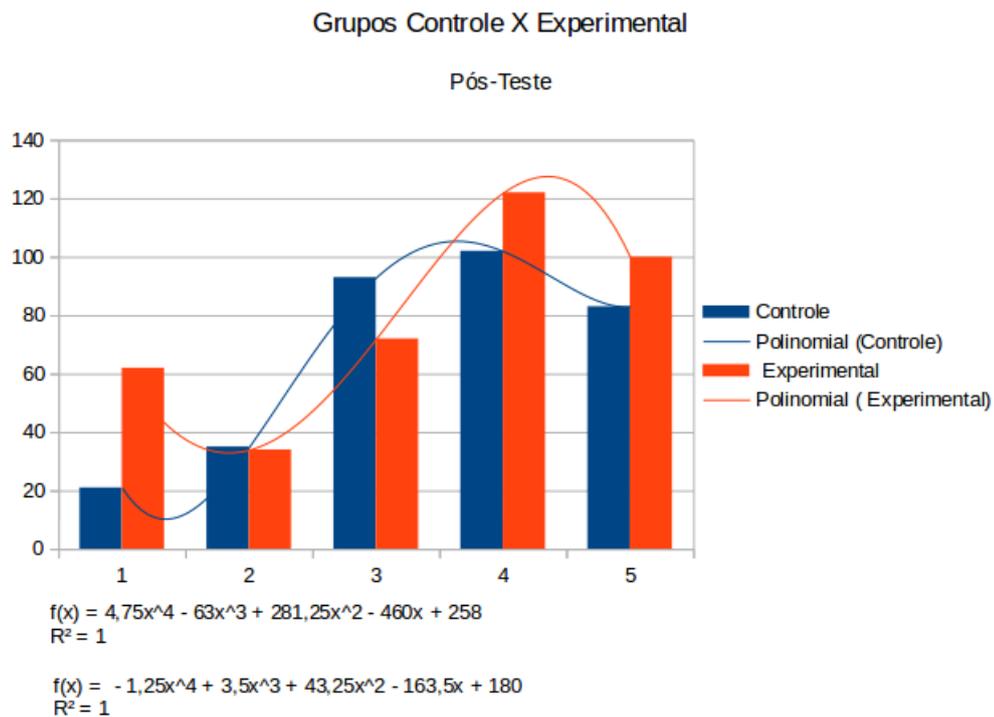
De maneira análoga ao pré-teste, nesta análise foi desconsiderado todos os participantes que apresentaram valores de *outliers*. Além dos participantes 2(dois), 20 (vinte) e 27(vinte e sete) por não participar desta etapa.

Na maioria das questões, o grupo 2(experimental) apresentou uma média maior do que o grupo 1(controle). O próximo passo é identificar se estas diferenças são significativas ou não.

Foi verificado o *p-value* do *Teste T*, constatou-se que o *p-value*  $> \alpha = 0,05$  para maioria das questões. Sendo assim, a hipótese nula é aceita, que aponta para igualdade das médias para a maioria das questões. Concluiu que os grupos 1 e 2 (controle e experimental, respectivamente), possuem conhecimentos equivalentes sobre o assunto e, as diferenças encontradas na média não foram significativas para quase todas as questões. Contudo, se considerar as questões "5" e "9T", é possível afirmar que os grupos não são equivalentes quanto a essa particularidade do assunto, pois o grupo 2 (experimental) mostrou conhecer mais do que o grupo 1 (controle) com relação a essas duas questões. Dessa maneira, a suposição

sobre a aquisição do conhecimento facilitada pela combinação social é viável. Notou-se que para algumas particularidades sobre o assunto, a combinação social pode contribuir muito.

**Figura 37** – Frequência Controle e Experimental - Pós-teste



**Fonte: Elaboração própria**

A representação gráfica da Figura 37 faz um comparativo entre as frequências das respostas dos participantes dos grupos controle e experimental no pós-teste. As duas linhas de tendência são funções polinomiais de ordem 4 (quatro). De maneira semelhante ao pré-teste, a partir desse gráfico é possível visualizar que o *Teste T* não foi a escolha mais adequada, pelos mesmos motivos explicados anteriormente. Por isso, foi realizado o *teste qui-quadrado* como mostra a Tabela 2, que sinalizou um apontamento diferente do *Teste-T*: as amostras não são equivalentes. A hipótese  $H_0$  foi refutada pelo *teste qui-quadrado* com *valor de*  $p < \alpha = 0,05$ , apresentado nessa tabela. Esse resultado indica que há diferenças de conhecimentos sobre o assunto proposto entre os dois grupos, controle e experimental. Essa diferença pode ter sido potencializada pelo uso do sistema de combinação social, Oraculous, realizada apenas pelo grupo experimental.

**Tabela 2** – Frequência Controle e Experimental e Teste Qui-Quadrado - Pós-teste

Controle X Experimental – Pós-Teste				
Respostas	Frequência Controle	Frequência Experimental	Teste Qui-quadrado	
0	21	62	Alfa	0,05
1	35	34	df	4
2	93	72	Valor P	0,0001909192
3	102	122	Estatística do teste	22,105943364
4	83	100	Valor crítico	9,4877290368

Fonte – Elaboração Própria

#### 4.2.1.2.2 Amostra Independente: Lógica Fuzzy

- a) **Pré-teste:** Utilizando as mesmas nomenclaturas da estatística tradicional foi realizada a fuzzificação dos dados, nesse primeiro trabalho de fuzzificação, com amostras independentes. Considerou-se o teste cognitivo inicial, pré-teste, sobre assunto *microblogging*, para avaliar a aplicação dos conceitos sobre lógica fuzzy. Utilizou-se como representação do conjunto fuzzy, no formato triangular, e também, como operação de conjuntos fuzzy, a interseção fuzzy, para se obter o grau de semelhança entre os dois grupos estudados.

Para análise da estatística tradicional, o mesmo quadro, mostrado no Quadro 3, apresenta a opção de resposta "Não tenho opinião" com valor 9 (nove) e a considera, na perspectiva do SPSS, como *missing case*. Na lógica fuzzy, contudo, a representação do conjunto fuzzy é feita no intervalo [0,1], por isso essa opção passa a possuir o valor 0 (zero) ao invés de 9 (nove). Na estatística tradicional, esta opção é observada como um caso a parte nos cálculos; em fuzzy, no entanto, ela está incluída nos cálculos de fuzzificação. Não é, portanto, descartada como *missing case*.

O resultado da fuzzificação dos grupos experimental e controle no pré-teste mostra em algumas questões um baixo grau de semelhança, diferentemente da lógica tradicional que apontou para uma equivalência dos grupos com a aplicação do *Teste T*, pois constatou-se o  $p\text{-value} > \alpha=0,05$  para todas as questões. Consequentemente, com a estatística tradicional não foi possível rejeitar a hipótese nula, que aponta para igualdade das médias, e significa que os grupos 1 e 2 (controle e experimental), nesse primeiro momento, possuem conhecimentos equivalentes sobre o assunto e as diferenças encontradas na média não foram significativas.

A aplicação da lógica fuzzy, contudo, apontou para uma contradição na hipótese inicial de grupos equivalentes para as questões Q11, Q20, Q24, Q26 e Q30, que estão destacadas com uma linha sublinhada de cor amarela no Quadro 6. A questão Q11 trata de um aspecto técnico sobre o assunto *microblogging*:

**Quadro 6** – Amostras Independentes - Pré-teste no Grupo Controle e Pré-teste no Grupo Experimental

Item	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Valor	Valor	Área de	Grau
	I - PreTeste – Controle			II-PreTeste - Experimental			X	Altura	Interseção	Semelhança
Q1	1,67	2,58	3,42	1,47	2,33	3,27	2,461	0,866	0,844652	<b>0,908</b>
Q2	1,33	2,25	3,25	1,80	2,60	3,20	2,444	0,806	0,584028	<b>0,544</b>
Q3	0,92	1,75	2,75	0,87	1,67	2,60	1,704	0,944	0,889352	<b>0,995</b>
Q4	1,25	2,00	2,92	0,87	1,53	2,53	1,730	0,640	0,655760	<b>0,649</b>
Q5	0,92	1,67	2,50	0,93	1,60	2,53	1,630	0,951	0,744650	<b>0,879</b>
Q6	0,92	1,83	2,83	1,00	1,87	2,80	1,851	0,982	0,900298	<b>0,940</b>
Q7	0,83	1,75	2,75	0,73	1,53	2,47	1,630	0,869	0,875926	<b>0,923</b>
Q8	0,50	1,25	2,25	0,73	1,53	2,53	1,407	0,843	0,638966	<b>0,562</b>
Q9	0,92	1,83	2,83	0,53	1,20	2,20	1,453	0,585	0,673273	<b>0,602</b>
Q10	0,83	1,75	2,75	0,60	1,40	2,40	1,556	0,788	0,846970	<b>0,837</b>
Q11	0,42	1,25	2,25	0,93	1,87	2,87	1,569	0,681	0,448348	<b>0,312</b>
Q12	0,67	1,58	2,58	0,60	1,40	2,40	1,481	0,889	0,881481	<b>0,902</b>
Q13	1,08	2,00	2,92	0,80	1,60	2,53	1,786	0,767	0,811731	<b>0,835</b>
Q14	1,17	2,08	3,08	1,20	2,00	2,93	2,037	0,949	0,894108	<b>0,960</b>
Q15	1,75	2,75	3,50	1,40	2,27	3,13	2,526	0,776	0,814562	<b>0,879</b>
Q16	1,00	1,42	2,25	1,07	1,53	2,40	1,491	0,910	0,538568	<b>0,715</b>
Q17	0,92	1,83	2,83	0,87	1,60	2,53	1,699	0,853	0,838928	<b>0,881</b>
Q18	0,92	1,75	2,75	0,60	1,27	2,27	1,460	0,652	0,700900	<b>0,668</b>
Q19	0,42	0,75	1,75	0,07	0,27	1,27	0,347	0,575	0,483958	<b>0,618</b>
Q20	0,67	1,50	2,50	0,40	0,87	1,87	1,068	0,482	0,505909	<b>0,442</b>
Q21	1,00	1,75	2,50	0,73	1,47	2,27	1,607	0,809	0,714607	<b>0,891</b>
Q22	0,75	1,67	2,67	0,60	1,33	2,33	1,474	0,790	0,816550	<b>0,810</b>
Q23	0,75	1,50	2,50	0,53	1,13	2,13	1,271	0,694	0,682870	<b>0,688</b>
Q24	0,92	1,42	2,42	0,67	1,00	2,00	1,104	0,375	0,328125	<b>0,301</b>
Q25	1,42	2,00	2,75	1,20	1,67	2,40	1,795	0,648	0,502006	<b>0,657</b>
Q26	1,08	2,00	3,00	0,40	0,80	1,80	1,143	0,065	0,084416	<b>0,054</b>
Q27	1,25	1,67	2,25	1,33	1,80	2,40	1,741	0,873	0,400132	<b>0,632</b>
Q28	0,75	1,67	2,50	0,87	1,67	2,40	1,667	1,000	0,816667	<b>0,990</b>
Q29	1,75	2,42	3,00	1,47	2,00	2,60	2,199	0,199	0,524378	<b>0,786</b>
Q30	1,50	2,00	2,50	1,13	1,53	2,20	1,741	0,481	0,329012	<b>0,467</b>

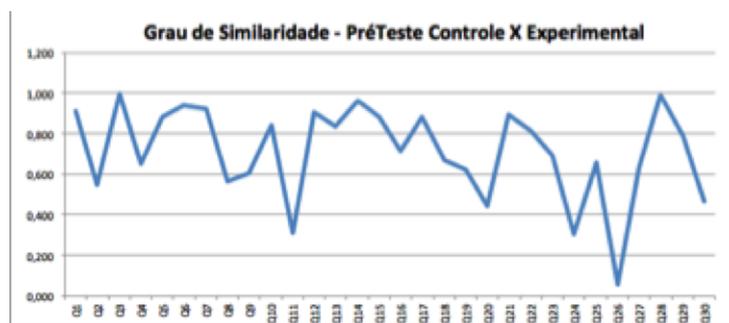
Fonte – (FELÍCIO et al., 2014)

"Conheço um formato XML que é usado para exportar a rede social de um *microblog*?". As questões Q20 e Q24 tratam de um aspecto sobre a aplicação do tema *microblogging*. São elas: "Conheço *sites* que já estão oferecendo maneiras de se ganhar dinheiro com *microblogging*?" e "O modelo de comunicação promovido pelo *microblogging* é ideal para uso corporativo?" , respectivamente. A Q26 trata do aspecto envolvendo a área educacional: "Conheço *microbloggings* que se destinam à comunicação entre alunos e professores.". Por fim, a questão Q30, trata da problemática de gerenciamento que envolve o referido tema: "Não é possível organizar conversações em um *site* de *microblogging*". Como são

aspectos que são testados em outras questões, não se pode invalidar os grupos como equivalentes, pois essas 5 (cinco) questões representam apenas 17% do teste aplicado, os outros 83% desse teste, apontam para a equivalência dos grupos, o que se deseja desde o início da aplicação deste teste.

A representação dos dados anteriores está demonstrado em formato gráfico na Figura 38. Nele é possível notar os valores de semelhança inferiores 0,5 nas questões mencionadas acima.

**Figura 38** – Grau de Semelhança entre os grupos Controle e Experimental no Pré-Teste



Fonte: (FELÍCIO et al., 2014)

Os testes estatísticos que tentam validar a hipótese da análise com amostras independentes com estatística tradicional apontaram para grupos equivalentes nas etapas iniciais do quase-experimento, pré-teste, utilizando o *Teste-T*. Ao utilizar outro teste mais adequado, o *teste qui-quadrado*, no entanto, observa-se que as amostras são diferentes.

Notou-se que o nível de conhecimento inicial avaliado era básico ou nenhum, nas primeiras análises com a matemática tradicional, sobre o assunto proposto, para os dois grupos. Para esse caso, a Internet oferece várias oportunidades de aprendizado.

Poderíamos, então, fazer outra suposição: será que em níveis de conhecimentos mais específicos com grupos de especialistas no assunto, a combinação social apresentaria resultados mais satisfatórios com relação à aquisição do conhecimento? Para o ganho de conhecimento sobre o assunto proposto em um grupo com conhecimentos básicos sobre o tema *microblogging*, a análise usando estatística tradicional apresentou um ganho cognitivo em duas questões "Q5" e "Q9T", que pode ser visto em Silva (2009). Uma análise futura, utilizando a lógica fuzzy no pós-teste nos dará a confirmação ou não desses ganhos. A aplicação da lógica fuzzy nos forneceu conclusões mais precisas sob aspectos imprecisos,

principalmente, quanto à hipótese que norteia todo o trabalho, a cognição, inserida em um contexto social. Várias variáveis sociais e, conseqüentemente, imprecisas envolvem a pesquisa. Notou-se que em 17% do teste cognitivo aplicado nos grupos (controle e experimental) não eram totalmente equivalentes, com grau de semelhança abaixo de 0,47, aproximadamente (ver Quadro 6). O que se desejava era uma equivalência em todo o teste, mas isso não invalida a pesquisa, pois encontramos uma equivalência do conhecimento em 83% do teste aplicado, utilizando fuzzy.

b) **Pós-teste:**

O pós-teste foi realizado após o uso do Oraculous e Delicious separados como descritos anteriormente, com o objetivo de avaliar os ganhos cognitivos dos grupos que participaram da pesquisa. Nesse item, será feita uma análise utilizando a lógica fuzzy para identificar novos desdobramentos verificados com a matemática tradicional por Silva (2009).

Dubois e Prade (2005) afirmam que os conjuntos de pares  $m(M) = \{(\alpha, m\alpha) \mid \alpha \in (0, 1)\}$  definem um elemento fuzzy da linha real, que pode ser chamado de ponto médio fuzzy de M; assim se considera *alfa-cut* igual a 0,5 nesta análise.

O valor de corte *alfa-cut* é um valor definido no intervalo entre  $[0,1]$ , segundo Ponce-Cruz e Ramírez-Figueroa (2010).

O Quadro 7 mostra o grau de similaridade de todas as questões no pós-teste entre os grupos. Observa-se que os equivalentes mais próximos de 1(um) são os problemas, comparando o grupo controle com o experimental.

Observamos a questão Q15 com uma alta equivalência entre os grupos, controle e experimental, considerando o corte *alfa* (*alfa-cut*) igual a 0,5, veja a representação da Figura 40.

Agora, contemplamos a questão Q28 que tem uma baixa equivalência em relação a ambos, grupos controle e experimental, considerando o mesmo valor de corte *alfa* (*alfa-cut*) igual a 0,5, conforme a Figura 41.

Observou-se com a matemática tradicional que ao comparar a mediana do grupo 1 (controle) com o grupo 2 (experimental), um maior número de participantes que aprenderam sobre o assunto proposto em ambos os grupos. Além disso, algumas pessoas têm maior confiança em suas respostas, como pode ser visto com aumento do número médio de perguntas para a opção 4 (fortemente de acordo). Esse fato não ocorreu no pré-teste.

Com esses resultados, usando a lógica fuzzy notamos que para as perguntas Q26 e Q28, que estão destacadas com uma linha sublinhada de cor amarela no Quadro 7, os grupos não são equivalentes. A questão Q26 é o tema ligado à educação e

Quadro 7 – Amostras Independentes: Pós-teste Controle e Pós-teste Experimental

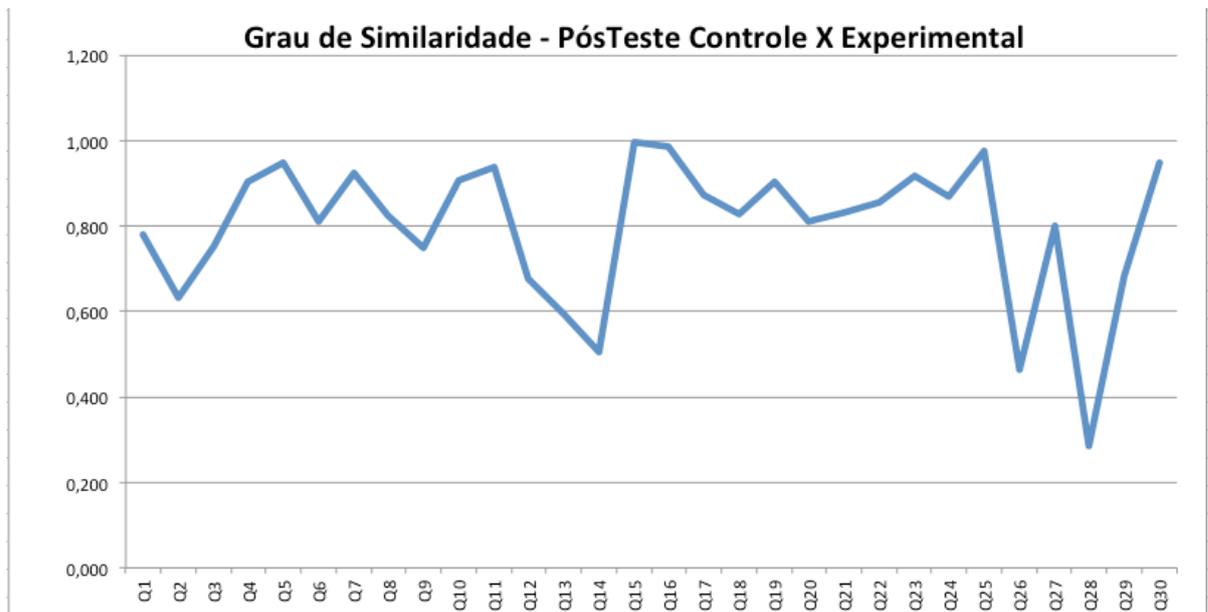
Item	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Valor	Valor	Área de	Área	Área	Área	Grau
	II-PosTeste - Controle			II-PosTeste - Experimental			X	Altura	Interseção	I	II	Total	Semelhança
Q1	2,73	3,73	4,00	2,54	3,46	3,77	3,667	0,751	0,548503	0,636364	0,615385	0,703245	0,780
Q2	2,64	3,64	4,00	2,85	3,85	4,00	3,692	0,846	0,488166	0,681818	0,576923	0,770576	0,634
Q3	2,36	3,36	3,91	2,23	3,15	3,77	3,286	0,789	0,662275	0,772727	0,769231	0,879683	0,753
Q4	1,91	2,82	3,64	1,69	2,46	3,23	2,634	0,798	0,775481	0,863636	0,769231	0,857386	0,904
Q5	1,73	2,73	3,55	1,85	2,69	3,46	2,710	0,983	0,835046	0,909091	0,807692	0,881737	0,947
Q6	1,82	2,82	3,64	2,00	2,92	3,62	2,867	0,940	0,768894	0,909091	0,807692	0,947889	0,811
Q7	1,64	2,64	3,55	1,46	2,31	3,15	2,466	0,830	0,864587	0,954545	0,846154	0,936112	0,924
Q8	1,36	2,36	3,27	1,31	2,00	2,85	2,157	0,794	0,779695	0,954545	0,769231	0,944081	0,826
Q9	1,45	2,45	3,36	1,46	2,31	3,00	2,378	0,777	0,739048	0,954545	0,769231	0,984728	0,751
Q10	1,55	2,55	3,36	1,31	2,15	2,92	2,353	0,794	0,815767	0,909091	0,807692	0,901017	0,905
Q11	1,18	2,09	2,91	1,23	2,08	3,00	2,084	1,008	0,846213	0,863636	0,884615	0,902039	0,938
Q12	1,36	2,36	3,27	1,08	1,77	2,77	2,026	0,663	0,727431	0,954545	0,846154	1,073268	0,678
Q13	1,55	2,45	3,36	1,08	1,77	2,77	2,066	0,572	0,654060	0,909091	0,846154	1,101185	0,594
Q14	1,91	2,91	3,64	2,31	3,23	3,77	3,051	0,805	0,534847	0,863636	0,730769	1,059559	0,505
Q15	0,36	1,36	2,36	0,46	1,46	2,46	1,413	1,049	0,997604	1,000000	1,000000	1,002396	0,995
Q16	2,09	2,91	3,45	1,92	2,69	3,31	2,819	0,890	0,681558	0,681818	0,692308	0,692568	0,984
Q17	1,45	2,36	3,18	1,46	2,38	3,08	2,373	0,906	0,779242	0,863636	0,807692	0,892086	0,874
Q18	1,91	2,73	3,36	1,69	2,62	3,31	2,682	0,832	0,695529	0,727273	0,807692	0,839436	0,829
Q19	0,45	1,36	2,36	0,62	1,31	2,31	1,331	0,977	0,854120	0,954545	0,846154	0,946579	0,902
Q20	0,91	1,82	2,82	0,85	1,54	2,54	1,653	0,818	0,806739	0,954545	0,846154	0,993961	0,812
Q21	1,64	2,64	3,18	1,69	2,69	3,31	2,656	0,964	0,717796	0,772727	0,807692	0,862624	0,832
Q22	1,18	2,09	3,00	1,00	1,77	2,69	1,917	0,808	0,808333	0,909091	0,846154	0,946911	0,854
Q23	1,27	2,18	3,09	1,08	1,92	2,85	2,048	0,853	0,858552	0,909091	0,884615	0,935154	0,918
Q24	1,73	2,55	3,18	1,62	2,38	3,23	2,473	0,911	0,713511	0,727273	0,807692	0,821454	0,869
Q25	2,27	3,18	3,73	2,00	2,85	3,54	3,050	0,855	0,738648	0,727273	0,769231	0,757856	0,975
Q26	1,27	2,09	2,91	1,54	2,46	3,31	2,265	0,787	0,539444	0,818182	0,884615	1,163353	0,464
Q27	1,91	2,73	3,45	1,62	2,23	2,85	2,458	0,671	0,617311	0,772727	0,615385	0,770801	0,801
Q28	0,91	1,82	2,64	1,46	2,46	3,15	2,108	0,646	0,379559	0,863636	0,846154	1,330231	0,285
Q29	2,55	3,55	4,00	2,15	3,08	3,77	3,391	0,378	0,622772	0,727273	0,807692	0,912193	0,683
Q30	2,00	2,91	3,55	1,85	2,62	3,15	2,776	0,817	0,694459	0,772727	0,653846	0,732114	0,949

Fonte – Elaboração Própria

verifica que o indivíduo sabe usar um *microblogging* para a comunicação entre os alunos e professores e a questão Q28 observa se o indivíduo acompanha ou não sujeitos no *microblogging*. A lógica tradicional apontou para as questões Q5 e Q9T. A questão Q5 pergunta se o usuário sabe ou não usar *microblogging* para atender a alguém ou inserir *tags*, e a questão Q9T pergunta sobre um aspecto técnico, se a pessoa sabe interoperabilidade entre *microblogs*.

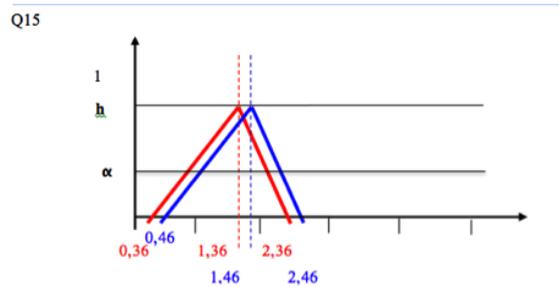
A lógica fuzzy, portanto, aponta para aspectos diferentes. Neste caso, o resultado foi diferente da lógica tradicional, que concluiu ganho cognitivo para perguntas Q5 e Q9T. A lógica fuzzy, contudo, identificou ganhos cognitivos em outras questões, como a questão Q26, comparando o Quadro 6 do pré-teste, com o Quadro 7 do pós-teste, por exemplo: houve uma queda da Área I (área triangular do grupo controle), igual a 0,958333 no pré-teste e no pós-teste igual a 0,818182, enquanto no grupo experimental houve um salto, Área II (área triangular do grupo experimental) no pré-teste igual a 0,700000 e no pós-teste igual a 0,884615. Significa uma variação nas respostas escolhidas pelos participantes deste grupo, que poderia apontar para a seguinte suposição: os respondentes perceberam o assunto proposto de formas diferentes, ampliando as suas percepções, utilizando

**Figura 39** – Grau de Semelhança entre os grupos Controle e Experimental no Pós-teste



Fonte: Elaboração Própria

**Figura 40** – Questão 15 (Q15): O pós-teste do grupo de controle é vermelho e o pós-teste do grupo experimental é azul



Fonte: Elaboração Própria

o sistema de combinação social. Como percepção é um dos aspectos da cognição, poderíamos supor um ganho cognitivo.

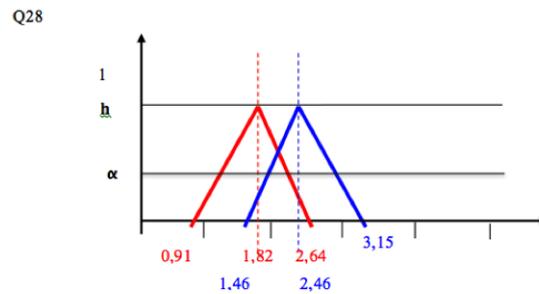
#### 4.2.1.3 Amostra Dependente: Matemática Tradicional *versus* Lógica Fuzzy

##### 4.2.1.3.1 Amostra Dependente: Matemática Tradicional

###### a) Grupo 1 - Controle

No Apêndice M da dissertação de Silva (2009), a segunda tabela apresenta o resultado do cálculo do *Teste T*. Nota-se um *p-value* < 0,05 para os pares das

**Figura 41** – Questão 28 (Q28): O pós-teste do grupo de controle é vermelho e o pós-teste do grupo experimental é azul

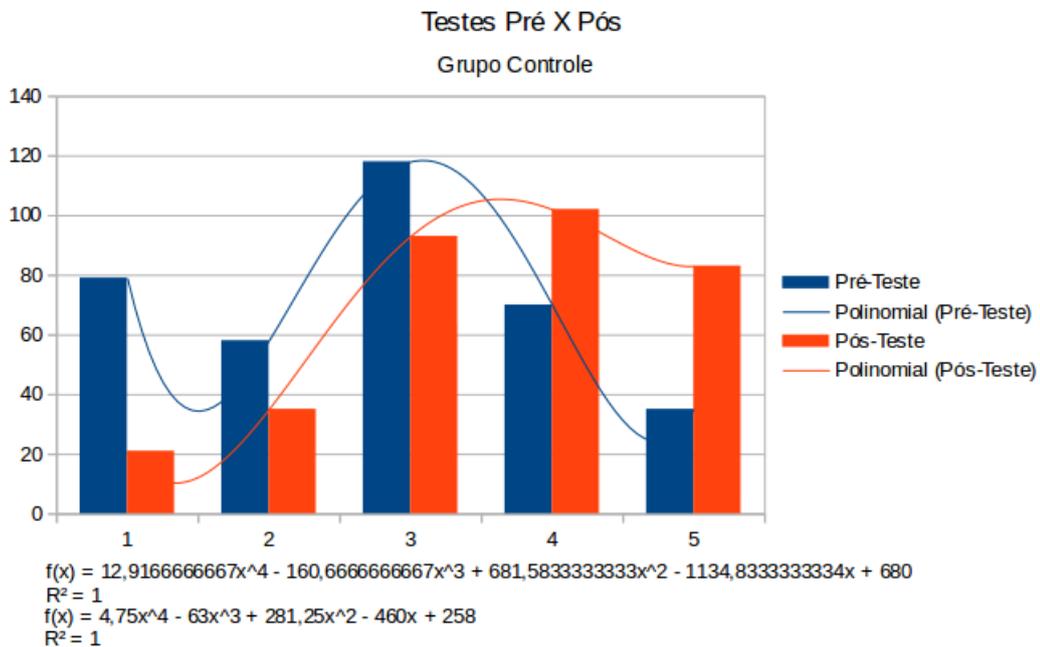


Fonte: Elaboração Própria

questões: 2, 3, 6, 10, 14, 15, 18 e 30N.

Nesses casos, a hipótese nula deve ser rejeitada em função da hipótese alternativa, que diz que a diferença entre as médias é significativa.

**Figura 42** – Frequência Pré-teste e Pós-teste - Grupo Controle



Fonte: Elaboração própria

A representação gráfica da Figura 42 faz um comparativo entre as frequências das respostas do pré-teste e pós-teste no grupo controle. As duas linhas de tendência são funções polinomiais de ordem 4 (quatro). A partir desse gráfico é possível visualizar que o *Teste T* não foi a escolha mais adequada, pelos

mesmos motivos explicados anteriormente. Por isso, foi realizado o *teste qui-quadrado* como mostra a Tabela 3, que sinalizou a mesma conclusão obtida com o resultado do *Teste-T*: as amostras não são equivalentes. A hipótese  $H_0$  foi rejeitada pelo *teste qui-quadrado* com *valor de  $p < \alpha=0,05$* , apresentado nessa tabela. Esse resultado indica que há diferenças de conhecimentos sobre o assunto proposto entre os dois momentos, pré-teste e pós-teste, no grupo controle.

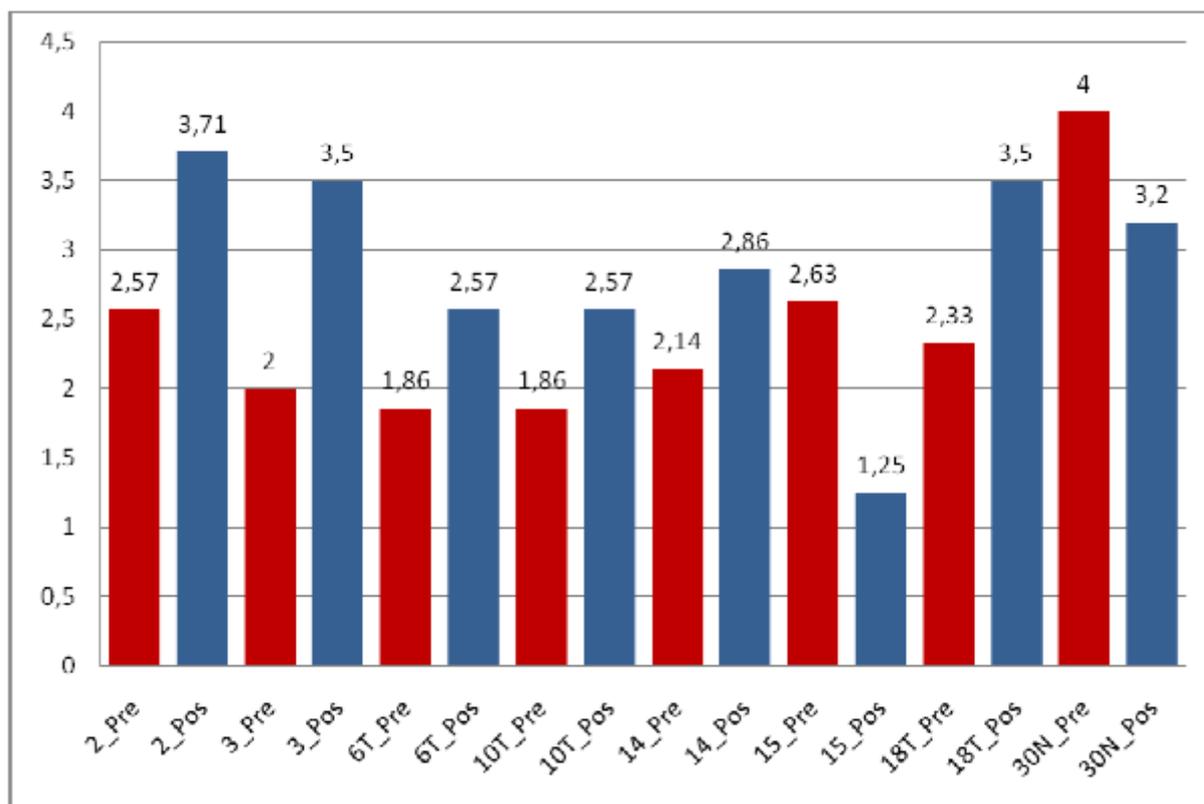
**Tabela 3** – Frequência Pré-teste e Pós-teste e Teste Qui-Quadrado - Grupo Controle

Pré-Teste X Pós-Teste - Grupo Controle				
Respostas	Frequência Pré-Teste	Frequência Pós-Teste	Teste Qui-quadrado	
0	79	21	Alfa	0,05
1	58	35	df	4
2	118	93	Valor P	1,0288702316829E-13
3	70	102	Estatística do teste	66,8889880617
4	35	83	Valor crítico	9,4877290368

Fonte – Elaboração Própria

Ao avaliar as médias dessas questões também no Apêndice M da dissertação de Silva (2009), conclui-se que houve um ganho significativo no conhecimento para todas as questões mencionadas anteriormente, que representa 20% do teste, embora tenha havido uma queda das médias nas questões 15 e 30N. A questão 15 pode ser justificada pelo fato dos respondentes já não encararem o assunto *microblogging* como um mistério, assim, a queda na média dessa questão vai ao encontro do ganho no aprendizado sobre o assunto proposto para o grupo controle. Da mesma maneira, a questão 30N indica que houve um aprendizado de como organizar as conversações em *site de microblogging*. Com isso, o grupo controle, após a realização da tarefa, aprendeu mais sobre essas particularidades do assunto proposto. O ganho no aprendizado com relação as demais questões, contudo, não foram significativas. A Figura 43 ilustra o gráfico com o ganho no aprendizado nos pares das questões desta análise.

**Figura 43** – Média das questões do Grupo 1 com diferenças significativas



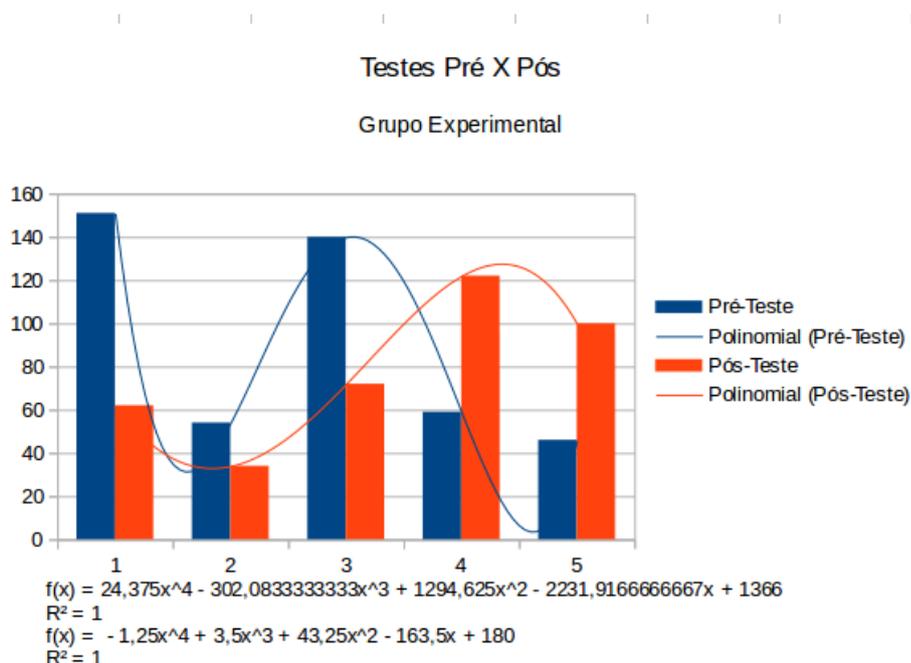
Fonte: (SILVA, 2009)

## b) Grupo 2 - Experimental

A segunda tabela encontrada no Apêndice N da dissertação de Silva (2009) apresenta o resultado do cálculo do *Teste T*. Nota-se um *p-value*  $< 0,05$  para quase metade das questões, 13 (treze) questões, são elas: 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 26 e 29N.

Nesses casos a hipótese nula deve ser rejeitada em função da hipótese alternativa, que diz que a diferença entre as médias é significativa.

**Figura 44** – Frequência Pré-teste e Pós-teste - Grupo Experimental



Fonte: Elaboração própria

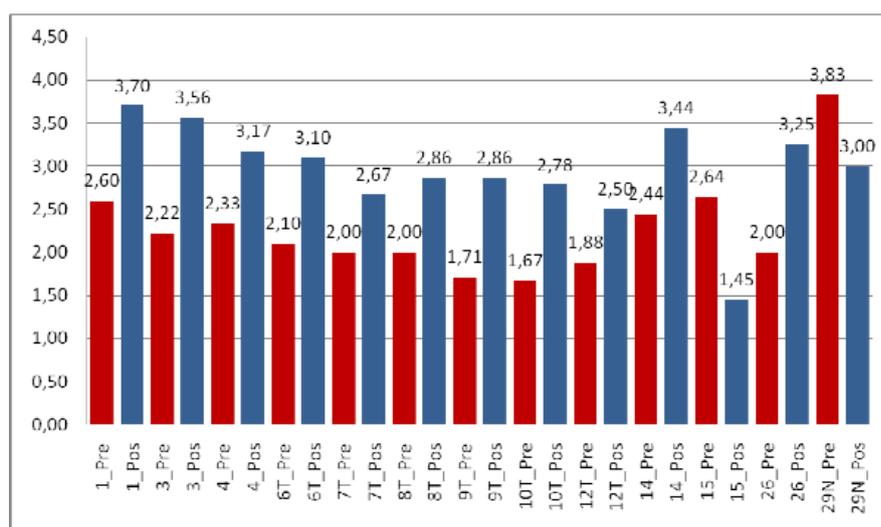
A representação gráfica da Figura 44 faz um comparativo entre as frequências das respostas do pré-teste e pós-teste no grupo experimental. As duas linhas de tendência são funções polinomiais de ordem 4 (quatro). A partir desse gráfico é possível visualizar que o *Teste T* não foi a escolha mais adequada, pelos mesmos motivos explicados anteriormente. Por isso, foi realizado o *teste qui-quadrado* como mostra a Tabela 4, que sinalizou a mesma conclusão obtida com o resultado do *Teste-T*: as amostras não são equivalentes. A hipótese  $H_0$  foi rejeitada pelo *teste qui-quadrado* com *valor de*  $p < \alpha = 0,05$ , apresentado nessa tabela. Esse resultado indica que há diferenças de conhecimentos sobre o assunto proposto entre os dois momentos, pré-teste e pós-teste, no grupo experimental.

**Tabela 4** – Frequência Pré-Teste e Pós-Teste e Teste Qui-Quadrado - Grupo Experimental

Pré-Teste X Pós-Teste - Grupo Experimental				
Repostas	Frequência Pré-Teste	Frequência Pós-Teste	Teste Qui-quadrado	
0	151	62	Alfa	0,05
1	54	34	df	4
2	140	72	Valor P	4,3199028785037E-21
3	59	122	Estatística do teste	101,6784013307
4	46	100	Valor crítico	9,4877290368

Fonte – Elaboração Própria

Ao avaliar as médias dessas questões, concluímos que houve um ganho significativo no conhecimento de todas as questões mencionadas anteriormente, que representa 43% do teste, embora houve uma queda das médias das questões 15 e 29N . A questão 15 pode ser justificada pelo fato dos respondentes já não encararem o assunto *microblogging* como um mistério, assim, a queda na média dessa questão vai ao encontro do ganho no aprendizado sobre o assunto proposto para o grupo experimental. Da mesma maneira, a questão 29N indica que houve um aprendizado sobre *microblogging* relacionado a educação. O grupo experimental, após a realização da tarefa, aprendeu mais sobre essas particularidades do assunto proposto. O ganho no aprendizado com relação as demais questões, contudo, não foram significativas. A Figura 45 mostra a relação das médias das questões com ganho significativo.

**Figura 45** – Média das questões do Grupo 2 com diferenças significativas

Fonte: (SILVA, 2009)

## 4.2.1.3.2 Amostra Dependente: Lógica Fuzzy

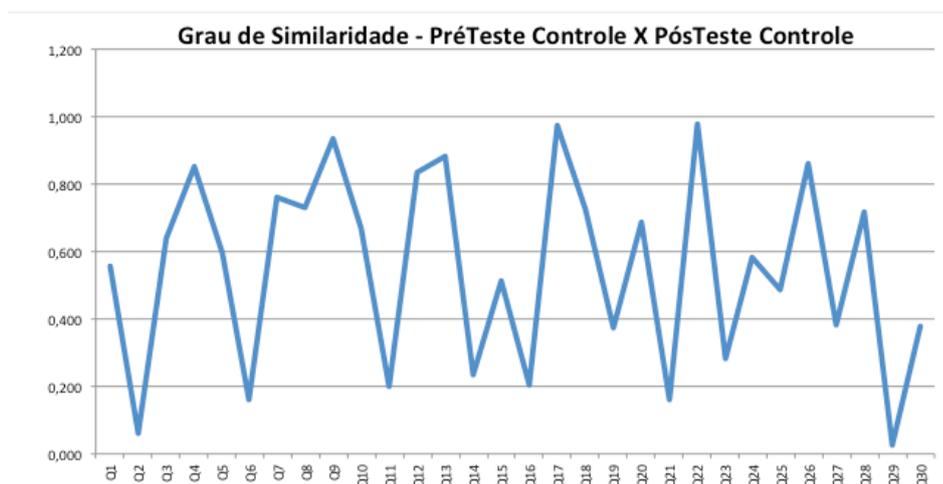
a) **Grupo Controle:**

As análises com a lógica fuzzy, considerando amostra dependente apontaram para questões diferentes do que as identificadas na lógica clássica, se considerarmos um corte *alfa* (*alfa-cut*) igual a 0,7<sup>11</sup>, para uma verificação mais aproximada possível da semelhança entre os dois momentos (pré e pós testes). Dessa maneira, é possível identificar se houve ou não ganho cognitivo, por isso, é importante um valor de corte um pouco maior do que o definido anteriormente.

O Quadro 8 apresenta os graus de semelhança abaixo do valor de corte 0,7 para as questões: 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 29 e 30, que estão destacadas com uma linha sublinhada de cor amarela. Totalizando 19(dezenove) questões em um total de 30(trinta) questões do teste. Poderíamos, com isso, supor um ganho cognitivo em 63% do teste.

A partir dessa análise comparando com a matemática tradicional, a lógica fuzzy, apontou para mais questões com ganhos cognitivos. A matemática tradicional identificou 20% e a fuzzy 63% de ganhos, como ilustra a Figura 46 com a representação gráfica dessas diferenças.

**Figura 46** – Grau de Semelhança no Pré e Pós Testes do Grupo Controle



**Fonte:** Elaboração própria

<sup>11</sup> O valor de corte *alfa* (*alfa-cut*) fica a critério do tomador de decisão, de acordo com Fukayama (2009).

Quadro 8 – Amostras Dependentes: Pré e Pós Testes do Grupo Controle

Item	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Área de	Área	Área	Área	Grau
	I - PreTeste - Controle			II-PosTeste - Controle			Interseção	I	II	Total	Semelhança
Q1	1,67	2,58	3,42	2,73	3,73	4,00	0,540224	0,875000	0,636364	0,971140	0,556
Q2	1,33	2,25	3,25	2,64	3,64	4,00	0,094137	0,958333	0,681818	1,546014	0,061
Q3	0,92	1,75	2,75	2,36	3,36	3,91	0,659745	0,916667	0,772727	1,029649	0,641
Q4	1,25	2,00	2,92	1,91	2,82	3,64	0,779721	0,833333	0,863636	0,917248	0,850
Q5	0,92	1,67	2,50	1,73	2,73	3,55	0,634715	0,791667	0,909091	1,066043	0,595
Q6	0,92	1,83	2,83	1,82	2,82	3,64	0,257633	0,958333	0,909091	1,609791	0,160
Q7	0,83	1,75	2,75	1,64	2,64	3,55	0,826024	0,958333	0,954545	1,086855	0,760
Q8	0,50	1,25	2,25	1,36	2,36	3,27	0,772211	0,875000	0,954545	1,057335	0,730
Q9	0,92	1,83	2,83	1,45	2,45	3,36	0,922990	0,958333	0,954545	0,989889	0,932
Q10	0,83	1,75	2,75	1,55	2,55	3,36	0,748278	0,958333	0,909091	1,119146	0,669
Q11	0,42	1,25	2,25	1,18	2,09	2,91	0,298837	0,916667	0,863636	1,481466	0,202
Q12	0,67	1,58	2,58	1,36	2,36	3,27	0,869412	0,958333	0,954545	1,043467	0,833
Q13	1,08	2,00	2,92	1,55	2,45	3,36	0,856296	0,916667	0,909091	0,969461	0,883
Q14	1,17	2,08	3,08	1,91	2,91	3,64	0,344711	0,958333	0,863636	1,477258	0,233
Q15	1,75	2,75	3,50	0,36	1,36	2,36	0,636437	0,875000	1,000000	1,238563	0,514
Q16	1,00	1,42	2,25	2,09	2,91	3,45	0,223311	0,625000	0,681818	1,083507	0,206
Q17	0,92	1,83	2,83	1,45	2,36	3,18	0,898301	0,958333	0,863636	0,923669	0,973
Q18	0,92	1,75	2,75	1,91	2,73	3,36	0,691648	0,916667	0,727273	0,952292	0,726
Q19	0,42	0,75	1,75	0,45	1,36	2,36	0,439529	0,666667	0,954545	1,181683	0,372
Q20	0,67	1,50	2,50	0,91	1,82	2,82	0,761708	0,916667	0,954545	1,109504	0,687
Q21	1,00	1,75	2,50	1,64	2,64	3,18	0,213105	0,750000	0,772727	1,309622	0,163
Q22	0,75	1,67	2,67	1,18	2,09	3,00	0,922406	0,958333	0,909091	0,945018	0,976
Q23	0,75	1,50	2,50	1,27	2,18	3,09	0,394481	0,875000	0,909091	1,389610	0,284
Q24	0,92	1,42	2,42	1,73	2,55	3,18	0,542419	0,750000	0,727273	0,934854	0,580
Q25	1,42	2,00	2,75	2,27	3,18	3,73	0,457192	0,666667	0,727273	0,936748	0,488
Q26	1,08	2,00	3,00	1,27	2,09	2,91	0,820455	0,958333	0,818182	0,956061	0,858
Q27	1,25	1,67	2,25	1,91	2,73	3,45	0,351044	0,500000	0,772727	0,921683	0,381
Q28	0,75	1,67	2,50	0,91	1,82	2,64	0,726285	0,875000	0,863636	1,012352	0,717
Q29	1,75	2,42	3,00	2,55	3,55	4,00	0,031699	0,625000	0,727273	1,320574	0,024
Q30	1,50	2,00	2,50	2,00	2,91	3,55	0,350073	0,500000	0,772727	0,922654	0,379

Fonte – Elaboração Própria

## b) Grupo Experimental:

Da mesma maneira que a avaliação fuzzy realizada no grupo controle, foi considerado um valor de corte igual 0,7.

O Quadro 9 apresenta os graus de semelhança abaixo do valor de corte 0,7 para as questões: 1, 2, 3, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 29 e 30, que estão destacadas com uma linha sublinhada de cor amarela. Totalizando 21 (vinte e uma) questões em um total de 30 (trinta) questões do teste. Poderíamos, com isso, supor um ganho cognitivo em 70% do teste.

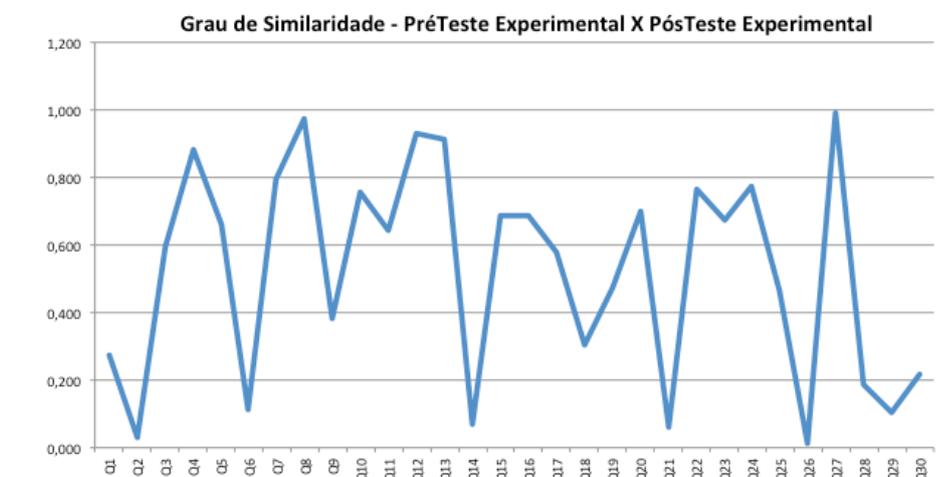
A partir dessa análise comparando com a matemática tradicional, a lógica fuzzy, apontou para mais questões com ganhos cognitivos. A matemática tradicional identificou 43% e a fuzzy 70% de ganhos, como ilustra a Figura 47 com a representação gráfica dessas diferenças.

**Quadro 9** – Amostras Dependentes: Pré e Pós Testes do Grupo Experimental

Item	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Valor	Área de	Área	Área	Área	Grau
	ii-PreTeste - Experimental			ii-PosTeste - Experimental			Altura	Interseção	I	II	Total	Semelhança
Q1	1,47	2,33	3,27	2,54	3,46	3,77	0,895	0,325810	0,900000	0,615385	1,189575	0,274
Q2	1,80	2,60	3,20	2,85	3,85	4,00	0,221	0,039127	0,700000	0,576923	1,237796	0,032
Q3	0,87	1,67	2,60	2,23	3,15	3,77	3,299	0,608995	0,866667	0,769231	1,026902	0,593
Q4	0,87	1,53	2,53	1,69	2,46	3,23	1,787	0,751438	0,833333	0,769231	0,851126	0,883
Q5	0,93	1,60	2,53	1,85	2,69	3,46	1,859	0,638859	0,800000	0,807692	0,968833	0,659
Q6	1,00	1,87	2,80	2,00	2,92	3,62	0,431	0,172376	0,900000	0,807692	1,535317	0,112
Q7	0,73	1,53	2,47	1,46	2,31	3,15	1,508	0,757708	0,866667	0,846154	0,955112	0,793
Q8	0,73	1,53	2,53	1,31	2,00	2,85	1,345	0,824058	0,900000	0,769231	0,845173	0,975
Q9	0,53	1,20	2,20	1,46	2,31	3,00	1,200	0,443077	0,833333	0,769231	1,159487	0,382
Q10	0,60	1,40	2,40	1,31	2,15	2,92	1,345	0,734411	0,900000	0,807692	0,973281	0,755
Q11	0,93	1,87	2,87	1,23	2,08	3,00	0,886	0,724793	0,966667	0,884615	1,126489	0,643
Q12	0,60	1,40	2,40	1,08	1,77	2,77	1,273	0,841958	0,900000	0,846154	0,904196	0,931
Q13	0,80	1,60	2,53	1,08	1,77	2,77	1,121	0,816646	0,866667	0,846154	0,896174	0,911
Q14	1,20	2,00	2,93	2,31	3,23	3,77	0,337	0,105426	0,866667	0,730769	1,492010	0,071
Q15	1,40	2,27	3,13	0,46	1,46	2,46	0,569	0,759700	0,866667	1,000000	1,106967	0,686
Q16	1,07	1,53	2,40	1,92	2,69	3,31	2,316	0,552210	0,666667	0,692308	0,806764	0,684
Q17	0,87	1,60	2,53	1,46	2,38	3,08	1,121	0,600708	0,833333	0,807692	1,040318	0,577
Q18	0,60	1,27	2,27	1,69	2,62	3,31	1,340	0,384732	0,833333	0,807692	1,256293	0,306
Q19	0,07	0,27	1,27	0,62	1,31	2,31	1,426	0,464323	0,600000	0,846154	0,981831	0,473
Q20	0,40	0,87	1,87	0,85	1,54	2,54	1,275	0,650488	0,733333	0,846154	0,928999	0,700
Q21	0,73	1,47	2,27	1,69	2,69	3,31	0,319	0,091636	0,766667	0,807692	1,482723	0,062
Q22	0,60	1,33	2,33	1,00	1,77	2,69	1,113	0,741732	0,866667	0,846154	0,971089	0,764
Q23	0,53	1,13	2,13	1,08	1,92	2,85	1,285	0,678766	0,800000	0,884615	1,005849	0,675
Q24	0,67	1,00	2,00	1,62	2,38	3,23	3,348	0,643813	0,666667	0,807692	0,830546	0,775
Q25	1,20	1,67	2,40	2,00	2,85	3,54	2,173	0,434694	0,600000	0,769231	0,934537	0,465
Q26	0,40	0,80	1,80	1,54	2,46	3,31	0,136	0,017785	0,700000	0,884615	1,566831	0,011
Q27	1,33	1,80	2,40	1,62	2,23	2,85	1,456	0,571081	0,533333	0,615385	0,577637	0,989
Q28	0,87	1,67	2,40	1,46	2,46	3,15	0,541	0,254051	0,766667	0,846154	1,358770	0,187
Q29	1,47	2,00	2,60	2,15	3,08	3,77	1,345	0,131212	0,566667	0,807692	1,243147	0,106
Q30	1,13	1,53	2,20	1,85	2,62	3,15	1,200	0,212356	0,533333	0,653846	0,974823	0,218

Fonte – Elaboração Própria

É importante ressaltar que os valores mais próximos de 1 na coluna grau de semelhança no Quadro 8 e no Quadro 9, indicam uma semelhança grande entre

**Figura 47** – Grau de Semelhança no Pré e Pós Testes do Grupo Experimental

**Fonte: Elaboração própria**

os dois momentos, por isso, não considera ganhos, já que são iguais.

Essas conclusões e demonstrações, utilizando a lógica fuzzy, que apontaram para diferenças não reconhecidas pelas análises com a lógica clássica, motivaram o seu uso na aplicação dos modelos propostos nesse trabalho, apresentados a partir da seção 4.4.

### 4.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida pelo método *Design Science* (DS). Por se tratar de um método que detalha as suas etapas com precisão e por possuir como resultado o aprimoramento do objeto de estudo, de acordo com Lacerda et al. (2013), o Quadro 10 apresenta essas etapas e seu relacionamento com o presente estudo.

**Quadro 10** – Etapas desta pesquisa segundo o DSR, de acordo com Takeda et al. (1990)

Etapa da pesquisa	Relação com a pesquisa	Saída
Conscientização do Problema	Capítulo 1, Capítulo 2 e Capítulo 3	A questão do problema formulada e o delineamento da pesquisa.
Sugestão	seção 4.1, seção 4.2 e seção 4.3	Modelo Fuzzy-Oraculous.
Desenvolvimento	seção 4.4 e subseção 4.1.1	Aplicação do Modelo Fuzzy-Oraculous e desenvolvimento da ferramenta Oraculous.
Avaliação	seção 4.4	Índices para tomada de decisão para a melhoria do mecanismo Oraculous.
Conclusão	Capítulo 5	Os resultados e tomada de decisão para melhoria e aprimoramento do Modelo Fuzzy-Oraculous, bem como a divulgação em formato de tese e artigos do presente trabalho.

Fonte – Elaboração própria

Para a avaliação do modelo a definição dos grupos e questionários foram organizados, conforme demonstrado no Quadro 11, de acordo com o descrito no Capítulo 3, na seção 3.2.

**Quadro 11** – Organização dos questionários e grupos para avaliar o Modelo Fuzzy-Oraculous

Questionários	Grupos	Qtd de questões	Qtd de participantes
Peso dos Especialistas	Cognição	5	18
Peso dos Especialistas	Qualidade de software	5	20
Influência dos Pilares da Combinação Social	Cognição	9	18
Influência dos critérios de qualidade de software	Qualidade de software	30	20
Importância dos critérios de qualidade de software	Qualidade de software	21	15
Presença dos critérios de qualidade de software	Qualidade de software	21	15

Fonte – Elaboração Própria

As dimensões de cada questão são apresentadas conforme o Quadro 12 para o questionário referente à influência dos pilares da combinação social, o Quadro 13 para o questionário referente aos critérios de qualidade de software e, por fim, o Quadro 14

para os avaliar a importância e a presença desses critérios. As questões de cada um desses questionários estão descritas com suas dimensões nos Apêndice C, Apêndice D e Apêndice E, respectivamente.

**Quadro 12** – Dimensões da Influência dos Pilares da Combinação Social

<b>Dimensão</b>	<b>Questão</b>
Observação/ZDP	Q1 e Q7
Observação/FRP	Q2 e Q8
ZDP/FRP	Q3 e Q9
ZDP/Observação	Q4
FRP/ZDP	Q5
FRP/Observação	Q6

Fonte – Elaboração Própria

**Quadro 13** – Dimensões da Influência dos Critérios da Qualidade de Software

<b>Dimensão</b>	<b>Questão</b>
Funcionalidade/Confiabilidade	Q1
Funcionalidade/Usabilidade	Q2
Funcionalidade/Eficiência	Q3
Funcionalidade/Manutenibilidade	Q4
Funcionalidade/Portabilidade	Q5
Confiabilidade/Usabilidade	Q6
Confiabilidade/Eficiência	Q7
Confiabilidade/Manutenibilidade	Q8
Confiabilidade/Portabilidade	Q9
Confiabilidade/Funcionalidade	Q16
Usabilidade/Eficiência	Q10
Usabilidade/Manutenibilidade	Q11
Usabilidade/Portabilidade	Q12
Usabilidade/Funcionalidade	Q17
Usabilidade/Confiabilidade	Q18
Eficiência/Manutenibilidade	Q13
Eficiência/Portabilidade	Q14
Eficiência/Funcionalidade	Q19
Eficiência/Confiabilidade	Q20
Eficiência/Usabilidade	Q21
Manutenibilidade/Portabilidade	Q15
Manutenibilidade/Funcionalidade	Q22
Manutenibilidade/Confiabilidade	Q23
Manutenibilidade/Usabilidade	Q24
Manutenibilidade/Eficiência	Q25
Portabilidade/Funcionalidade	Q26
Portabilidade/Confiabilidade	Q27
Portabilidade/Usabilidade	Q28
Portabilidade/Eficiência	Q29
Portabilidade/Manutenibilidade	Q30

Fonte – Elaboração Própria

**Quadro 14** – Dimensões da Importância e da Presença dos Critérios da Qualidade de Software no Oraculous

<b>Dimensão</b>	<b>Questão</b>
Funcionalidade - Adequação	Q1
Funcionalidade - Acurácia	Q2
Funcionalidade - Interoperabilidade	Q3
Funcionalidade - Segurança	Q4
Confiabilidade - Recuperabilidade	Q6
Confiabilidade - Tolerância a Falhas	Q5
Eficiência - Comportamento em relação ao tempo	Q14
Eficiência - Conformidade	Q16
Eficiência - Utilização de recursos	Q15
Manutenibilidade - Estabilidade	Q17
Manutenibilidade - Testabilidade	Q18
Portabilidade - Adaptabilidade	Q19
Portabilidade - Capacidade de ser substituído	Q21
Portabilidade - Coexistência	Q20
Usabilidade - Apreensibilidade	Q8
Usabilidade - Atratividade	Q10
Usabilidade - Conformidade - Acessibilidade	Q11
Usabilidade - Inteligibilidade	Q7
Usabilidade - Navegabilidade - Semântica	Q13
Usabilidade - Navegabilidade - Sintática	Q12
Usabilidade - Operabilidade	Q9

Fonte – Elaboração Própria

#### 4.4 APLICAÇÃO DO MODELO FUZZY-ORACULOUS

A aplicação do modelo Fuzzy-Oraculous foi dividida em 9 (nove) etapas, de acordo com a representação da Figura 30, o objetivo é avaliar a influência dos pilares de combinação social sobre a cognição, bem como a influência, a importância e a presença das características de qualidade de software, a fim de estabelecer índices de melhorias do sistema de combinação social - Oraculous.

Para avaliar essa influência, a coleta de dados foi realizada em dois momentos antes e depois do uso do SCS - Oraculous. Para avaliar a presença e a importância a coleta dos dados foi realizada após o uso do SCS - Oraculous.

##### 4.4.1 Primeira Etapa: Determinação das Variáveis Linguísticas do Modelo

Nesta etapa, as variáveis linguísticas foram determinadas através de uma revisão bibliográfica que permitiu identificar 3 (três) pilares de combinação social, segundo as teorias de aprendizagem, descrita na seção 2.2: **observação, interação social, conceito de ZDP de Vygotsky (2001), através da combinação social e formação de rede de pares (FRP)**, e 6 (seis) características de qualidade de produto de software, segundo a norma NBR ISO/9126-1 (2003): **funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade**.

##### 4.4.2 Segunda Etapa: Escolha dos Termos Linguísticos a serem utilizados

A Tabela 6, a Tabela 7 e a Tabela 8 mostram os termos linguísticos e suas respectivas descrições, bem como o seu universo de discurso totalizando 9 (nove) variáveis de entrada para avaliação. Esse universo de discurso é simbolizado pelo eixo  $x$  na representação geométrica e são os valores assumidos pelas variáveis linguísticas de entrada.

A Tabela 6 apresenta os termos linguísticos para avaliação da influência das 3 (três) variáveis, vinculadas aos pilares de combinação social: **observação, Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e Formação de Rede de Pares (FRP)**; e dos critérios de qualidade do produto de software vinculados a análise das 6 (seis) variáveis relacionadas às características de qualidade de produto de software, segundo a norma NBR ISO/9126-1 (2003): **funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade**.

Além da influência em relação à qualidade do produto de software é avaliado o grau de importância e de presença, dessas características de qualidade de produto de software no contexto da combinação social, como mostra a Tabela 7 e a Tabela 8, respectivamente.

**Tabela 5** – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da **Influência dos Pilares de Combinação Social**

Universo de Discurso	Sigla	Termo Linguístico	Descrição*
0,00	SI	Sem Influência	indica que não há influência
1,00	AI	Às vezes Influencia	indica que em alguns momentos pode haver influência
2,00	IM	Influência Moderada	indica uma influência moderada
3,00	IC	Influência Considerável	indica que existe influência
4,00	II	Influência Indispensável	indica uma influência considerável

**Fonte** – Elaboração Própria

**Tabela 6** – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da **Influência dos Critérios de Qualidade de Software**

Universo de Discurso	Sigla	Termo Linguístico	Descrição*
0,00	DT	Discordo Totalmente	indica que não há influência
1,00	DP	Discordo Parcialmente	indica que em alguns momentos pode haver influência
2,00	IN	Indiferente	indica dúvida sobre a existência de influência
3,00	CP	Concordo Parcialmente	indica que existe influência
4,00	CT	Concordo Totalmente	indica uma influência considerável

**Fonte** – Elaboração Própria

**Tabela 7** – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da **Importância** da Qualidade do Produto de Software

Universo de Discurso	Sigla	Termo Linguístico	Descrição*
0,00	NI	Não Importa	indica que não há importância
1,00	PI	Pouco Importa	indica que em alguns momentos pode haver importância
2,00	IM	Importante	indica que a importância deve ser considerada
3,00	MI	Muito Importante	indica que existe muita importância
4,00	IN	Indispensável	indica uma importância muito considerável

**Fonte** – Elaboração Própria

**Tabela 8** – Universo de Discurso e Termos Linguísticos da **Presença** da Qualidade do Produto de Software

Universo de Discurso	Sigla	Termo Linguístico	Descrição*
0,00	NS	Não Sei	indica que desconhece a presença ou não
1,00	AU	Ausente	indica ausência
2,00	MP	Moderadamente Presente	indica uma moderada presença
3,00	PR	Presente	indica que está presente
4,00	PP	Plenamente Presente	indica uma presença considerável

**Fonte** – Elaboração Própria

**Nota** – (\*) Todas as descrições destas tabelas são em relação ao critério avaliado.

#### 4.4.3 Terceira Etapa: Elaboração dos Questionários estruturados

Nessa etapa, foram elaborados 6(seis) questionários estruturados para avaliar: o peso dos especialistas da cognição, disponível no Apêndice A, avaliar o grau de influência dos pilares de combinação social sobre a cognição, disponível no Apêndice C, o peso dos especialistas da qualidade de produto de software, disponível no Apêndice B, o grau de influência das características da qualidade de produto de software, disponível no Apêndice D, o grau de importância e de presença das características da qualidade de produto de software no SCS - Oraculous, disponível no Apêndice E.

O questionário estruturado que avalia o peso dos especialistas da cognição contém 5 (cinco) perguntas e o questionário que avalia o grau de influência sobre a cognição contém 9(nove) questões. Os mesmos foram respondidos por 18 (dezoito) participantes especialistas da cognição.

A Tabela 9 mostra a equivalência entre os termos linguísticos e as respostas do questionário estruturado que avalia o grau de influência dos pilares de combinação social sobre a cognição. As respostas foram criadas de modo que ficassem mais próximas do entendimento do respondente, por isso, precisou-se criar essa equivalência, mas normalmente as respostas são os próprios termos linguísticos.

**Tabela 9** – Equivalência entre os termos linguísticos e as respostas do grau de influência dos Pilares da Combinação Social

Sigla	Termo Linguístico	Cognição*
SI	Sem Influência	Não acho que ajude
AI	Às vezes Influencia	Às vezes pode ajudar
IM	Influência Moderada	Ajuda razoavelmente
IC	Influência Considerável	Considero importante
II	Influência Indispensável	Considero indispensável

**Fonte** – Elaboração Própria

*Observação: (\*) => Resposta do Questionário*

O questionário estruturado que avalia o peso dos especialistas da qualidade de produto de software contém 5 (cinco) perguntas, o questionário que avalia o grau de influência sobre a qualidade de produto de software contém 30(trinta) questões e os questionários que avaliam a importância e a presença da qualidade de produto de software possuem 21 (vinte e uma) questões.

O questionário que avalia a influência da qualidade de produto de software foram respondidos por 20 (vinte) participantes especialistas da qualidade de produto de software.

Para o caso da avaliação do grau de importância e de presença da qualidade de software, foram selecionadas pessoas do grupo da cognição, do grupo da qualidade de software e pessoas que não participaram de nenhuma etapa, com conhecimentos na área de

Informática. Nesse grupo, participaram 15(quinze) respondentes especialistas da qualidade de produto de software.

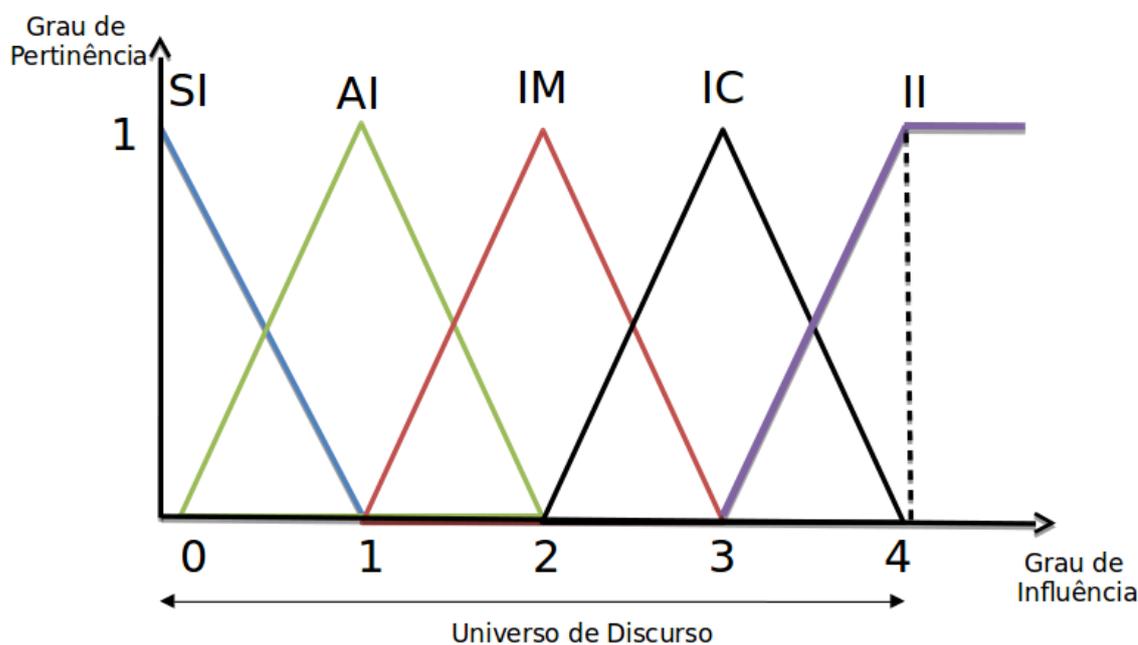
No caso da avaliação da importância e da presença da qualidade de produto de software, os termos linguísticos foram iguais as opções de repostas desses questionários.

#### 4.4.4 Quarta Etapa: Criação das Funções de Pertinências para os Termos Fuzzy apresentados

A representação fuzzy escolhida, para as avaliações imprecisas e subjetivas das opiniões dos especialista da cognição, foi os conjuntos fuzzy (funções de pertinência) triangulares, como mostrado na Figura 48, pela capacidade que possuem de representar essa incerteza e para que seja computada facilmente pelo computador.

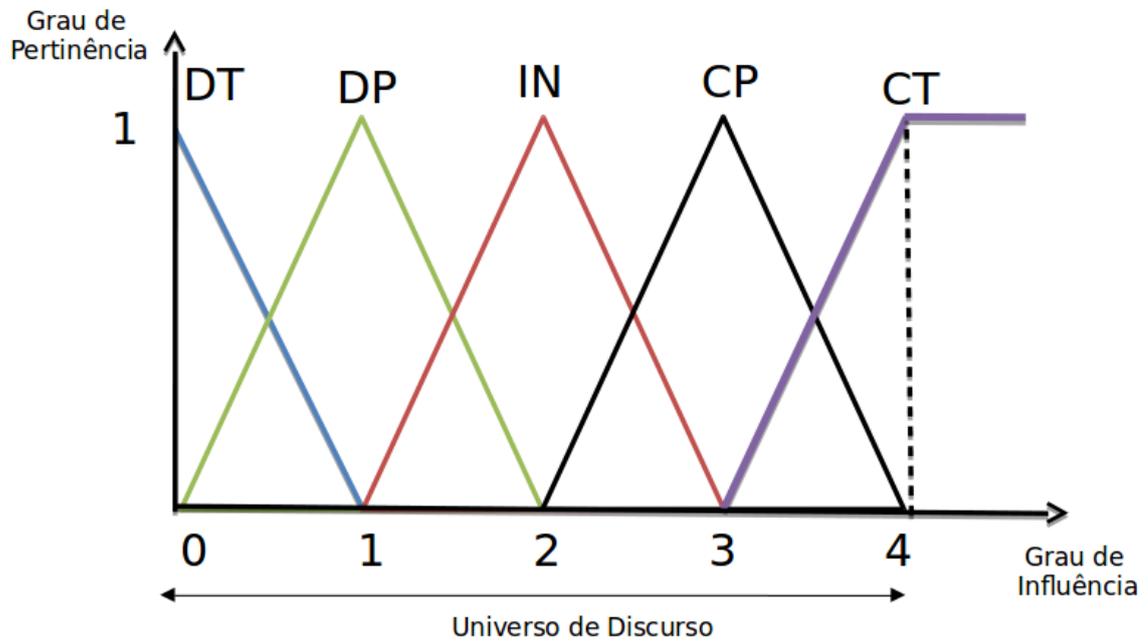
A Figura 50 e a Figura 51 mostram a representação gráfica dos termos linguísticos do grau de importância e de presença dos critérios de qualidade do produto de software.

**Figura 48** – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de influência dos pilares da combinação social



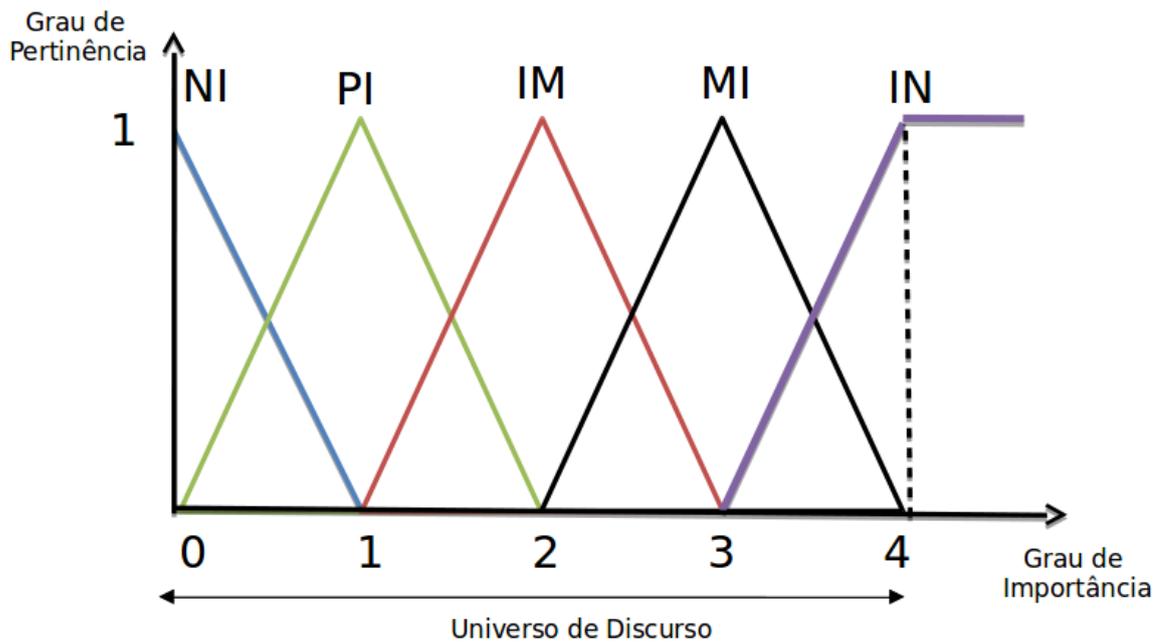
Fonte: Elaboração Própria

**Figura 49** – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de influência dos critérios de qualidade de software



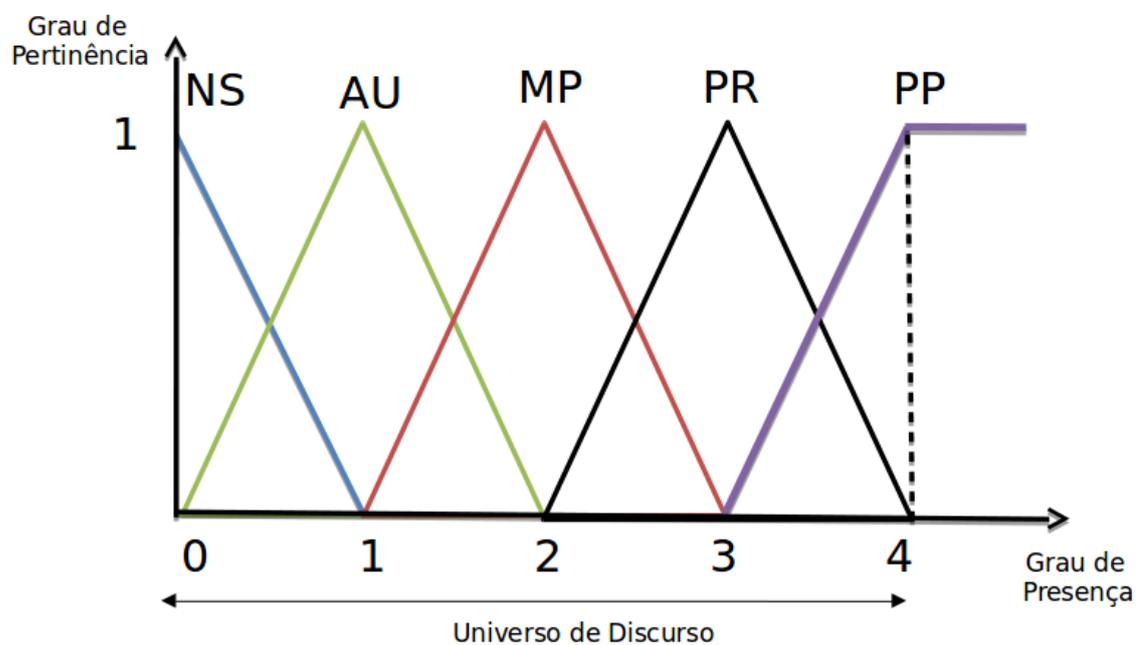
Fonte: Elaboração Própria

**Figura 50** – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de **Importância** dos critérios de qualidade do produto de software



Fonte: Elaboração Própria

**Figura 51** – Conjuntos fuzzy (Funções de pertinência) dos termos linguísticos do grau de **Presença** dos critérios de qualidade do produto de software



Fonte: Elaboração Própria

A Tabela 10 mostra a relação entre os valores dos termos linguísticos, os números triangulares fuzzy e o grau de influência dos pilares de combinação social

A Tabela 11 apresenta a relação entre os valores dos termos linguísticos, os números triangulares fuzzy e o grau de influência dos critérios de qualidade de software.

A Tabela 12 mostra a relação entre os valores dos termos linguísticos, os números triangulares fuzzy e o grau de importância dos critérios de qualidade do produto de software.

A Tabela 13 apresenta a relação entre os valores dos termos linguísticos, os números triangulares fuzzy e o grau de presença dos critérios de qualidade do produto de software.

**Tabela 10** – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da **Influência** dos Pilares de Combinação Social

Valor do termo fuzzy	Nº Triangular fuzzy	Sigla	Grau de Influência
4	(3,4,4)	II	Influência Indispensável
3	(2,3,4)	IC	Influência Considerável
2	(1,2,3)	IM	Influência Moderada
1	(0,1,2)	AI	Às vezes Influencia
0	(0,0,1)	SI	Sem Influência

**Fonte** – Elaboração Própria

**Tabela 11** – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da **Influência** dos Critérios de Qualidade de Produto de Software

Valor do termo fuzzy	Nº Triangular fuzzy	Sigla	Grau de Influência
4	(3,4,4)	CT	Concordo Totalmente
3	(2,3,4)	CP	Concordo Parcialmente
2	(1,2,3)	IN	Indiferente
1	(0,1,2)	DP	Discordo Parcialmente
0	(0,0,1)	DT	Discordo Totalmente

**Fonte** – Elaboração Própria

**Tabela 12** – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da **Importância** dos Critérios da Qualidade de Software

Valor do termo fuzzy	$N^{\circ}$ Triangular fuzzy	Sigla	Grau de Importância
4	(3,4,4)	IN	Indispensável
3	(2,3,4)	MI	Muito Importante
2	(1,2,3)	IM	Importante
1	(0,1,2)	PI	Pouco Importa
0	(0,0,1)	NI	Não Importa

**Fonte** – Elaboração Própria

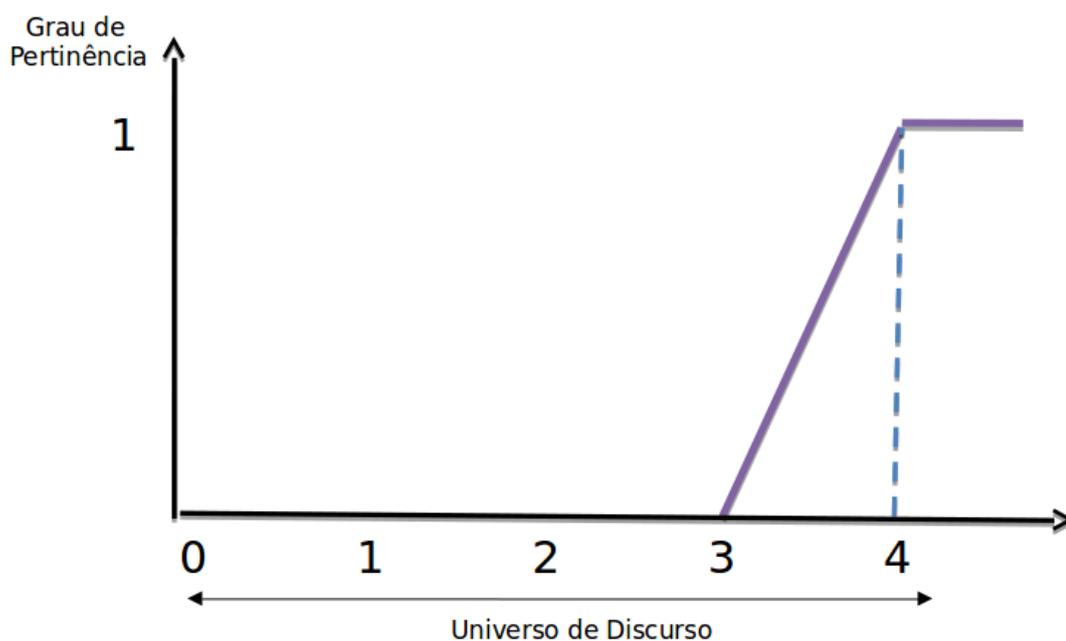
**Tabela 13** – Números fuzzy triangulares correspondentes aos conjuntos fuzzy da **Presença** dos Critérios da Qualidade de Software

Valor do termo fuzzy	$N^{\circ}$ Triangular fuzzy	Sigla	Grau de Presença
4	(3,4,4)	PP	Plenamente Presente
3	(2,3,4)	PR	Presente
2	(1,2,3)	MP	Moderadamente Presente
1	(0,1,2)	AU	Ausente
0	(0,0,1)	NS	Não Sei

**Fonte** – Elaboração Própria

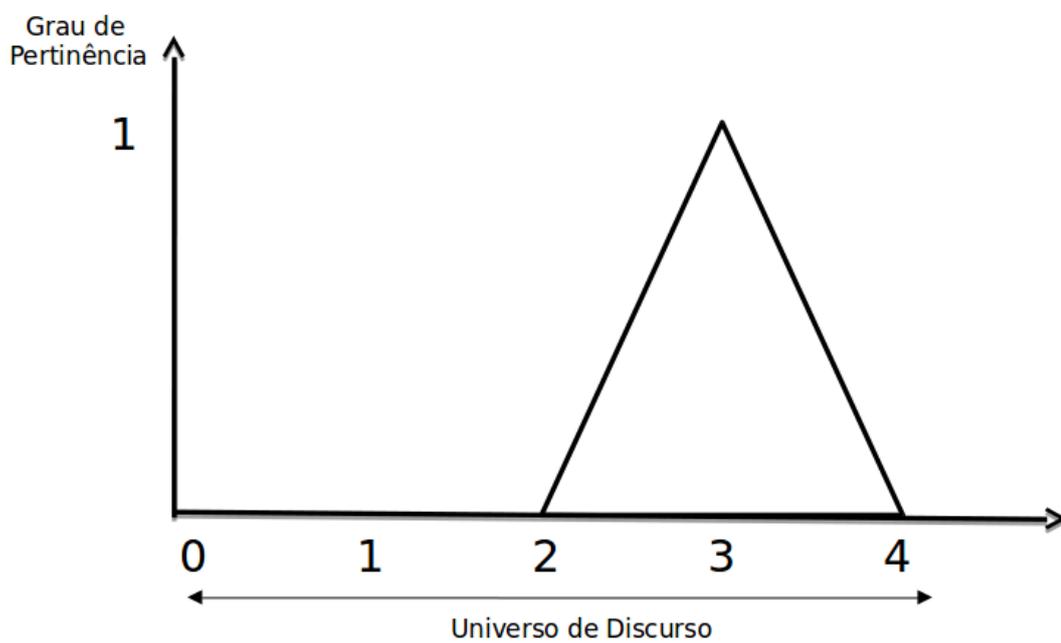
A Figura 52 ilustra o conjunto fuzzy triangular (3,4,4) correspondente aos termos linguísticos: **II - Influência Indispensável**, **CT - Concordo Totalmente**, **IN - Indispensável** e **PP - Plenamente Presente**. A Figura 53 apresenta o conjunto fuzzy triangular (2,3,4) correspondente ao termo linguístico: **IC - Influência Considerável**, **CT - Concordo Parcialmente**, **MI - Muito Importante** e **PR - Presente**. A Figura 54 ilustra o conjunto fuzzy triangular (1,2,3) correspondente ao termo linguístico: **IM - Influência Moderada**, **IN - Indiferente**, **IM - Importante** e **MP - Moderadamente Presente**. A Figura 55 mostra o conjunto fuzzy triangular (0,1,2) correspondente ao termo linguístico: **AI - Às vezes Influencia**, **DP - Discordo Parcialmente**, **PI - Pouco Importa** e **AU - Ausente**. A Figura 56 ilustra o conjunto fuzzy triangular (0,0,1) correspondente ao termo linguístico: **SI - Sem Influência**, **DT - Discordo Totalmente**, **NI - Não Importa** e **NS - Não Sei**.

Figura 52 – Representação do conjunto fuzzy (3,4,4)



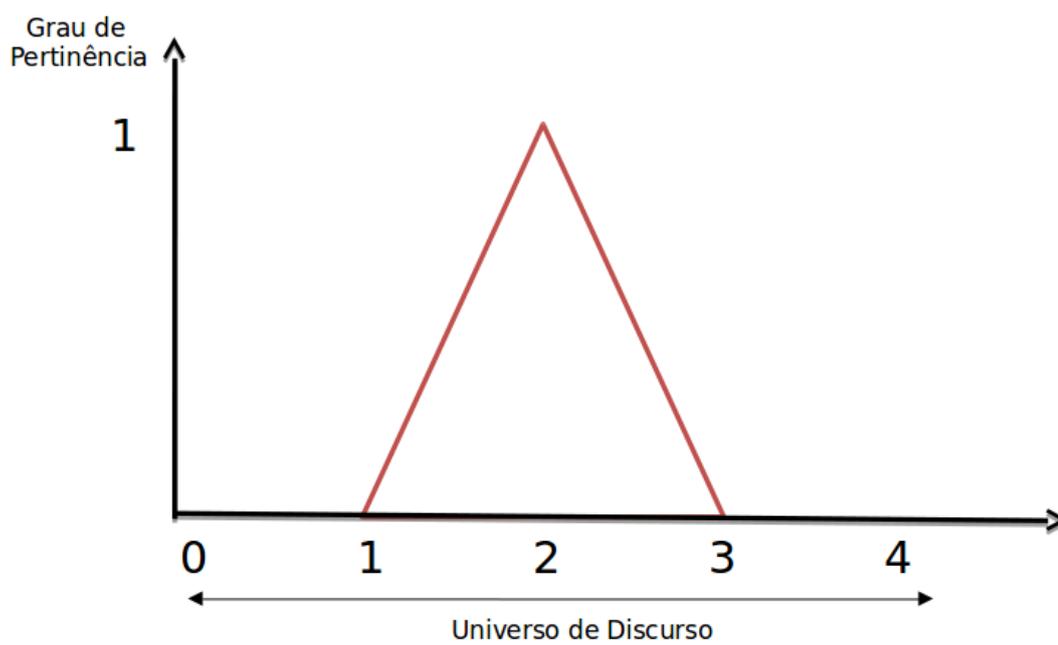
Fonte: Elaboração Própria

**Figura 53** – Representação do conjunto fuzzy (2,3,4)



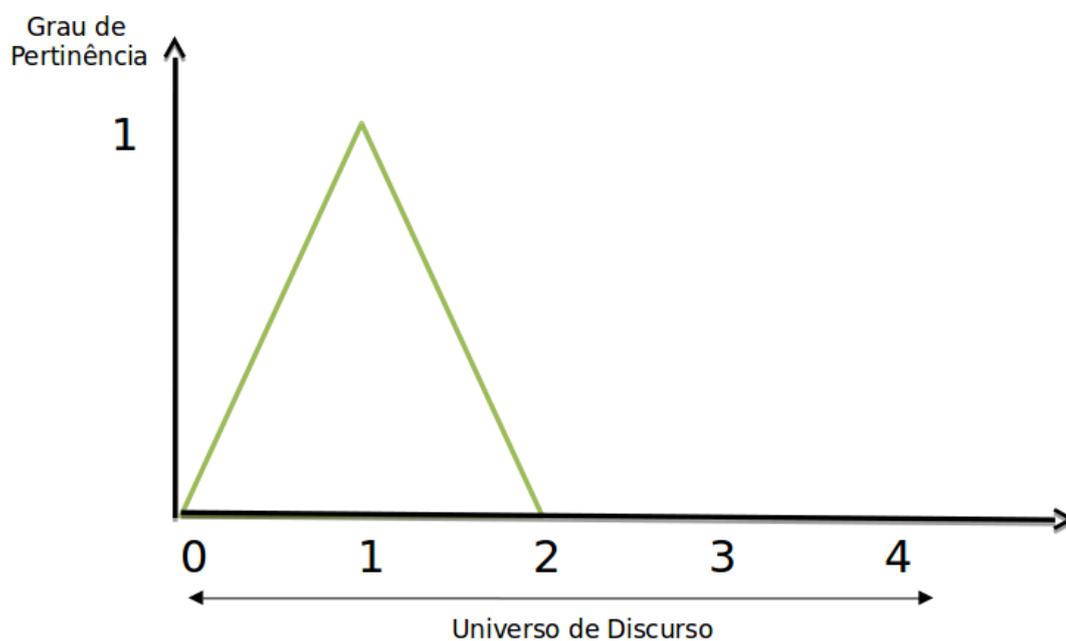
Fonte: Elaboração Própria

**Figura 54** – Representação do conjunto fuzzy (1,2,3)



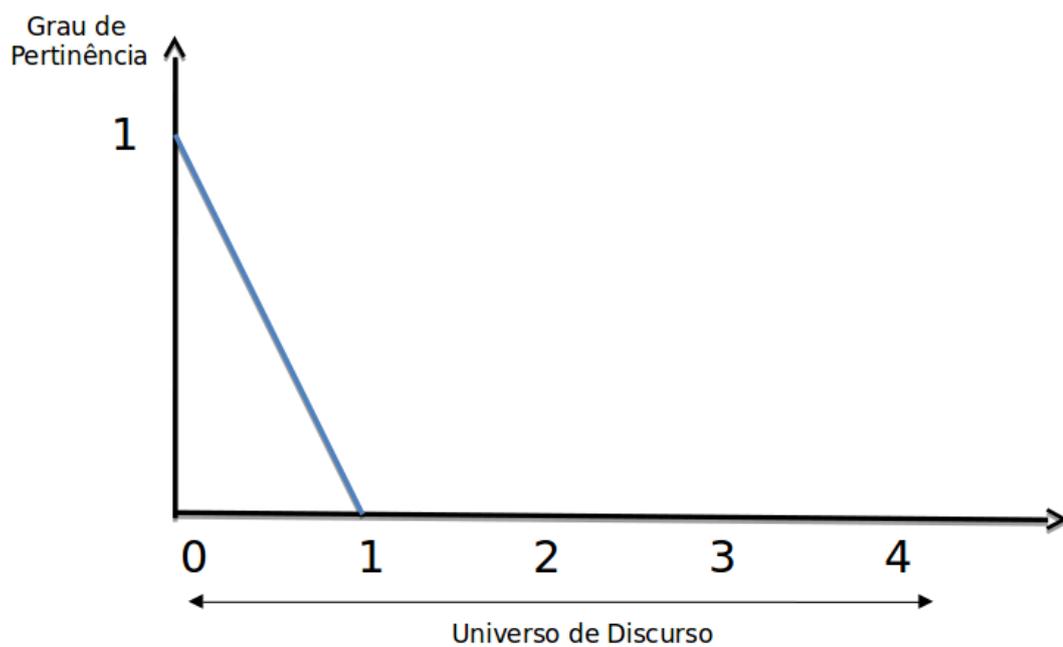
Fonte: Elaboração Própria

**Figura 55** – Representação do conjunto fuzzy (0,1,2)



Fonte: Elaboração Própria

**Figura 56** – Representação do conjunto fuzzy (0,0,1)



Fonte: Elaboração Própria

#### 4.4.5 Quinta Etapa: Aplicação dos Questionários Estruturados a Amostra definida

Nesta etapa, os questionários estruturados de influência dos pilares da combinação social foram aplicados à amostra apresentada composta por 18 (dezoito) especialistas da cognição.

Para a identificação dos pesos e dos coeficientes dos especialistas foram usadas diferentes escalas de medição, atribuídas de acordo com os itens de interesse levantados: nível de experiência, conhecimento e prática com avaliação cognitiva e ZDP, bem como participação em redes sociais com intuito de aprender. Cada item avaliado recebeu uma pontuação subjetiva entre 0 e 1, conforme pode ser verificado na Tabela 14.

**Tabela 14** – Peso dos Especialistas da Cognição

Itens	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	
Experiência	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,75	0,50	1,00	1,00	0,75	0,00	0,50	1,00	1,00	0,50	
Experiência e Prática	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,75	0,00	1,00	1,00	0,75	0,25	0,75	1,00	0,00	0,25	
Conhecimento	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,25	0,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	0,50	0,25	0,75	1,00	1,00	0,50	
Conhecimento e Prática	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	0,25	0,00	1,00	0,75	0,00	1,00	1,00	0,75	0,00	1,00	1,00	1,00	0,50	
Participação em Redes Sociais	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	1,00	0,75	0,50	1,00	
<b>Σ respostas dos Especialistas</b>	<b>5,00</b>	<b>3,50</b>	<b>2,75</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,50</b>	<b>1,00</b>	<b>4,75</b>	<b>4,00</b>	<b>2,50</b>	<b>4,75</b>	<b>5,00</b>	<b>3,75</b>	<b>0,50</b>	<b>4,00</b>	<b>4,75</b>	<b>3,50</b>	<b>2,75</b>	<b>Σ= 64,00</b>
<b>Peso dos Especialista</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>Σ= 1,00</b>

Fonte – Elaboração Própria

Os questionários estruturados de influência dos critérios de qualidade de produto de software foram aplicados à amostra apresentada composta por 20 (vinte) participantes especialistas da qualidade de software. Já os questionários estruturados de importância e presença dos critérios de qualidade de produto de software foram aplicados à amostra composta por 15 (quinze) respondentes também especialistas da qualidade de software, que é um subgrupo do grupo de influência desses critérios de qualidade.

Para a identificação dos pesos e dos coeficientes dos especialistas foram usadas diferentes escalas de medição, atribuídas de acordo com os itens de interesse levantados: nível de atuação, tempo de experiência, prática em qualidade de software, experiência na avaliação envolvendo qualidade de software e nível de conhecimento na área de Informática. Cada item avaliado recebeu uma pontuação subjetiva entre 0 e 1, conforme pode ser verificado na Tabela 15 para os especialistas que avaliaram a influência dos critérios de qualidade do produto de software e na Tabela 16 para os especialistas que avaliaram a importância e a presença dos critérios de qualidade de produto de software no sistema de combinação social, Oraculous.

**Tabela 15** – Peso dos Especialistas de Qualidade de Software para avaliar a influência da qualidade

Itens	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	
Nível de atuação	1,00	1,00	0,50	0,25	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Tempo de Experiência	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	
Prática em Qualidade de Software	1,00	1,00	1,00	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Experiência na Qualidade de Software	0,25	1,00	0,25	0,25	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	
Nível de conhecimento	1,00	1,00	0,50	0,25	0,25	0,50	1,00	0,75	0,25	0,75	0,50	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,75	0,50	0,25	0,25	
<b>Σ respostas dos Especialistas</b>	<b>4,25</b>	<b>5,00</b>	<b>3,25</b>	<b>1,75</b>	<b>2,75</b>	<b>3,25</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>2,25</b>	<b>3,25</b>	<b>3,25</b>	<b>2,50</b>	<b>2,25</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>2,75</b>	<b>3,50</b>	<b>3,25</b>	<b>2,25</b>	<b>2,75</b>	<b>Σ= 63,25</b>
<b>Peso dos Especialista</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>Σ= 1,00</b>

Fonte – Elaboração Própria

**Tabela 16** – Peso dos Especialistas de Qualidade de Software para avaliar a **importância** e a **presença** dos critérios de qualidade no Oraculous

Itens	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	
Nível de atuação	1,00	1,00	0,50	0,25	0,75	0,75	0,50	0,25	0,25	0,50	0,25	0,50	0,00	0,00	0,00	
Tempo de Experiência	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	
Prática em Qualidade de Software	1,00	1,00	1,00	0,25	0,75	0,25	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	
Experiência na Qualidade de Software	0,25	1,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Nível de conhecimento	1,00	1,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,75	0,50	0,25	0,50	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	
$\Sigma$ respostas dos Especialistas	4,25	5,00	3,25	1,75	2,75	2,25	3,25	2,50	2,25	3,00	2,75	2,25	0,00	0,00	0,00	$\Sigma =$ 35,25
Peso dos Especialista	0,12	0,14	0,09	0,05	0,08	0,06	0,09	0,07	0,06	0,09	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00	$\Sigma =$ 1,00

Fonte – Elaboração Própria

O coeficiente de influência dos especialistas, referente ao peso dos especialistas da cognição foi calculado a partir da divisão da somatória das pontuações subjetivas recebidas por item pela somatória total das pontuações recebidas de todos os respondentes ( $\Sigma = 64,0$ ), de acordo com a Equação 4.1. Da mesma maneira, foi calculado o coeficiente dos especialistas de qualidade de software.

$$CI_{especialistas_i} = \frac{\sum_{i=1}^9 Avalia\c{c}oesItensEspecialistas_i}{\sum_{i=1}^{18} Avalia\c{c}oesEspecialistas} \quad (4.1)$$

Onde:

$CI_{especialistas_i}$  é o coeficiente de influência do especialista  $i$ ;

$\sum_{i=1}^9 Avalia\c{c}oesItensEspecialistas_i$  é a soma das respostas do especialista  $i$  e

$\sum_{i=1}^{18} Avalia\c{c}oesEspecialistas$  é a soma das respostas de todos os especialistas.

Por exemplo, a Equação 4.2 toma por base o especialista da cognição **E01** :

$$CI_{especialistas_1} = \frac{5,0}{64,0} = 0,08 \quad (4.2)$$

#### 4.4.6 Sexta Etapa: Coleta e Tabulação de Dados

As respostas obtidas através do processo de fuzzificação, geradas a partir dos questionários aplicados aos respondentes especialistas no desenvolvimento desta pesquisa foram coletadas e tabuladas, utilizando o Ms-Excel para fazer tais tabulações e cálculos.

A agregação das opiniões fuzzy foi obtida através da fórmula da média fuzzy. Neste caso, considerou-se a avaliação fuzzy de cada especialista da cognição e da qualidade de software respondente por critério  $(Aval)_{crit}$ , ponderada pelo coeficiente de influência dos especialistas  $(CI_{especialistas_i})$ , obtendo-se assim os triângulos fuzzy agregados  $(a_1, a_2, a_3)_{agreg}$  que na Tabela 17 e na Tabela 18, aparecem representados na coluna "Número Fuzzy

Triangular", a partir da Equação 4.3.

$$(a_1, a_2, a_3) = \sum_{i=1}^{18} \sum_{j=1}^9 CI_{especialistas_i} * Aval_{crit_j} \tag{4.3}$$

Onde:  $CI_{especialistas_i}$  é o coeficiente dos especialistas;  $Aval_{crit_j}$  é a resposta de cada especialista.

**Tabela 17** – Grau de Influência dos pilares de combinação social, considerando o peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous

Questão	Especialistas da Cognição																		Número Fuzzy			Valor	Valor
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	Triangular	Crisp	Normal		
Q1	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4	3	3	2,39	3,39	3,99	3,29	1,00
Q2	3	2	3	4	3	3	1	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	2,20	3,20	3,91	3,13	0,95
Q3	2	3	4	3	4	3	2	2	3	3	3	3	4	4	2	4	3	3	2,03	3,03	3,77	2,97	0,90
Q4	4	3	3	4	3	3	3	1	4	4	3	3	3	4	3	4	2	3	2,14	3,14	3,80	3,05	0,93
Q5	2	3	1	4	3	4	4	1	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	2,07	3,07	3,69	2,98	0,91
Q6	3	3	2	2	3	1	3	4	3	3	3	3	3	0	1	3	2	3	1,71	2,70	3,63	2,69	0,82
Q7	4	3	4	4	3	3	1	3	2	4	3	1	2	0	4	4	4	2	2,06	3,05	3,63	2,95	0,90
Q8	3	2	4	3	3	3	1	3	2	3	3	1	2	1	4	4	3	2	1,76	2,76	3,58	2,71	0,83
Q9	2	1	3	3	4	2	0	3	3	3	2	0	2	1	2	4	4	3	1,60	2,50	3,30	2,48	0,75

Fonte – Elaboração Própria

**Tabela 18** – Grau de Influência dos critérios de qualidade de produto de software, considerando o peso - antes do uso do Oraculous

Questão	Especialistas de Qualidade de Software																				Número Fuzzy			Valor	Valor
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	Triangular	Crisp	Normal		
Q1	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	2,62	3,62	4,00	3,46	1,00	
Q2	4	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2,08	3,08	3,93	3,04	0,88	
Q3	3	3	3	2	3	4	1	1	3	3	3	1	3	1	3	3	3	1	3	1,50	2,50	3,45	2,49	0,72	
Q4	0	0	3	0	3	1	1	0	1	2	1	4	0	1	1	1	4	0	2	0	0,56	1,19	2,09	1,26	0,36
Q5	3	3	4	4	2	3	0	4	3	3	1	4	4	4	3	4	0	0	4	1,96	2,80	3,38	2,73	0,79	
Q6	0	3	3	0	2	1	0	1	0	1	1	3	1	3	1	0	0	0	0	0,48	1,05	2,05	1,16	0,33	
Q7	3	3	4	4	2	2	0	3	3	2	2	4	4	1	1	3	3	1	2	0	1,40	2,28	3,13	2,27	0,66
Q8	0	3	3	0	3	1	0	1	0	2	1	3	2	0	2	0	3	0	0	0,67	1,25	2,25	1,35	0,39	
Q9	0	4	4	0	2	3	1	2	1	1	1	3	2	3	2	3	3	0	1	0	1,06	1,87	2,74	1,89	0,55
Q10	0	4	4	4	2	3	0	2	3	2	3	3	4	1	1	3	3	3	0	3	1,49	2,32	3,12	2,31	0,67
Q11	0	3	3	2	3	3	0	1	3	2	1	4	0	1	2	1	1	0	0	0	0,77	1,46	2,42	1,53	0,44
Q12	0	1	3	0	2	4	0	1	1	3	1	4	4	3	2	2	1	1	0	0	0,81	1,57	2,44	1,60	0,46
Q13	0	3	4	2	2	3	0	1	1	2	3	3	1	1	2	3	3	0	3	0	1,04	1,80	2,75	1,85	0,53
Q14	0	3	4	2	2	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	3	1,47	2,35	3,25	2,36	0,68
Q15	0	3	4	4	3	1	1	1	4	2	1	4	3	3	3	1	1	0	3	3	1,18	2,06	2,91	2,05	0,59
Q16	4	0	4	4	3	3	1	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	1	4	4	2,13	3,05	3,52	2,93	0,85
Q17	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	2,21	3,21	3,93	3,14	0,91
Q18	0	3	2	1	3	2	1	2	1	2	0	3	0	1	1	2	0	0	0	1	0,59	1,30	2,30	1,37	0,40
Q19	3	3	4	4	3	2	1	3	3	2	3	3	0	1	3	3	3	3	3	3	1,67	2,63	3,55	2,62	0,76
Q20	4	4	4	4	3	4	1	2	2	2	1	4	1	3	1	3	0	0	1	3	1,46	2,36	3,04	2,30	0,67
Q21	0	3	2	3	3	3	1	4	2	2	3	3	1	3	3	2	1	3	3	3	1,43	2,36	3,29	2,36	0,68
Q22	0	4	3	4	3	4	1	1	3	2	1	4	3	3	3	1	0	0	3	3	1,32	2,15	2,95	2,14	0,62
Q23	0	3	4	4	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	2	0	0	2	1	1,17	2,00	2,92	2,02	0,58	
Q24	0	3	2	2	2	1	1	3	1	2	1	4	2	0	3	1	0	0	2	1	0,76	1,54	2,50	1,58	0,46
Q25	0	3	4	4	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	3	3	1	0	1	3	1,47	2,35	3,23	2,35	0,68
Q26	0	3	3	4	3	3	1	3	3	3	1	4	4	3	3	3	3	1	3	3	1,62	2,55	3,45	2,54	0,73
Q27	3	1	4	4	3	3	1	3	2	4	1	4	4	3	3	4	3	1	0	3	1,64	2,60	3,35	2,55	0,74
Q28	0	3	3	4	3	2	3	3	2	3	1	3	3	3	3	2	3	1	1	3	1,49	2,42	3,39	2,43	0,70
Q29	0	3	3	3	3	1	1	2	3	2	1	3	3	1	3	3	2	0	0	3	1,07	1,92	2,92	1,96	0,56
Q30	0	3	1	2	3	2	1	0	1	2	1	3	1	0	2	1	0	0	0	0	0,50	1,13	2,13	1,22	0,35

Fonte – Elaboração Própria

Assim, a partir da Equação 4.3 o valor de  $a_1$  e  $a_3$  são obtidos a partir dos seguintes algoritmos. Para  $a_2$  aplica-se apenas a Equação 4.3. O valor de  $a_1$  representa o primeiro

vértice do triângulo, o valor  $a_2$  representa o ponto central do triângulo, e, por fim, o  $a_3$  é o segundo vértice do triângulo, todos no eixo  $x$ , como mostra Figura 57.

---

**Algoritmo 1: REGRA PARA O NÚMERO FUZZY TRIANGULAR  $a_1$** 

---

**Entrada:** Resposta do especialista

**Saída:** Resposta do especialista ajustada

**início**

**se**  $resposta > 0$  **então**

        | resposta - 1

**senão**

        | resposta

**fim**

**fim**

---

---

**Algoritmo 2: REGRA PARA O NÚMERO FUZZY TRIANGULAR  $a_3$** 

---

**Entrada:** Resposta do especialista

**Saída:** Resposta do especialista ajustada

**início**

**se**  $resposta < 4$  **então**

        | resposta + 1

**senão**

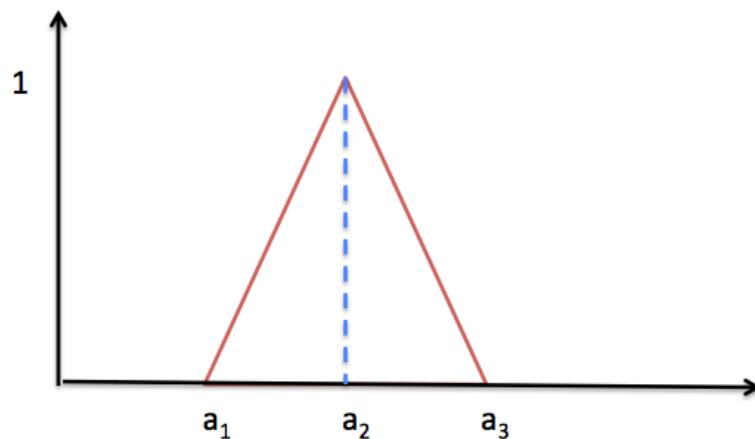
        | resposta

**fim**

**fim**

---

**Figura 57** – Representação dos Números Fuzzy Triangulares ( $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$ )



Fonte: Elaboração Própria

Obtém-se o seguinte cálculo como exemplo:

Seja o  $\tilde{A}(a_1, a_2, a_3)$  o conjunto fuzzy triangular com agregação das opiniões dos especialistas da cognição com peso antes do Oraculous referente a questão **Q1**, como segue:

$$a_1 = (3 \times 0,08) + (2 \times 0,05) + (3 \times 0,04) + (3 \times 0,08) + (2 \times 0,08) + (3 \times 0,02) + (3 \times 0,02) + (2 \times 0,07) + (2 \times 0,06) + (3 \times 0,04) + (2 \times 0,07) + (3 \times 0,08) + (3 \times 0,06) + (1 \times 0,01) + (2 \times 0,06) + (3 \times 0,07) + (2 \times 0,05) + (2 \times 0,04)$$

$$a_1 = 2,39$$

$$a_2 = (4 \times 0,08) + (3 \times 0,05) + (4 \times 0,04) + (4 \times 0,08) + (3 \times 0,08) + (4 \times 0,02) + (4 \times 0,02) + (3 \times 0,07) + (3 \times 0,06) + (4 \times 0,04) + (3 \times 0,07) + (4 \times 0,08) + (4 \times 0,06) + (2 \times 0,01) + (3 \times 0,06) + (4 \times 0,07) + (3 \times 0,05) + (3 \times 0,04)$$

$$a_2 = 3,39$$

$$a_3 = (4 \times 0,08) + (4 \times 0,05) + (4 \times 0,04) + (4 \times 0,08) + (4 \times 0,08) + (4 \times 0,02) + (4 \times 0,02) + (4 \times 0,07) + (4 \times 0,06) + (4 \times 0,04) + (4 \times 0,07) + (4 \times 0,08) + (4 \times 0,06) + (3 \times 0,01) + (4 \times 0,06) + (4 \times 0,07) + (4 \times 0,05) + (4 \times 0,04)$$

$$a_3 = 3,99$$

Importante informar que se o cálculo do exemplo acima for feito teremos algumas diferenças de décimos, pois os valores referente ao coeficiente do especialista está em fórmula no Excel, em que internamente é considerado uma quantidade maior do que duas casas decimais, o que nos fornece um valor mais preciso de arredondamento; por isso, considerem-se esses cálculos apenas como exemplo da aplicação do algoritmo e da Equação 4.3.

A Tabela 19 apresenta a avaliação do grau de influência sem considerar o peso dos especialistas da cognição para que na oitava etapa possa avaliar o índice de influência desse peso, justificando o seu uso no âmbito desta pesquisa.

**Tabela 19** – Grau de Influência dos pilares de combinação social sem considerar o peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous

Questão	Especialistas da Cognição																		Número Fuzzy			Valor	Valor
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	Triangular			Crisp	Normal
<b>Q1</b>	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4	3	3	2,33	3,33	3,94	3,24	1,00
<b>Q2</b>	3	2	3	4	3	3	1	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	2,06	3,06	3,83	3,00	0,93
<b>Q3</b>	2	3	4	3	4	3	2	2	3	3	3	3	4	4	2	4	3	3	2,06	3,06	3,78	2,99	0,92
<b>Q4</b>	4	3	3	4	3	3	3	1	4	4	3	3	3	4	3	4	2	3	2,17	3,17	3,83	3,08	0,95
<b>Q5</b>	2	3	1	4	3	4	4	1	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	2,11	3,11	3,72	3,01	0,93
<b>Q6</b>	3	3	2	2	3	1	3	4	3	3	3	3	3	0	1	3	2	3	1,56	2,50	3,44	2,50	0,77
<b>Q7</b>	4	3	4	4	3	3	1	3	2	4	3	1	2	0	4	4	4	2	1,89	2,83	3,44	2,75	0,85
<b>Q8</b>	3	2	4	3	3	3	1	3	2	3	3	1	2	1	4	4	3	2	1,61	2,61	3,44	2,57	0,79
<b>Q9</b>	2	1	3	3	4	2	0	3	3	3	2	0	2	1	2	4	4	3	1,44	2,33	3,17	2,32	0,72

Fonte – Elaboração Própria

A Tabela 20 apresenta a avaliação do grau de influência sem considerar o peso dos especialistas dos critérios de qualidade de software, para que na oitava etapa se possa

avaliar o índice de influência desse peso, justificando o seu uso no âmbito desta pesquisa.

**Tabela 20** – Grau de Influência dos critérios de qualidade de software sem considerar o peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous

Questão	Especialistas de Qualidade de Software																				Número Fuzzy			Valor	Valor
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	Triangular			Crisp	Normal
Q1	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	2,60	3,60	4,00	3,45	1,00
Q2	4	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2,10	3,10	3,95	3,06	0,89
Q3	3	3	3	2	3	4	1	1	3	3	3	3	1	3	1	3	3	3	1	3	1,50	2,50	3,45	2,49	0,72
Q4	0	0	3	0	3	1	1	0	1	2	1	4	0	1	1	1	4	0	2	0	0,60	1,25	2,15	1,31	0,38
Q5	3	3	4	4	2	3	0	4	3	3	1	4	4	4	4	3	4	0	0	4	2,00	2,85	3,40	2,78	0,80
Q6	0	3	3	0	2	1	0	1	0	1	1	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0,45	1,00	2,00	1,11	0,32
Q7	3	3	4	4	2	2	0	3	3	2	2	4	4	1	1	3	3	1	2	0	1,45	2,35	3,15	2,33	0,67
Q8	0	3	3	0	3	1	0	1	0	2	1	3	2	0	2	0	3	0	0	0	0,65	1,20	2,20	1,31	0,38
Q9	0	4	4	0	2	3	1	2	1	1	1	3	2	3	2	3	3	0	1	0	1,00	1,80	2,70	1,83	0,53
Q10	0	4	4	4	2	3	0	2	3	2	3	3	4	1	1	3	3	3	0	3	1,55	2,40	3,20	2,39	0,69
Q11	0	3	3	4	2	3	0	1	3	2	1	4	0	1	2	1	1	0	0	0	0,80	1,50	2,45	1,56	0,45
Q12	0	1	3	0	2	4	0	1	1	3	1	4	4	3	2	2	1	1	0	0	0,90	1,65	2,50	1,68	0,49
Q13	0	3	4	2	2	3	0	1	1	2	3	3	1	1	2	3	3	0	3	0	1,05	1,85	2,80	1,89	0,55
Q14	0	3	4	2	2	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	3	1,50	2,40	3,30	2,40	0,70	
Q15	0	3	4	4	3	1	1	1	4	2	1	4	3	3	3	1	1	0	3	3	1,35	2,25	3,05	2,23	0,64
Q16	4	0	4	4	3	3	1	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	1	4	4	2,25	3,20	3,65	3,08	0,89
Q17	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	2,30	3,30	3,95	3,21	0,93
Q18	0	3	2	1	3	2	1	2	1	2	0	3	0	1	1	2	0	0	0	1	0,55	1,25	2,25	1,33	0,38
Q19	3	3	4	4	3	2	1	3	3	2	3	3	0	1	3	3	3	3	3	3	1,70	2,65	3,55	2,64	0,76
Q20	4	4	4	4	3	4	1	2	2	2	1	4	1	3	1	3	0	0	1	3	1,45	2,35	3,05	2,30	0,67
Q21	0	3	2	3	3	3	1	4	2	2	3	3	1	3	3	2	1	3	3	3	1,45	2,40	3,35	2,40	0,70
Q22	0	4	3	4	3	4	1	1	3	2	1	4	3	3	3	1	0	0	3	3	1,45	2,30	3,10	2,29	0,66
Q23	0	3	4	4	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	0	0	2	1	1,25	2,10	3,00	2,11	0,61
Q24	0	3	2	2	2	1	1	3	1	2	1	4	2	0	3	1	0	0	2	1	0,75	1,55	2,50	1,59	0,46
Q25	0	3	4	4	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	3	3	1	0	1	3	1,55	2,45	3,30	2,44	0,71
Q26	0	3	3	4	3	3	1	3	3	3	1	4	4	3	3	3	1	3	3	1,75	2,70	3,55	2,68	0,78	
Q27	3	1	4	4	3	3	1	3	2	4	1	4	4	3	3	4	3	1	0	3	1,75	2,70	3,40	2,64	0,76
Q28	0	3	3	4	3	2	3	3	2	3	1	3	3	3	3	2	3	1	1	3	1,50	2,45	3,40	2,45	0,71
Q29	0	3	3	3	3	1	1	2	3	2	1	3	3	1	3	3	2	0	0	3	1,15	2,00	3,00	2,04	0,59
Q30	0	3	1	2	3	2	1	0	1	2	1	3	1	0	2	1	0	0	0	0	0,50	1,15	2,15	1,24	0,36

Fonte – Elaboração Própria

Em um segundo momento, considerando o peso dos especialistas em todas as tabulações de dados nessa etapa, após a utilização da ferramenta Oraculous foram aplicados os mesmos questionários para avaliar o grau de influência dos pilares da combinação social, ilustrado na Tabela 21, e o grau de influência da qualidade de software, como mostrado na Tabela 22.

**Tabela 21** – Grau de Influência dos pilares da combinação social após o uso do Oraculous

Questão	Especialistas da Cognição																		Número Fuzzy			Valor	Valor
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	Triangular			Crisp	Normal
Q1	4	3	4	4	3	3	3	4	3	2	3	3	4	2	3	0	3	3	2,14	3,06	3,73	3,00	0,99
Q2	3	3	3	4	3	3	1	3	3	1	3	3	4	3	3	0	3	3	1,88	2,80	3,67	2,79	0,93
Q3	3	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	0	4	3	2,14	3,07	3,76	3,01	1,00
Q4	3	3	3	4	3	1	3	1	4	4	3	3	3	4	2	0	3	3	1,78	2,71	3,52	2,68	0,89
Q5	3	3	1	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	0	4	3	2,17	3,10	3,69	3,01	1,00
Q6	4	3	2	2	3	1	3	1	3	2	4	3	3	0	3	0	4	3	1,69	2,61	3,40	2,57	0,85
Q7	4	3	4	4	3	2	1	3	2	2	4	1	2	0	4	0	4	2	1,81	2,73	3,34	2,65	0,88
Q8	3	3	4	3	3	3	1	3	2	0	4	1	2	1	4	0	4	2	1,64	2,53	3,29	2,50	0,83
Q9	4	1	3	3	4	3	0	1	3	0	4	0	2	1	4	0	4	3	1,60	2,39	3,05	2,36	0,78

Fonte – Elaboração Própria

Nesta mesma etapa, foram avaliadas também a importância e a presença dos critérios de qualidade de produto de software no sistema de combinação social, Oraculous. A tabulação dos dados referente as respostas dos especialistas está ilustrada na Tabela 23 e na Tabela 24, respectivamente.

Tabela 22 – Grau de Influência dos critérios de qualidade de software após o uso do Oraculous

Questão	Especialistas de Qualidade de Software																				Número Fuzzy			Valor	Valor
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	Triangular	Crisp	Normal		
Q1	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	2,58	3,58	4,00	3,44	1,00
Q2	4	4	3	0	3	3	3	2	3	3	3	3	1	1	3	4	3	4	0	3	1,88	2,81	3,57	2,77	0,81
Q3	3	4	3	2	3	4	1	1	3	3	3	3	0	3	1	3	3	3	2	3	1,62	2,58	3,45	2,56	0,74
Q4	0	4	3	0	3	1	1	0	3	3	1	3	0	1	1	0	4	0	1	0	0,85	1,51	2,37	1,56	0,45
Q5	3	4	3	2	2	3	0	4	4	4	1	3	4	3	4	3	4	0	3	4	2,00	2,88	3,46	2,80	0,82
Q6	0	4	3	0	2	1	0	1	1	3	1	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0,57	1,18	2,10	1,25	0,36
Q7	3	4	3	2	2	2	0	3	1	3	2	4	4	1	1	3	3	1	0	0	1,32	2,17	3,01	2,17	0,63
Q8	0	4	3	0	3	1	0	1	0	1	1	3	0	1	2	0	3	0	0	0	0,66	1,25	2,17	1,34	0,39
Q9	0	4	3	0	2	3	1	2	2	1	1	3	1	3	2	2	3	0	0	0	0,97	1,74	2,66	1,78	0,52
Q10	0	4	3	0	2	3	0	2	2	3	3	4	4	1	1	3	3	3	0	3	1,41	2,21	3,06	2,22	0,65
Q11	0	4	3	0	3	3	0	1	3	2	1	3	1	1	2	0	1	0	0	0	0,78	1,44	2,36	1,50	0,44
Q12	0	4	3	0	2	4	0	1	3	3	1	4	1	1	2	1	1	1	0	0	0,88	1,63	2,46	1,65	0,48
Q13	0	4	3	0	2	3	0	1	2	3	3	3	1	3	2	1	3	0	3	0	1,13	1,87	2,79	1,92	0,56
Q14	0	4	3	0	2	4	1	3	3	3	3	4	4	3	3	1	1	0	2	3	1,49	2,35	3,14	2,33	0,68
Q15	0	3	1	0	3	1	1	1	2	3	1	3	3	3	3	3	1	0	4	3	1,00	1,86	2,82	1,89	0,55
Q16	4	4	4	4	3	3	1	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	1	4	4	2,35	3,35	3,75	3,20	0,93
Q17	4	4	4	3	3	3	2	3	3	4	3	4	1	3	3	4	4	3	4	4	2,32	3,32	3,86	3,21	0,93
Q18	0	4	3	1	3	2	1	2	3	2	0	4	1	1	1	1	0	0	2	1	0,83	1,60	2,48	1,63	0,47
Q19	3	4	3	3	3	2	1	3	4	3	3	4	1	3	3	3	3	3	3	3	1,89	2,89	3,74	2,85	0,83
Q20	4	4	3	2	3	4	1	2	0	3	1	4	3	3	1	1	0	0	2	3	1,39	2,25	3,01	2,23	0,65
Q21	3	4	3	0	3	3	1	4	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	4	3	1,81	2,78	3,59	2,74	0,80
Q22	0	4	3	0	3	4	1	1	0	2	1	4	1	1	3	2	0	0	3	3	1,05	1,81	2,64	1,83	0,53
Q23	0	4	3	0	2	2	1	2	0	1	3	3	4	3	3	2	0	0	2	1	1,06	1,83	2,71	1,86	0,54
Q24	0	4	1	0	2	1	1	3	2	2	1	4	3	3	3	2	0	0	2	1	0,97	1,77	2,65	1,79	0,52
Q25	0	4	3	0	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1	1	0	3	3	1,37	2,22	3,14	2,24	0,65
Q26	3	4	3	2	3	3	1	3	0	4	1	3	1	1	3	3	3	1	2	3	1,48	2,45	3,32	2,42	0,70
Q27	4	4	4	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	1	2	3	1,79	2,79	3,59	2,74	0,80
Q28	0	4	3	0	3	2	3	3	3	3	1	3	1	1	3	1	3	1	3	3	1,38	2,28	3,21	2,29	0,67
Q29	1	4	3	0	3	1	1	2	1	3	1	3	4	1	3	0	2	0	2	3	1,06	1,94	2,82	1,94	0,56
Q30	0	4	1	0	3	2	1	0	1	2	1	3	3	1	2	0	0	0	1	0	0,62	1,26	2,19	1,33	0,39

Fonte – Elaboração Própria

Tabela 23 – Grau de Importância dos critérios de qualidade de software do Oraculous

Questão	Especialistas de Qualidade de Software															Número Fuzzy			Valor	Valor	
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Triangular	Crisp	Normal			
Q1	4	4	3	2	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	3	2,11	3,11	3,79	3,03	0,86	
Q2	4	4	3	3	3	3	4	3	4	2	4	4	3	3	2	2,48	3,48	3,91	3,34	0,94	
Q3	4	4	4	4	3	4	4	3	2	3	3	4	4	3	3	2,56	3,56	3,94	3,40	0,96	
Q4	4	4	4	4	3	2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2,73	3,73	3,94	3,53	1,00	
Q5	4	4	3	2	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	2	2,24	3,24	3,89	3,15	0,89	
Q6	4	4	3	2	3	2	4	3	3	3	2	3	3	2	2	2,16	3,16	3,81	3,07	0,87	
Q7	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	2,55	3,55	4,00	3,41	0,97	
Q8	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	4	2	4	2	2	2,28	3,28	3,84	3,17	0,90	
Q9	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	2	4	4	3	2	2,56	3,56	3,92	3,40	0,96	
Q10	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	2	4	4	3	4	2,50	3,50	3,92	3,36	0,95
Q11	2	4	3	2	3	3	4	3	2	3	3	4	4	3	3	2,06	3,06	3,77	2,99	0,85	
Q12	4	4	3	2	3	2	2	3	3	3	1	3	4	2	4	1,90	2,90	3,64	2,84	0,80	
Q13	4	4	4	3	3	2	3	4	4	3	2	4	4	2	3	2,41	3,41	3,86	3,27	0,93	
Q14	4	4	3	3	3	2	0	2	3	3	2	3	3	2	4	1,87	2,77	3,51	2,73	0,77	
Q15	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	3	2	2,19	3,19	3,92	3,12	0,88	
Q16	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	2,57	3,57	4,00	3,43	0,97	
Q17	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	2	2	2,41	3,41	4,00	3,31	0,94	
Q18	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	2,64	3,64	4,00	3,48	0,98	
Q19	3	4	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	4	4	1,85	2,85	3,71	2,82	0,80	
Q20	2	4	3	3	3	3	4	4	3	3	2	4	3	3	4	2,17	3,17	3,80	3,08	0,87	
Q21	4	4	4	2	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2	4	2,40	3,40	3,95	3,29	0,93	

Fonte – Elaboração Própria

Tabela 24 – Grau de Presença dos critérios de qualidade de software do Oraculous

Questão	Especialistas de Qualidade de Software															Número Fuzzy			Valor	Valor
	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Triangular			Crisp	Normal
Q1	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2,10	3,10	3,84	3,03	0,94
Q2	4	4	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	2	0	3	2,18	3,18	3,85	3,10	0,96
Q3	4	4	4	2	3	2	4	4	3	2	4	2	2	3	3	2,33	3,33	3,74	3,18	0,99
Q4	4	4	4	0	3	2	0	4	2	2	2	3	0	3	4	1,85	2,71	3,28	2,64	0,82
Q5	3	4	3	0	2	2	0	3	1	2	0	0	0	3	4	1,22	1,94	2,79	1,97	0,61
Q6	4	3	3	0	2	2	0	3	2	2	0	0	0	0	2	1,26	1,98	2,86	2,02	0,63
Q7	4	4	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	4	3	4	1,77	2,77	3,51	2,71	0,84
Q8	4	4	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	4	3	3	2,04	3,04	3,78	2,98	0,93
Q9	4	4	3	3	2	3	4	3	3	2	3	4	4	3	3	2,26	3,26	3,84	3,15	0,98
Q10	4	4	4	2	2	3	3	3	3	2	2	3	4	3	3	2,06	3,06	3,71	2,98	0,93
Q11	0	3	2	1	2	2	3	0	0	1	0	2	0	0	4	0,77	1,43	2,43	1,52	0,47
Q12	4	4	3	0	2	2	0	3	2	3	3	4	4	0	4	1,84	2,70	3,37	2,65	0,82
Q13	4	4	3	3	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4	2,19	3,19	3,85	3,11	0,97
Q14	4	3	4	4	3	3	3	4	3	0	3	4	0	3	4	2,23	3,14	3,74	3,06	0,95
Q15	4	4	4	3	2	3	3	3	3	2	0	0	2	3	2	1,91	2,77	3,41	2,71	0,84
Q16	4	3	4	4	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	2,09	3,01	3,74	2,96	0,92
Q17	4	4	4	3	2	3	3	4	3	2	4	3	0	3	2	2,34	3,34	3,84	3,21	1,00
Q18	4	4	4	4	2	3	3	3	3	0	4	4	4	3	4	2,30	3,21	3,67	3,10	0,96
Q19	3	4	3	3	2	3	3	0	2	1	3	0	3	3	4	1,56	2,43	3,28	2,42	0,75
Q20	4	3	3	3	2	3	3	4	3	0	4	2	4	3	4	1,96	2,87	3,60	2,83	0,88
Q21	4	4	4	0	2	3	0	0	0	0	3	0	0	0	4	1,43	2,00	2,65	2,02	0,63

Fonte – Elaboração Própria

#### 4.4.7 Sétima Etapa: Tratamento dos Dados

A partir da tabulação dos dados com seus respectivos cálculos dos números fuzzy triangulares, conforme apresentado na etapa anterior, segue-se com a obtenção de um valor preciso ou *crisp* representativo por cada conjunto fuzzy, em que segundo Cosenza et al. (2011), esse processo é chamado de defuzzificação: um único valor numérico discreto que melhor represente o valor *crisp* é inferido a partir das variáveis linguísticas, como mostrado Equação 4.4. O método de defuzzificação foi o utilizado por Boente (2013): médias ponderadas dos números fuzzy triangulares, obtidos através da agregação das opiniões dos especialistas. Outros métodos de defuzzificação estão descritos na subseção 2.4.7.

$$V_{crisp} = \frac{(a_1 + 2 * a_2 + a_3)_{agreg_j}}{4} \quad (4.4)$$

Utilizando como exemplo a questão **Q1** do grupo de especialista da cognição considerando o peso antes do uso do Oraculous, em que o conjunto de número fuzzy triangular dessa questão é  $\tilde{A}(2,39; 3,39; 3,99)$ , tem-se:

$$V_{crisp} = \frac{(2,39+2*3,39+3,99)}{4}$$

$$V_{crisp} = 3,29$$

Cada valor *crisp* obtido foi dividido pelo valor máximo entre todos os valores *crisp*, segundo Ross (2004), conhecido como **processo de normalização**: o valor normalizado calculado de acordo com a Equação 4.5 que aparece na Tabela 17 como **Valor Normal**.

$$V_{norm} = \frac{V_{crisp}}{V_{max}} \quad (4.5)$$

Considerando ainda a questão **Q1** do grupo especialista da cognição, referente à primeira questão, e o valor máximo da coluna "valor *crisp*" da Tabela 17 encontrado foi  $V_{max} = 3,29$ , obteve-se como resultado:

$$V_{norm} = \frac{3,29}{3,29}$$

$$V_{norm} = 1,00$$

Após cálculos dos valores *crisp* e normalizados, calculou-se o grau de semelhança entre os pilares de combinação social com e sem peso dos especialistas da cognição, como mostra Tabela 25. Da mesma maneira, foi calculado o grau de semelhança dos critérios de qualidade do produto de software com e sem peso dos especialistas da qualidade de software, como mostra a Tabela 26.

Para Boente (2013) o cálculo do valor da distância, dado pela Equação 4.6 não é útil como informação importante para avaliar a priorização dos itens que precisam de melhorias, por isso, no âmbito dessa pesquisa, utiliza-se o cálculo do grau de semelhança, mostrado na Tabela 25. O detalhamento desse cálculo é realizado mais adiante.

$$Dist_{crisp} = V_{crisp}P - V_{crisp}S \quad (4.6)$$

Onde:

$Dist_{crisp}$  é o valor da distância ou *gap crisp*;

$V_{crisp}P$  é o valor *crisp* dos especialistas, considerando o peso e;

$V_{crisp}S$  é o valor *crisp* dos especialistas, sem considerar o peso.

**Tabela 25** – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous

Questão	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Área de	Área	Área	Área	Grau
	II-SEM PESO			II-COM PESO			Interseção	I	II	Total	Semelhança
	a1	a2	a3	b1	b2	b3					
<b>Q1</b>	2,33	3,33	3,94	2,39	3,39	3,99	0,753055	0,805556	0,803	0,855235	<b>0,881</b>
<b>Q2</b>	2,06	3,06	3,83	2,20	3,20	3,91	0,751030	0,888889	0,857	0,995280	<b>0,755</b>
<b>Q3</b>	2,06	3,06	3,78	2,03	3,03	3,77	0,850934	0,861111	0,869	0,879318	<b>0,968</b>
<b>Q4</b>	2,17	3,17	3,83	2,14	3,14	3,80	0,807663	0,833333	0,830	0,855748	<b>0,944</b>
<b>Q5</b>	2,11	3,11	3,72	2,07	3,07	3,69	0,779053	0,805556	0,807	0,833143	<b>0,935</b>
<b>Q6</b>	1,56	2,50	3,44	1,71	2,70	3,63	0,775843	0,944444	0,959	1,127585	<b>0,688</b>
<b>Q7</b>	1,89	2,83	3,44	2,06	3,05	3,63	0,595575	0,777778	0,781	0,963452	<b>0,618</b>
<b>Q8</b>	1,61	2,61	3,44	1,76	2,76	3,58	0,775835	0,916667	0,910	1,050988	<b>0,738</b>
<b>Q9</b>	1,44	2,33	3,17	1,60	2,50	3,30	0,707581	0,861111	0,850	1,003139	<b>0,705</b>

Fonte – Elaboração Própria

Para uma tomada de decisão, de acordo com Boente (2013), o cálculo de semelhança para cada questão sobre a influência dos pilares de combinação social em relação à cognição é uma boa sugestão, demonstrado na Equação 4.7. Os resultados desse cálculos estão demonstrados na Tabela 25.

A Figura 58 mostra graficamente essas semelhanças e diferenças dos pilares da combinação social para uma tomada de decisão sobre a continuidade de usar os números triangulares sem considerar o peso para futura comparações, detalhada na nona etapa. Da mesma forma, a Figura 59 apresenta graficamente as semelhanças e as diferenças dos

**Tabela 26** – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculus

Questão	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Área de	Área	Área	Área	Grau
	II-SEM PESO			II-COM PESO			Interseção	I	II	Total	
	a1	a2	a3	b1	b2	b3					
Q1	2,60	3,60	4,00	2,62	3,62	4,00	0,683498	0,700000	0,692	0,708202	<b>0,965</b>
Q2	2,10	3,10	3,95	2,08	3,08	3,93	0,908214	0,925000	0,927	0,943864	<b>0,962</b>
Q3	1,50	2,50	3,45	1,50	2,50	3,45	0,973025	0,975000	0,974	0,976284	<b>0,997</b>
Q4	0,60	1,25	2,15	0,56	1,19	2,09	0,723568	0,775000	0,765	0,816254	<b>0,886</b>
Q5	2,00	2,85	3,40	1,96	2,80	3,38	0,675121	0,700000	0,711	0,736341	<b>0,917</b>
Q6	0,45	1,00	2,00	0,48	1,05	2,05	0,737871	0,775000	0,785	0,821714	<b>0,898</b>
Q7	1,45	2,35	3,15	1,40	2,28	3,13	0,820607	0,850000	0,866	0,895006	<b>0,917</b>
Q8	0,65	1,20	2,20	0,67	1,25	2,25	0,740287	0,775000	0,789	0,823250	<b>0,899</b>
Q9	1,00	1,80	2,70	1,06	1,87	2,74	0,783201	0,850000	0,840	0,906720	<b>0,864</b>
Q10	1,55	2,40	3,20	1,49	2,32	3,12	0,760174	0,825000	0,816	0,881031	<b>0,863</b>
Q11	0,80	1,50	2,45	0,77	1,46	2,42	0,800992	0,825000	0,828	0,852071	<b>0,940</b>
Q12	0,90	1,65	2,50	0,81	1,57	2,44	0,752010	0,800000	0,814	0,862219	<b>0,872</b>
Q13	1,05	1,85	2,80	1,04	1,80	2,75	0,830792	0,875000	0,858	0,901915	<b>0,921</b>
Q14	1,50	2,40	3,30	1,47	2,35	3,25	0,858129	0,900000	0,889	0,931199	<b>0,922</b>
Q15	1,35	2,25	3,05	1,18	2,06	2,91	0,726898	0,850000	0,864	0,986738	<b>0,737</b>
Q16	2,25	3,20	3,65	2,13	3,05	3,52	0,592126	0,700000	0,696	0,803527	<b>0,737</b>
Q17	2,30	3,30	3,95	2,21	3,21	3,93	0,792133	0,825000	0,860	0,892551	<b>0,887</b>
Q18	0,55	1,25	2,25	0,59	1,30	2,30	0,805969	0,850000	0,852	0,895810	<b>0,900</b>
Q19	1,70	2,65	3,55	1,67	2,63	3,55	0,925765	0,925000	0,943	0,941923	<b>0,983</b>
Q20	1,45	2,35	3,05	1,46	2,36	3,04	0,790919	0,800000	0,789	0,797618	<b>0,992</b>
Q21	1,45	2,40	3,35	1,43	2,36	3,29	0,908066	0,950000	0,931	0,972764	<b>0,933</b>
Q22	1,45	2,30	3,10	1,32	2,15	2,95	0,709469	0,825000	0,814	0,929760	<b>0,763</b>
Q23	1,25	2,10	3,00	1,17	2,00	2,92	0,802386	0,875000	0,874	0,946132	<b>0,848</b>
Q24	0,75	1,55	2,50	0,76	1,54	2,50	0,865612	0,875000	0,870	0,878953	<b>0,985</b>
Q25	1,55	2,45	3,30	1,47	2,35	3,23	0,809180	0,875000	0,877	0,943290	<b>0,858</b>
Q26	1,75	2,70	3,55	1,62	2,55	3,45	0,810413	0,900000	0,915	1,004607	<b>0,807</b>
Q27	1,75	2,70	3,40	1,64	2,60	3,35	0,779428	0,825000	0,858	0,903279	<b>0,863</b>
Q28	1,50	2,45	3,40	1,49	2,42	3,39	0,933765	0,950000	0,953	0,968804	<b>0,964</b>
Q29	1,15	2,00	3,00	1,07	1,92	2,92	0,861690	0,925000	0,923	0,986235	<b>0,874</b>
Q30	0,50	1,15	2,15	0,50	1,13	2,13	0,805064	0,825000	0,814	0,834166	<b>0,965</b>

Fonte – Elaboração Própria

critérios de qualidade de software com e sem peso antes do uso do Oraculus.

$$G_{sem}(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{AI}{AT} = \frac{\min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))}{\max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))} \quad (4.7)$$

Onde:

$\tilde{A}$  é o triângulo fuzzy agregado do conjunto sem peso;

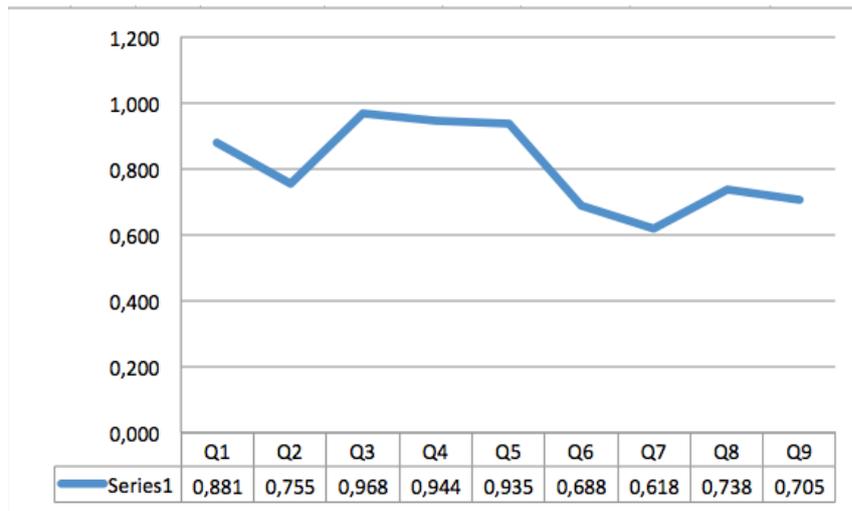
$\tilde{B}$  é o triângulo fuzzy agregado do conjunto com peso.

Suponha, por exemplo, dois triângulos fuzzy  $\tilde{A} (a_1, a_2, a_3)$  e  $\tilde{B} (b_1, b_2, b_3)$ , com  $a_1 < b_1 < a_2 < b_2 < a_3 < b_3$ , representado na Figura 60.

A função de pertinência correspondente ao primeiro número triangular fuzzy  $(a_1, a_2, a_3)$  é dada a partir da Equação 4.8.

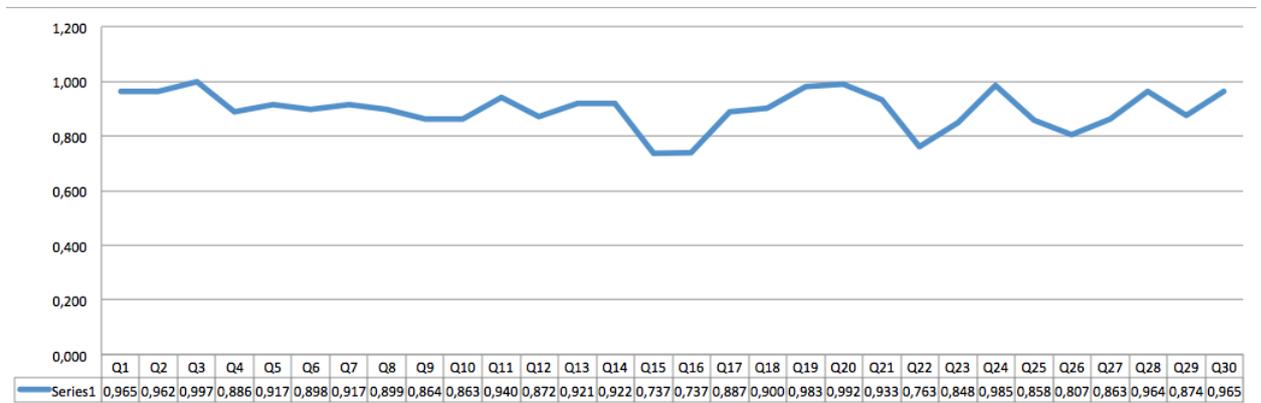
$$\begin{cases} \mu A(x) = 0, & \text{se } x < a_1 \text{ ou } x > a_3 \\ \mu A(x) = \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{se } a_1 \leq x \leq a_2 \\ \mu A(x) = \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & \text{se } a_2 \leq x \leq a_3 \end{cases} \quad (4.8)$$

**Figura 58** – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous



Fonte: Elaboração Própria

**Figura 59** – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software com e sem peso dos especialistas - antes do uso do Oraculous

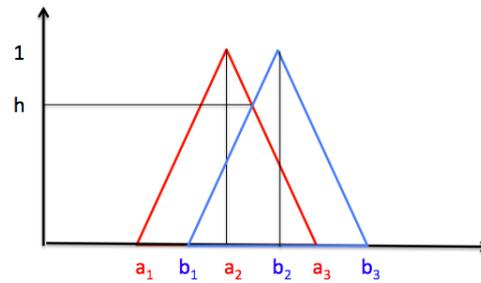


Fonte: Elaboração Própria

A função de pertinência correspondente ao segundo número triangular fuzzy ( $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ) é dada a partir da Equação 4.9.

$$\begin{cases} \mu B(x) = 0, & \text{se } x < b_1 \text{ ou } x > b_3 \\ \mu B(x) = \frac{x - b_1}{b_2 - b_1}, & \text{se } b_1 \leq x \leq b_2 \\ \mu B(x) = \frac{b_3 - x}{b_3 - b_2}, & \text{se } b_2 \leq x \leq b_3 \end{cases} \quad (4.9)$$

**Figura 60** – Representação de  $a_1 < b_1 < a_2 < b_2 < a_3 < b_3$



**Fonte: Elaboração Própria**

Para um melhor esclarecimento da utilização da aplicação dessas equações, toma-se como exemplo os valores dos números fuzzy triangulares da questão **Q1** da Tabela 25. A Figura 61 apresenta a representação gráfica desses triângulos.

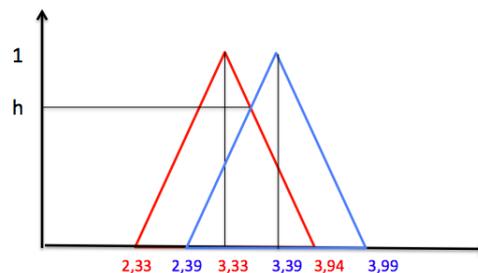
$$\tilde{A} (a_1, a_2, a_3) = (2,33; 3,33; 3,94)$$

$$\tilde{B} (b_1, b_2, b_3) = (2,39; 3,39; 3,99)$$

Onde:

$$a_1 < b_1 < a_2 < b_2 < a_3 < b_3 = 2,33 < 2,39 < 3,33 < 3,39 < 3,94 < 3,99$$

**Figura 61** – Representação de  $2,33 < 2,39 < 3,33 < 3,39 < 3,94 < 3,99$



**Fonte: Elaboração Própria**

A interseção dos dois triângulos daria um triângulo com base  $(3,94 - 2,39)$  ou  $(a_3 - b_1)$  e altura  $h$ . A área desse triângulo é calculada a partir da Equação 4.10:

$$A = \frac{base * h}{2} = \frac{(a_3 - b_1) * h}{2} = \frac{(3,94 - 2,39) * h}{2} \tag{4.10}$$

Onde:

$h$  é a altura da interseção dos dois triângulos,  $\tilde{A}$  e  $\tilde{B}$ , como mostrado na Figura 61.

Para calcular o valor de  $h$  (altura) é preciso utilizar a seguinte avaliação dada de modo geral pela Equação 4.11:

$$\begin{cases} \mu A(x) = \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & \text{se } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \mu B(x) = \frac{x - b_1}{b_2 - b_1}, & \text{se } b_1 \leq x \leq b_2 \end{cases} \quad (4.11)$$

Aplicando os valores na Equação 4.11, tem-se:

$$\begin{cases} \mu A(x) = \frac{3,94 - x}{3,94 - 3,33}, & \text{se } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \mu B(x) = \frac{x - 2,39}{3,39 - 2,39}, & \text{se } b_1 \leq x \leq b_2 \end{cases} \quad (4.12)$$

O ponto de interseção é dado por  $\mu A(x) = \mu B(x)$ . A partir dessa igualdade, encontra-se  $x$ , como mostrado de modo geral a seguir:

$$\begin{aligned} \mu A(x) &= \mu B(x) & (4.13) \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} &= \frac{x - b_1}{b_2 - b_1} \\ x &= \frac{(a_2 * b_1) - (a_3 * b_2)}{(a_2 - a_3) + (b_1 - b_2)} \end{aligned}$$

Aplicando os valores a partir da Equação 4.13, tem-se:

$$\begin{aligned} \left( \frac{3,94 - x}{3,94 - 3,33} \right) &= \left( \frac{x - 2,39}{3,39 - 2,39} \right) \\ 3,94 - x &= 0,61x - 1,4579 \\ -x - 0,61x &= -3,94 - 1,4579 \\ 1,61x &= 5,3979 \\ x &= 3,35 \end{aligned} \quad (4.14)$$

De acordo com as condições apresentadas, a altura é dada por  $\mu A(x)$  ou  $\mu B(x)$ , substituindo  $x$  na Equação 4.11, de modo geral, tem-se:

$$\begin{aligned}
 h = \mu A(x) &= \frac{a_3 - \frac{(a_2 * b_1) - (a_3 * b_2)}{(a_2 - a_3) + (b_1 - b_2)}}{a_3 - a_2} \quad \text{ou} \\
 h = \mu B(x) &= \frac{\frac{(a_2 * b_1) - (a_3 * b_2)}{(a_2 - a_3) + (b_1 - b_2)} - b_1}{b_2 - b_1}
 \end{aligned} \tag{4.15}$$

Aplicando os valores na Equação 4.15, tem-se:

$$\begin{aligned}
 \mu A(x) &= \frac{3,94 - 3,35}{3,94 - 3,33} \\
 h = \mu A(x) &= 0,9672
 \end{aligned}$$

A partir dos resultados obtidos, é necessário calcular a área de interseção  $AI$ , substituindo-se as variáveis a partir da equação geral para cálculo da área de um triângulo, mostrada na Equação 4.16, obtendo-se, de modo geral:

$$AI = \frac{base * h}{2} \tag{4.16}$$

$$AI = \frac{(a_3 - b_1) * \frac{a_3 - \frac{(a_2 * b_1) - (a_3 * b_2)}{(a_2 - a_3) + (b_1 - b_2)}}{a_3 - a_2}}{2} \tag{4.17}$$

Aplicando os resultados obtidos na Equação 4.17, tem-se:

$$AI = 0,753055$$

A área total  $AT$  pode ser entendida como a área de união e é calculada como mostra a expressão a seguir:

$$AT = A \wedge (a_1, a_2, a_3) + A \wedge (b_1, b_2, b_3) - AI$$

$$AT = AreaI + AreaII - AI, \text{ conforme mostrado na Tabela 25.}$$

Onde:  $A$  é o triângulo fuzzy.

Aplicando os resultados, obtém-se:

$$AT = 0,805556 + 0,803 - 0753055$$

$$AT = 0,855235$$

Aplicando os resultados anteriores na Equação 4.7 para cálculo do grau de semelhança da questão **Q1**, referente aos pilares de combinação social antes do uso do Oraculous e ao número fuzzy triangular sem e com peso dos especialistas, tem-se:

$$G_{sem}(\tilde{A}, \tilde{B}) = 0,881$$

Na segunda etapa das aplicações dos questionários, após o uso da ferramenta Oraculous foram avaliadas as semelhanças antes e após o uso desta ferramenta, em relação aos pilares de combinação social, apresentada Tabela 27. A representação gráfica referente a coluna "grau de semelhança" desta tabela é mostrado na Figura 62.

Da mesma maneira, foram calculadas as semelhanças antes e após o uso do Oraculous da influência dos critérios de qualidade de software, ilustradas na Tabela 28 e na representação gráfica referente à coluna "grau de semelhança" desta tabela, conforme Figura 63.

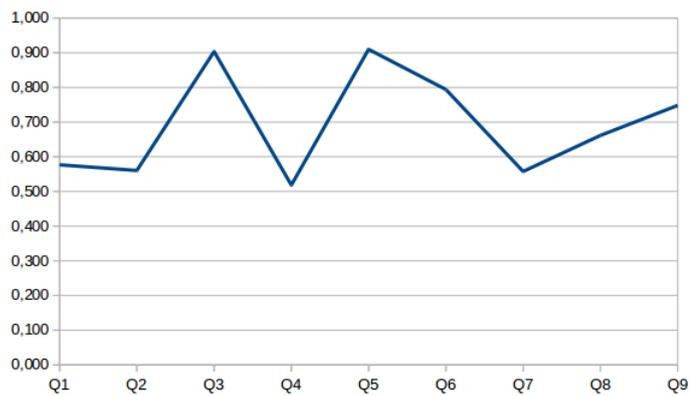
Neste mesmo momento, foram aplicados outros questionários para avaliar a importância e a presença dos critérios de qualidade de produto de software no Oraculous, conforme ilustradas na Tabela 29 e na representação gráfica da Figura 64.

**Tabela 27** – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social antes e após o uso do Oraculous

Questão	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Área de	Área	Área	Área	Grau
	II-ANTES			II-APÓS			Interseção	I	II	Total	Semelhança
	a1	a2	a3	b1	b2	b3					
<b>Q1</b>	2,39	3,39	3,99	2,14	3,06	3,73	0,585140	0,802734	0,797	1,014469	<b>0,577</b>
<b>Q2</b>	2,20	3,20	3,91	1,88	2,80	3,67	0,629232	0,857422	0,895	1,122721	<b>0,560</b>
<b>Q3</b>	2,03	3,03	3,77	2,14	3,07	3,76	0,797246	0,869141	0,811	0,882441	<b>0,903</b>
<b>Q4</b>	2,14	3,14	3,80	1,78	2,71	3,52	0,580131	0,830078	0,869	1,119088	<b>0,518</b>
<b>Q5</b>	2,07	3,07	3,69	2,17	3,10	3,69	0,746272	0,806641	0,760	0,820134	<b>0,910</b>
<b>Q6</b>	1,71	2,70	3,63	1,69	2,61	3,40	0,803081	0,958984	0,855	1,011372	<b>0,794</b>
<b>Q7</b>	2,06	3,05	3,63	1,81	2,73	3,34	0,553091	0,781250	0,764	0,991830	<b>0,558</b>
<b>Q8</b>	1,76	2,76	3,58	1,64	2,53	3,29	0,691284	0,910156	0,826	1,045044	<b>0,661</b>
<b>Q9</b>	1,60	2,50	3,30	1,60	2,39	3,05	0,672844	0,849609	0,723	0,899422	<b>0,748</b>

Fonte – Elaboração Própria

**Figura 62** – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Pilares da Combinação Social antes e após o uso do Oraculous



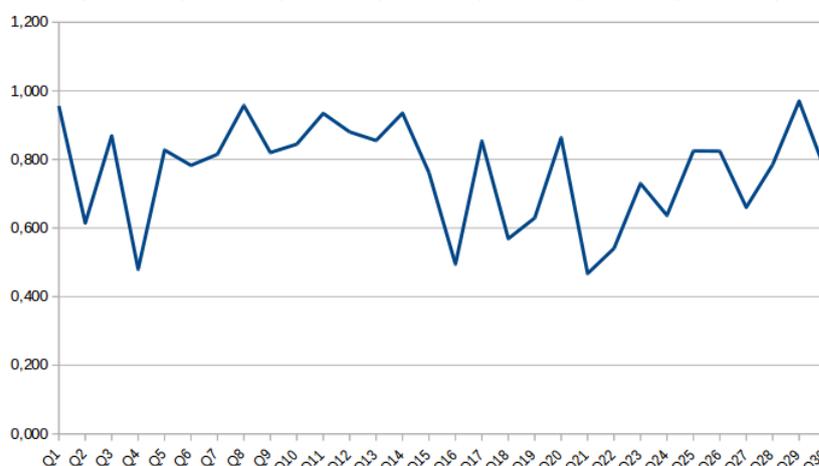
Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 28** – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software antes e após o uso do Oraculous

Questão	N Triangular Fuzzy			N Triangular Fuzzy			Área de	Área	Área	Área	Grau de Semelhança
	II-ANTES			II-APÓS			Interseção	I	II	Total	
	a1	a2	a3	b1	b2	b3					
Q1	2,62	3,62	4,00	2,58	3,58	4,00	0,683898	0,691700	0,708	0,715312	<b>0,956</b>
Q2	2,08	3,08	3,93	1,88	2,81	3,57	0,675633	0,926877	0,848	1,099070	<b>0,615</b>
Q3	1,50	2,50	3,45	1,62	2,58	3,45	0,879104	0,974308	0,917	1,012201	<b>0,869</b>
Q4	0,56	1,19	2,09	0,85	1,51	2,37	0,495194	0,764822	0,763	1,032474	<b>0,480</b>
Q5	1,96	2,80	3,38	2,00	2,88	3,46	0,652340	0,711462	0,729	0,788372	<b>0,827</b>
Q6	0,48	1,05	2,05	0,57	1,18	2,10	0,681164	0,784585	0,767	0,870219	<b>0,783</b>
Q7	1,40	2,28	3,13	1,32	2,17	3,01	0,769437	0,865613	0,848	0,944002	<b>0,815</b>
Q8	0,67	1,25	2,25	0,66	1,25	2,17	0,754939	0,788538	0,755	0,788539	<b>0,957</b>
Q9	1,06	1,87	2,74	0,97	1,74	2,66	0,760436	0,839921	0,848	0,927311	<b>0,820</b>
Q10	1,49	2,32	3,12	1,41	2,21	3,06	0,750158	0,816206	0,822	0,888182	<b>0,845</b>
Q11	0,77	1,46	2,42	0,78	1,44	2,36	0,781820	0,828063	0,791	0,836757	<b>0,934</b>
Q12	0,81	1,57	2,44	0,88	1,63	2,46	0,752216	0,814229	0,792	0,854503	<b>0,880</b>
Q13	1,04	1,80	2,75	1,13	1,87	2,79	0,778017	0,857708	0,830	0,909730	<b>0,855</b>
Q14	1,47	2,35	3,25	1,49	2,35	3,14	0,828000	0,889328	0,824	0,885438	<b>0,935</b>
Q15	1,18	2,06	2,91	1,00	1,86	2,82	0,766421	0,863636	0,909	1,006307	<b>0,762</b>
Q16	2,13	3,05	3,52	2,35	3,35	3,75	0,462328	0,695652	0,702	0,934905	<b>0,495</b>
Q17	2,21	3,21	3,93	2,32	3,32	3,86	0,748880	0,859684	0,767	0,977602	<b>0,853</b>
Q18	0,59	1,30	2,30	0,83	1,60	2,48	0,609101	0,851779	0,828	1,070741	<b>0,569</b>
Q19	1,67	2,63	3,55	1,89	2,89	3,74	0,720738	0,942688	0,923	1,144875	<b>0,630</b>
Q20	1,46	2,36	3,04	1,39	2,25	3,01	0,740762	0,788538	0,810	0,858052	<b>0,863</b>
Q21	1,43	2,36	3,29	1,81	2,78	3,59	0,580872	0,930830	0,893	1,243239	<b>0,467</b>
Q22	1,32	2,15	2,95	1,05	1,81	2,64	0,565355	0,814229	0,796	1,045317	<b>0,541</b>
Q23	1,17	2,00	2,92	1,06	1,83	2,71	0,716244	0,873518	0,824	0,981384	<b>0,730</b>
Q24	0,76	1,54	2,50	0,97	1,77	2,65	0,665137	0,869565	0,840	1,044349	<b>0,637</b>
Q25	1,47	2,35	3,23	1,37	2,22	3,14	0,797709	0,877470	0,887	0,967113	<b>0,825</b>
Q26	1,62	2,55	3,45	1,48	2,45	3,32	0,827744	0,915020	0,917	1,004272	<b>0,824</b>
Q27	1,64	2,60	3,35	1,79	2,79	3,59	0,699578	0,857708	0,901	1,059315	<b>0,660</b>
Q28	1,49	2,42	3,39	1,38	2,28	3,21	0,820541	0,952569	0,913	1,045071	<b>0,785</b>
Q29	1,07	1,92	2,92	1,06	1,94	2,82	0,888466	0,922925	0,881	0,915882	<b>0,970</b>
Q30	0,50	1,13	2,13	0,62	1,26	2,19	0,691276	0,814229	0,781	0,903586	<b>0,765</b>

Fonte – Elaboração Própria

**Figura 63** – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares dos Critérios de Qualidade de Software antes e após o uso do Oraculous



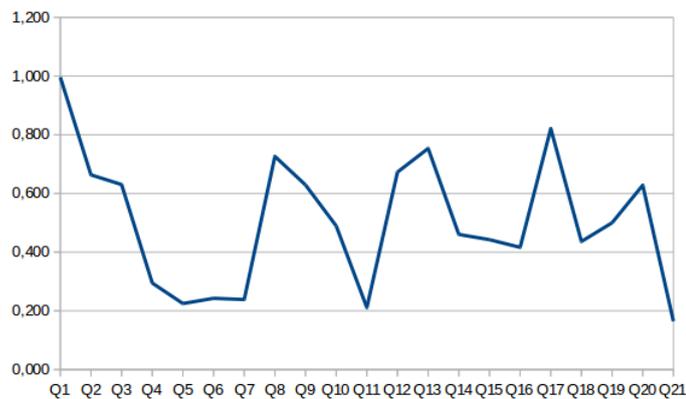
Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 29** – Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares da **Importância** e da **Presença** dos Critérios de Qualidade de Software no Oraculus

Questão	N Triangular Fuzzy II-IMPORTÂNCIA			N Triangular Fuzzy II-PRESENÇA			Área de Interseção	Área I	Área II	Área Total	Grau Semelhança
	a1	a2	a3	b1	b2	b3					
	<b>Q1</b>	2,11	3,11	3,79	2,10	3,10	3,84	0,851124	0,836879	0,869	0,854550
<b>Q2</b>	2,48	3,48	3,91	2,18	3,18	3,85	0,619476	0,719858	0,833	0,933716	<b>0,663</b>
<b>Q3</b>	2,56	3,56	3,94	2,33	3,33	3,74	0,537378	0,687943	0,702	0,852693	<b>0,630</b>
<b>Q4</b>	2,73	3,73	3,94	1,85	2,71	3,28	0,300257	0,602837	0,716	1,018892	<b>0,295</b>
<b>Q5</b>	2,24	3,24	3,89	1,22	1,94	2,79	0,295463	0,822695	0,787	1,314466	<b>0,225</b>
<b>Q6</b>	2,16	3,16	3,81	1,26	1,98	2,86	0,316474	0,822695	0,798	1,304093	<b>0,243</b>
<b>Q7</b>	2,55	3,55	4,00	1,77	2,77	3,51	0,306667	0,723404	0,869	1,285532	<b>0,239</b>
<b>Q8</b>	2,28	3,28	3,84	2,04	3,04	3,78	0,695330	0,783688	0,869	0,957152	<b>0,726</b>
<b>Q9</b>	2,56	3,56	3,92	2,26	3,26	3,84	0,568208	0,680851	0,791	0,903423	<b>0,629</b>
<b>Q10</b>	2,50	3,50	3,92	2,06	3,06	3,71	0,503325	0,709220	0,823	1,028590	<b>0,489</b>
<b>Q11</b>	2,06	3,06	3,77	0,77	1,43	2,43	0,293577	0,851064	0,833	1,390820	<b>0,211</b>
<b>Q12</b>	1,90	2,90	3,64	1,84	2,70	3,37	0,657485	0,868794	0,766	0,977266	<b>0,673</b>
<b>Q13</b>	2,41	3,41	3,86	2,19	3,19	3,85	0,667372	0,723404	0,830	0,885819	<b>0,753</b>
<b>Q14</b>	1,87	2,77	3,51	2,23	3,14	3,74	0,498600	0,822695	0,759	1,082960	<b>0,460</b>
<b>Q15</b>	2,19	3,19	3,92	1,91	2,77	3,41	0,496041	0,865248	0,752	1,120980	<b>0,443</b>
<b>Q16</b>	2,57	3,57	4,00	2,09	3,01	3,74	0,453399	0,716312	0,826	1,089154	<b>0,416</b>
<b>Q17</b>	2,41	3,41	4,00	2,34	3,34	3,84	0,695459	0,794326	0,748	0,847095	<b>0,821</b>
<b>Q18</b>	2,64	3,64	4,00	2,30	3,21	3,67	0,414755	0,680851	0,684	0,950493	<b>0,436</b>
<b>Q19</b>	1,85	2,85	3,71	1,56	2,43	3,28	0,597049	0,929078	0,862	1,193731	<b>0,500</b>
<b>Q20</b>	2,17	3,17	3,80	1,96	2,87	3,60	0,632020	0,815603	0,823	1,006278	<b>0,628</b>
<b>Q21</b>	2,40	3,40	3,95	1,43	2,00	2,65	0,195981	0,776596	0,610	1,190544	<b>0,165</b>

Fonte – Elaboração Própria

**Figura 64** – Representação do Grau de Semelhança N Fuzzy Triangulares da **Importância** e da **Presença** dos Critérios de Qualidade de Software no Oraculus



Fonte: Elaboração Própria

## 4.4.8 Oitava Etapa: Análise dos Resultados do Modelo Fuzzy-Oraculous Teórico

Nesta etapa, inicialmente buscou-se avaliar o grau de influência do peso dos especialistas da cognição, a partir da média ponderada dada pela Equação 4.18, de acordo com Boente (2013).

$$I_{inflpesoespcog} = \frac{\sum_{i=1}^9 (G_{grauinflsempesocog} X G_{grauinflcompesocog})}{\sum_{i=1}^9 G_{grauinflsempesocog}} \quad (4.18)$$

Aplicando os valores normalizados  $V_{norm}$  encontrados na Tabela 17 e na Tabela 19, tem-se:

$$I_{inflpesoespcog} = \frac{((1,00 * 1,00) + (0,95 * 0,93) + \dots + (0,75 * 0,72))}{(1,00 + 0,95 + 0,90 + 0,93 + 0,91 + 0,82 + 0,90 + 0,83 + 0,75)}$$

$$I_{inflpesoespcog} = 0,89 \quad (4.19)$$

Observa-se uma altíssima possibilidade (0,89) de optar por não utilizar o peso dos especialistas da cognição, de acordo com a Tabela 33, devido a um efeito alto do grau de influência considerando o peso sobre o grau de influência sem o peso dos especialistas da cognição.

De maneira análoga, foi realizado o cálculo do grau de influência do peso dos especialistas da qualidade de produto de software antes do uso do Oraculous, obtendo-se:

$$I_{inflpesoqs} = \frac{\sum_{i=1}^{30} (G_{grauinflcompesqs} X G_{grauinflsempesqs})}{\sum_{i=1}^{30} G_{grauinflcompesqs}} = \frac{12,89}{19,19} = 0,67 \quad (4.20)$$

Nesse caso, nota-se uma possibilidade alta (0,67), de acordo com a Tabela 33, de optar por não utilizar o peso dos especialistas da qualidade de software.

Na segunda etapa da aplicação dos questionários, após o uso do Oraculous, buscou-se analisar os resultados obtidos a partir dos cálculos efetuados, com valores normalizados  $V_{norm}$  da Tabela 17 e da Tabela 21, foi obtido um índice de influência dos pilares de combinação social sobre a cognição, denominado de **índice de impacto cognitivo**, a partir da Equação 4.21, de acordo com Boente (2013).

$$I_{impactocognitivo} = \frac{\sum_{i=1}^9 (G_{infocogantes} X G_{infocogapos})}{\sum_{i=1}^9 G_{infocogantes}} = \frac{7,26}{7,99} = 0,91 \quad (4.21)$$

Onde:

$G_{infocogantes}$  é o grau de **influência dos pilares de combinação social** antes do uso do Oraculous e

$G_{infqogapos}$  é o grau de **influência dos pilares de combinação social** após o uso do Oraculous.

O índice de impacto cognitivo (0,91) apontou para um efeito muito alto das influências dos pilares de combinação social, segundo a Tabela 33, provocado pelo uso do sistema de combinação social, Oraculous.

Da mesma maneira, na segunda etapa da aplicação dos questionários, após o uso do Oraculous, buscou-se analisar os resultados obtidos a partir dos cálculos efetuados, com valores normalizados  $V_{norm}$  da Tabela 18 e da Tabela 22, foi obtido um **índice de influência dos critérios de qualidade de software**, a partir da Equação 4.22.

$$I_{influenciaqs} = \frac{\sum_{i=1}^{30} (G_{infqsantes} \times G_{infqsapos})}{\sum_{i=1}^{30} G_{infqsantes}} = \frac{12,72}{18,74} = 0,68 \quad (4.22)$$

Onde:

$G_{infqsantes}$  é o grau de **influência dos critérios de qualidade de software** antes do uso do Oraculous e

$G_{infqsapos}$  é o grau de **influência dos critérios de qualidade de software** após o uso do Oraculous.

A influência da qualidade de produto de software apresentou um índice alto (0,68), a partir do uso do sistema de combinação social, Oraculous.

De maneira semelhante, na segunda etapa da aplicação dos questionários, após o uso do Oraculous, buscou-se analisar a importância e a presença dos critérios de qualidade de software. Assim, com valores normalizados  $V_{norm}$  da Tabela 23 e da Tabela 24, foi obtido um **índice de impacto da qualidade de software**, a partir da Equação 4.23.

$$I_{impactoqs} = \frac{\sum_{i=1}^{21} (G_{importanciaqs} \times G_{presencaqs})}{\sum_{i=1}^{21} G_{importanciaqs}} = \frac{16,23}{19,03} = 0,85 \quad (4.23)$$

Onde:

$G_{importanciaqs}$  é o grau de **importância dos critérios de qualidade de software** no uso do Oraculous e

$G_{presencaqs}$  é o grau de **presença dos critérios de qualidade de software** no uso do Oraculous.

O índice de impacto da qualidade de software (0,85) indica uma altíssima presença da qualidade de produto de software no Oraculous, segundo a Tabela 33.

Além dos cálculos dos índices, foram organizados também os resultados obtidos com os valores *crisp* normalizados e os graus de semelhanças relacionados com as dimensões de cada questão dos questionários para alguns apontamentos mais minuciosos em relação a essas dimensões. A Tabela 30 apresenta as dimensões do questionário de influência dos pilares da combinação social relacionados com os valores *crisp* normalizados antes e após o uso do Oraculous, bem como o grau de semelhança obtidos com aplicação desse questionário antes e após o uso do Oraculous. Da mesma forma, com as dimensões da influência dos critérios de qualidade de software, mostrado na Tabela 31. Por fim, as dimensões relacionadas à importância e à presença desses critérios, mostrados na Tabela 32.

A Tabela 30 demonstra através dos valores *crisp* normalizados altos que existe uma considerável influência entre os pilares da combinação social, destacando a influência da observação sobre a ZDP e a FRP.

Em relação à influência dos critérios de qualidade de software, nota-se que quase todas os critérios possuem influência sobre o outro, exceto alguns critérios, como, por exemplo, a portabilidade e a manutenibilidade, com valores *crisp* normalizados fracos, indicando que há dúvidas sobre a existência de influência entre esses 2 (dois) critérios por parte dos especialistas, como mostra a Tabela 31.

Ao analisar a importância e a presença dos critérios de qualidade de software no Oraculous, a Tabela 32 aponta para uma alta presença desses critérios dentro da ferramenta Oraculous, indicado pelos valores *crisp* normalizados da presença em quase todas as dimensões considerados altos, exceto para a dimensão relacionada a "usabilidade - acessibilidade", que entre a importância (0,846) e a presença (0,472) no Oraculous representa uma distância grande, segundo os especialistas. A coluna com os valores do grau de semelhança muito baixo revela uma prioridade na investigação desses critérios dentro do Oraculous.

**Tabela 30** – Dimensão das Questões e seus Valores *Crisp* Normalizados e Grau de Semelhança da **Influência dos Pilares da Combinação Social**

Dimensão	Questão	Valor Crisp Normal Antes	Valor Crisp Normal Após	Grau Semelhança Antes e Depois
Observação/ZDP	Q1	1,000	0,994	0,577
Observação/ZDP	Q7	0,897	0,880	0,558
Observação/FRP	Q2	0,951	0,925	0,560
Observação/FRP	Q8	0,825	0,828	0,661
ZDP/Observação	Q4	0,928	0,889	0,518
ZDP/FRP	Q3	0,902	0,998	0,903
ZDP/FRP	Q9	0,753	0,783	0,748
FRP/Observação	Q6	0,817	0,854	0,794
FRP/ZDP	Q5	0,906	1,000	0,910

**Fonte** – Elaboração Própria

**Tabela 31** – Dimensão das Questões e seus Valores *Crisp* Normalizados e Grau de Semelhança da **Influência dos Critérios de Qualidade de Software**

Dimensão	Questão	Valor Crisp Normal ANTES	Valor Crisp Normal APÓS	Grau Semelhança
Funcionalidade/Confiabilidade	Q1	1,000	1,000	0,956
Funcionalidade/Usabilidade	Q2	0,878	0,805	0,615
Funcionalidade/Eficiência	Q3	0,719	0,744	0,869
Funcionalidade/Manutenibilidade	Q4	0,363	0,453	0,480
Funcionalidade/Portabilidade	Q5	0,789	0,815	0,827
Confiabilidade/Usabilidade	Q6	0,334	0,365	0,783
Confiabilidade/Eficiência	Q7	0,657	0,630	0,815
Confiabilidade/Manutenibilidade	Q8	0,391	0,389	0,957
Confiabilidade/Portabilidade	Q9	0,545	0,518	0,820
Usabilidade/Eficiência	Q10	0,668	0,646	0,845
Usabilidade/Manutenibilidade	Q11	0,441	0,437	0,934
Usabilidade/Portabilidade	Q12	0,462	0,480	0,880
Eficiência/Manutenibilidade	Q13	0,534	0,557	0,855
Eficiência/Portabilidade	Q14	0,680	0,678	0,935
Manutenibilidade/Portabilidade	Q15	0,592	0,548	0,762
Confiabilidade/Funcionalidade	Q16	0,848	0,931	0,495
Usabilidade/Funcionalidade	Q17	0,907	0,933	0,853
Usabilidade/Confiabilidade	Q18	0,396	0,473	0,569
Eficiência/Funcionalidade	Q19	0,757	0,829	0,630
Eficiência/Confiabilidade	Q20	0,665	0,647	0,863
Eficiência/Usabilidade	Q21	0,682	0,797	0,467
Manutenibilidade/Funcionalidade	Q22	0,619	0,531	0,541
Manutenibilidade/Confiabilidade	Q23	0,583	0,540	0,730
Manutenibilidade/Usabilidade	Q24	0,457	0,520	0,637
Manutenibilidade/Eficiência	Q25	0,679	0,651	0,825
Portabilidade/Funcionalidade	Q26	0,735	0,705	0,824
Portabilidade/Confiabilidade	Q27	0,736	0,796	0,660
Portabilidade/Usabilidade	Q28	0,701	0,666	0,785
Portabilidade/Eficiência	Q29	0,565	0,564	0,970
Portabilidade/Manutenibilidade	Q30	0,353	0,388	0,765

Fonte – Elaboração Própria

**Tabela 32** – Dimensão das Questões e seus Valores *Crisp* Normalizados e Grau de Semelhança da **Importância** e da **Presença** dos Critérios de Qualidade de Software no Oraculous

Dimensão	Questão	Valor Crisp Normal Importância	Valor Crisp Normal Presença	Grau Semelhança
Funcionalidade - Adequação	Q1	0,858	0,944	0,996
Funcionalidade - Acurácia	Q2	0,944	0,965	0,663
Funcionalidade - Interoperabilidade	Q3	0,964	0,991	0,630
Funcionalidade - Segurança	Q4	1,000	0,821	0,295
Confiabilidade - Recuperabilidade	Q6	0,870	0,628	0,243
Confiabilidade - Tolerância a Falhas	Q5	0,893	0,613	0,225
Eficiência - Comportamento em relação ao tempo	Q14	0,773	0,953	0,460
Eficiência - Conformidade	Q16	0,970	0,922	0,416
Eficiência - Utilização de recursos	Q15	0,885	0,844	0,443
Manutenibilidade - Estabilidade	Q17	0,937	1,000	0,821
Manutenibilidade - Testabilidade	Q18	0,985	0,964	0,436
Portabilidade - Adaptabilidade	Q19	0,797	0,754	0,500
Portabilidade - Capacidade de ser substituído	Q21	0,930	0,628	0,165
Portabilidade - Coexistência	Q20	0,871	0,879	0,628
Usabilidade - Apreensibilidade	Q8	0,897	0,926	0,726
Usabilidade - Atratividade	Q10	0,951	0,926	0,489
Usabilidade - Conformidade - Acessibilidade	Q11	0,846	0,472	0,211
Usabilidade - Inteligibilidade	Q7	0,967	0,842	0,239
Usabilidade - Navegabilidade - Semântica	Q13	0,927	0,966	0,753
Usabilidade - Navegabilidade - Sintática	Q12	0,803	0,824	0,673
Usabilidade - Operabilidade	Q9	0,963	0,980	0,629

Fonte – Elaboração Própria

#### 4.4.9 Nona Etapa: Tomada de Decisão

No primeiro momento, a decisão a ser tomada foi quanto ao uso ou não do peso dos especialistas ao calcular o índice de influência dos pilares de combinação social (observação, ZDP e FRP) sobre a cognição e entre os critérios da qualidade de software (funcionalidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade e confiabilidade), pois já foram selecionados especialistas, que poderíamos considerar com o mesmo peso e apenas pequenas variações quanto a experiência, conhecimento e prática.

Para isso, foi feito o cálculo do índice de influência dos pilares da combinação social, sem e com peso, como demonstrado na Equação 4.19, e o resultado obtido foi muito alto, **0,89**. Assim, nessa primeira análise o uso ou não do peso não faria diferença. De maneira análoga, foi aplicado esse mesmo cálculo para a influência dos critérios de qualidade de software e obteve o valor igual a **0,67**, como demonstrado na Equação 4.20, que pode ser considerado alto, de acordo com a Tabela 33.

**Tabela 33** – Intervalos dos Índices

Intervalo	Descrição
0,00 - 0,19	Muito Fraco
0,20 - 0,39	Fraco
0,40 - 0,59	Moderado
0,60 - 0,79	Alto
0,80 - 1,00	Muito Alto

**Fonte** – Adaptado do Modelo Boente, (BOENTE, 2013)

Em uma segunda análise de confirmação dessa decisão, foi realizado e demonstrado na subseção 4.4.7 a avaliação do grau de semelhança para cada questão, comparando sem e com peso dos especialistas da cognição e da qualidade de software. Notou-se que em quase todas as questões houve uma semelhança alta, o que indicaria a possibilidade de escolha para ambos os grupos de especialistas, cognição e qualidade de software. Nesse caso, optou-se pelo uso do peso dos especialistas tanto da cognição quanto da qualidade de software em todos os cálculos e análises, pois a partir dos índices e grau de semelhanças calculados, há diferenças, mesmo que pequenas, podem indicar uma experiência ou conhecimento maior, por isso o peso é importante.

A segunda decisão está relacionada ao impacto cognitivo que o Oraculous promove ao usá-lo, permitindo que os especialistas avaliem melhor os pilares de combinação social sobre a cognição. Observou-se com aplicação do questionário antes do uso do Oraculous, considerando o peso, através dos valores *crisp* normalizados, altos, aproximadamente 1, demonstrado na Tabela 17, que há um alto grau de influência de um pilar sobre outro e, conseqüentemente, sobre a cognição. Apenas a questão **Q9** possui um valor *crisp* normalizado igual a **0,75**, abaixo das demais, que são superiores à **0,82**. Conclui-se que

há um alto impacto cognitivo em relação à influência dos pilares da combinação social. Para calcular o índice desse impacto, faz-se uma comparação entre o antes e o após o uso do Oraculous e obtém-se esse índice aplicando a Equação 4.21, que resultou no valor igual a **0,91**, de acordo com os intervalos da Tabela 33.

Da mesma forma, a decisão sobre a influência da qualidade de software permitiu que os especialistas avaliassem melhor os critérios de qualidade do produto de software. Observou-se a aplicação do questionário antes e após o uso do Oraculous, considerando o peso, através dos valores *crisp* normalizados, não tão altos, demonstrado na Tabela 18, que nem todas as características de qualidade de software exercem influência sobre a outra: a manutenibilidade, que é a capacidade de um software ser modificado, incluindo melhorias ou adaptações, não influencia a usabilidade, que é a capacidade de software ser compreendido, aprendido, operado e atrativo, por exemplo, conforme demonstrado na questão **Q24** com valor *crisp* normalizado igual **0,46**. Para obter um índice de melhoria da qualidade de software foi aplicado a Equação 4.22 e obtido um valor igual a **0,68**, que significa que o uso de sistema de combinação social teve um efeito alto nas respostas dos especialistas, de acordo com os intervalos da Tabela 33.

Nesta mesma etapa, foi avaliado também o índice de impacto da qualidade de produto software através da aplicação de questionários que equacionasse a importância e a presença dos critérios de qualidade de software no Oraculous. O resultado desse índice é apresentado na Equação 4.23 e o valor é igual a **0,85**, muito alto, de acordo com os intervalos da Tabela 33.

A partir dos índices obtidos, mesmo os índices de impactos cognitivo e da qualidade de software serem altos, para priorizar o que é preciso melhorar no modelo Fuzzy-Oraculous, foi calculado os graus de semelhanças da influência antes e após o uso do Oraculous tanto dos pilares da combinação social quanto dos critérios de qualidade de produto de software, bem como a importância e a presença desses critérios no sistema de combinação social, Oraculous.

A interpretação sobre o grau de semelhança em relação ao impacto cognitivo, mostrado na Tabela 27, em ordem de prioridade do menor para o maior, aponta para uma percepção diferenciada nessas questões destacadas, observe que os valores entre parênteses após a descrição da questão são os graus de semelhanças baixos, como segue: **Q4** - "Observar o outro influencia no seu interesse em algum assunto?"(0,518); **Q7** - "Imagine que você queira saber mais sobre a culinária japonesa. Você acha que ajuda observar o que os outros estão postando sobre isso?"(0,558); **Q2** - "Quando você quer conhecer algum assunto, o que você acha da possibilidade de criar uma rede de pessoas com mesmo interesse?"(0,560); **Q1** - "Quando você quer conhecer algum assunto, como você vê a possibilidade de acesso ao material de outras pessoas com o mesmo interesse?"(0,577); **Q8** - "Caso você se interesse em saber mais sobre um deus da mitologia grega, você acha que ajuda fazer parte de uma

rede de pessoas com esse interesse?"(0,661).

Em relação ao grau de semelhança da influência entre os critérios de qualidade de produto de software apresentados na Tabela 28 e na Tabela 31 em ordem de prioridade do menor para o maior, direcionando para apontamentos diferentes após o uso do Oraculous, que pode ter tido influência nessa nova interpretação das perguntas do questionário pelos especialistas, os valores entre parênteses após a questão indica o valor de grau de semelhança, como segue: **Q21** - "Um software eficiente acaba sendo mais amigável."(0,467); **Q4** - "Quanto melhor o software atende as nossas necessidades, mais fácil sua manutenção."(0,480); **Q16** - "A confiança no software depende da coerência das respostas do software aos nossos comandos."(0,495); **Q22** - "Um software fácil de ser modificado acaba atendendo melhor às necessidades do usuário."(0,541); **Q18** - "Um software fácil de usar é confiável."(0,569); **Q2** - "O software que atende melhor às minhas necessidades, costuma ser também mais amigável."(0,615); **Q19** - "Um software com retorno rápido atende melhor às necessidades do usuário."(0,630); **Q24** - "Um software fácil de ser modificado costuma ser amigável."(0,637), **Q27** - "Um software adaptável em qualquer ambiente inspira mais confiança."(0,660)".

Por fim, quanto ao grau de semelhança entre a importância e a presença dos critérios de qualidade de produto de software apresentadas na Tabela 29 e na Tabela 32 em relação ao sistema de combinação social, Oraculous, destaca-se os critérios que precisam ser melhorados dentro desta ferramenta, obedecendo uma ordem de prioridade para melhoria do menor para maior, o valor entre parênteses após a pergunta informa o grau de semelhança, como segue: **Q7** - "Usabilidade - Inteligibilidade"(0,239)", **Q4** - "Funcionalidade - Segurança"(0,295)", **Q18** - "Manutenabilidade - Testabilidade"(0,436), **Q14** - "Eficiência - comportamento em relação ao tempo"(0,460)", **Q10** - "Usabilidade - Atratividade"(0,489).

Existem outras questões que possuem critérios de qualidade de difícil avaliação pelo especialista como as destacadas a seguir, por isso tiveram um valor baixo, significando uma impossibilidade de avaliação, por exemplo: **Q21** - "Portabilidade - capacidade de ser substituído por uma nova versão"(0,165)", o especialista precisaria avaliar novas versões do Oraculous, dentro do período de disponibilidade da ferramenta; **Q11** - "Usabilidade - acessibilidade"(0,211)", o especialista precisaria de alguém com deficiências visuais, por exemplo, para avaliar alguns dos aspectos de acessibilidade; **Q5** - "Confiabilidade - Tolerância a falhas "(0,225), o especialista precisaria simular situações de falhas; **Q6** - "Confiabilidade - Recuperabilidade"(0,243)", da mesma forma, o especialista precisaria simular essa situação para observar se o Oraculous conseguiria se recuperar de falhas; **Q16** - "Eficiência - conformidade"(0,416)", nesse caso o especialista deveria consultar as normas e convenções para saber se está de acordo com o esperado quanto ao tempo de resposta; **Q15** - "Eficiência - utilização de recursos"(0,443)", seria necessário uma avaliação da quantidade de memória e processamento com o uso do Oraculous.

As respostas dos especialistas muito próximas do 0 (zero) nesse caso da avaliação

da presença dos critérios de qualidade de produto de software no Oraculous indicam que o especialista não sabe avaliar aquele critério dentro do Oraculous, por isso, é importante levar em consideração a falta de conhecimento do especialista em relação a identificação de critérios de qualidade dentro de um produto de software, mesmo esse especialista sendo da área de Informática, a avaliação de qualidade de software pode não ser a área que domina. Apesar de se usar o peso do especialista, a opinião de todos influenciaram de alguma maneira no cálculo desse índice de impacto da qualidade.

## 5 CONCLUSÃO

*“TUDO tem o seu tempo determinado e há tempo para todo propósito debaixo do céu.”  
(Bíblia Sagrada, Eclesiases 3, 1)*

O sistema de combinação social é um tipo de sistema que reconhece padrões de comportamento específico dentro de uma rede social, através da navegação implícita ou explícita ou mesmo pela busca por um interesse particular. Além de ser uma nova designação para os sistemas de recomendação de pessoas, é um dos principais embasamentos teóricos para o desenvolvimento do Oraculous, um modelo de processo cognitivo e uma ferramenta, que pretende ser um mecanismo para identificar pessoas com interesses semelhantes, nossos pares, e aprender com eles.

Demonstrou-se em trabalhos anteriores (SILVA, 2009) que o mecanismo Oraculous, composto pela ferramenta que embarca dentro de si o modelo de processo cognitivo, ajuda na aquisição de conhecimento quando os pares de usuários são observados no âmbito de suas atividades dentro de redes sociais. Desta forma, entendemos que a cognição pode ser melhorada entre os participantes dessas redes. Além disso, o Oraculous considera a similaridade entre pares baseada nas teorias de aprendizagem, utilizando a matemática tradicional, através da Correlação de Pearson, encontrado no Anexo A. No presente trabalho, foram acrescentados, outro algoritmo da matemática tradicional, a Distância Euclidiana, disponível no Anexo B e o algoritmo fuzzy, apresentado no Apêndice J. O que já era uma novidade quando comparada com outros sistemas de combinação social, foi potencializado com a adição desses dois algoritmos, possibilitando ao usuário escolher o que melhor atende as suas expectativas.

Observamos que o fluxo de aprendizado se operacionaliza através de três elementos estruturantes ou pilares de combinação social, os métodos: de observação, de interação social (ZDP) e de formação das redes de pares (FRP), com sua emanção alicerçada nos constructos pessoais do próprio indivíduo, podendo atingir níveis conscientes ainda não conhecidos. Esses elementos estão em uma gradação interna e externa, em que a observação é uma ação essencialmente interna, a comunicação (ZDP) é uma ação recíproca, interna e externa, e as redes sociais de pares são ações simultâneas, auto-organizadas, sendo essa formação a ressonância dessas ações internas que extrapolam para externo, trazendo como consequência as formações dessas redes de pares.

A descrição epistemológica do modelo de processo cognitivo, Oraculous, é definida como uma reflexão dos elementos estruturantes da combinação social (observação, interação social e formação de rede de pares), na relação que se estabelece entre eles, avaliado pela

lógica fuzzy. A descrição ontológica<sup>1</sup> se defini pelo sentido mais abrangente desses elementos, baseados nas teorias de aprendizagem que estuda cada um desses elementos em particular.

Neste trabalho, adicionamos ao mecanismo Oraculous, a lógica fuzzy e o padrão de qualidade NBR ISO/9126-1 (2003), como sistema para abordar a eficácia do modelo e da ferramenta Oraculous.

Dentro do âmbito da lógica fuzzy, definimos como variáveis linguísticas, os elementos estruturantes do modelo de processo cognitivo: observação, interação social (ZDP) e formação de redes de pares (FRP). O conjunto de termos linguísticos associados a essas três variáveis avalia a influência de um elemento sobre o outro, foi definido como: influência indispensável, influência considerável, influência moderada, às vezes influencia e sem influência.

Ainda no âmbito da lógica fuzzy, em uma perspectiva mais voltada para a qualidade da ferramenta Oraculous, as variáveis linguísticas definidas foram as características baseadas no padrão NBR ISO/9126-1 (2003): funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. O conjunto de termos linguísticos associado a essas características para avaliar a influência de uma sobre a outra foram: concordo totalmente, concordo parcialmente, indiferente, discordo parcialmente, discordo totalmente. Outro conjunto de termos linguísticos associado a essas características foi definido para avaliar a importância delas dentro da ferramenta Oraculous: indispensável, muito importante, importante, pouco importa e não importa. Por fim, para avaliar a presença dessas características, tem-se o seguinte conjunto de termos linguísticos: plenamente presente, presente, moderadamente presente, ausente e não sei.

Para validação desta pesquisa, utilizamos 6(seis) questionários: 2 (dois) para avaliar o peso dos especialistas de cada grupo, cognição e qualidade de software; 1 (um) para avaliar a influência de cada elemento estruturante do modelo, aplicado ao grupo especialista em cognição; e mais 3 (três) para avaliar a influência de cada característica da qualidade de software, a importância e a presença dessas características dentro do Oraculous, aplicado ao grupo especialista em qualidade de software.

Os questionários de influência foram disponibilizados em dois momentos diferentes: antes e depois do uso do Oraculous, em que os resultados contribuíram para elevar os níveis de compreensão e qualidade e, dessa forma, melhorar o mecanismo Oraculous.

O grupo especialista da cognição foi composto por 18 (dezoito) respondentes e o grupo especialista da qualidade de software foi composto por 20 (vinte) respondentes. Esses dois grupos participaram das 2 (duas) etapas propostas nessa pesquisa: na primeira etapa respondendo os questionários de influência antes do uso do Oraculous e na segunda etapa utilizando o Oraculous e respondendo aos mesmos questionários de influência.

---

<sup>1</sup> Para Castro (2008), a **ontologia** é a teoria dos entes, é a teoria do ser em geral para analisar suas qualidades mais básicas de modo geral para caracterizá-lo ou qualificá-lo.

A análise dos resultados na primeira etapa permitiu uma avaliação sobre o grau de influência do peso dos especialistas. Identificou-se que o peso não influencia, mas adotou-se o peso durante as demais análises.

Dentro do período de execução da segunda etapa, foi formado um terceiro grupo, com 15 (quinze) participantes, combinando pessoas dos grupo especialista da cognição, grupo especialista da qualidade de software e pessoas que não tinham participado de nenhuma etapa, todas essas pessoas com conhecimentos avançados na área de Informática. Nesse grupo combinado, foi orientado o preenchimento do questionário de identificação de peso de especialista da qualidade para as pessoas que não participaram do grupo especialista da qualidade de software.

Após esse segundo momento, caracterizado pelo uso da ferramenta Oraculous, foram obtidos os índices de melhorias do Modelo Fuzzy-Oraculous, influenciado por esse uso, como segue: o impacto cognitivo com valor muito alto igual a 0,91, o índice de influência da qualidade com valor alto igual a 0,68, por fim, o impacto da qualidade de software com valor muito alto igual a 0,85, de acordo com Tabela 33. Foram identificados, contudo, critérios de qualidade que precisam ser trabalhados dentro do Oraculous, como a usabilidade, a funcionalidade, no contexto da segurança e a eficiência, em relação ao tempo de resposta.

Esse trabalho possui suas limitações e riscos, pois envolve pessoas, limitando a precisão dos resultados e conclusões, além de riscos de uma avaliação equivocada. Em uma tentativa de suavizar esses riscos, uma das sugestões de trabalhos futuros, descrita a seguir, é a realização de ciclos de análises do modelo proposto, permitindo a confirmação dessas conclusões, bem como novas interpretações.

Uma das potencialidades dessa pesquisa é servir de base para diversos trabalhos futuros na sua continuidade ou mesmo em outras pesquisas, por envolver várias áreas do conhecimento, por exemplo: na perspectiva da Sociologia e Psicologia Cognitiva, dentro do contexto das redes sociais e das teorias sociais cognitivas, seria possível supor com o encadeamento proposto nesse trabalho, que as redes sociais como se entende hoje são projeções mentais das relações sociais de cada indivíduo de alcance mundial dentro de um espaço virtual. Embora existam muitas pessoas que se recusam a fazer parte de ambientes virtuais, existem muitas outras que utilizam esses ambientes e transferem as suas relações presenciais para tais espaços. O que faz algumas pessoas se recusarem e outras não a se vincular a redes sociais virtuais? Várias outras investigações sobre esses padrões comportamentais poderiam ser realizadas com esse direcionamento, a título de exemplo; na perspectiva tecnológica, o trabalho permite melhorias, transformações e adaptações da implementação do Oraculous ou servir de base para outras propostas de sistemas de combinação social; na perspectiva da Matemática, uma ideia é o uso da lógica fuzzy dentro dos algoritmos de pareamento desses sistemas; no viés educacional a sugestão de

potencialidade seria a aplicabilidade dessa ferramenta dentro dos ambientes de ensino com novas formas de coletas de dados, como observação do cotidiano do aluno durante o seu uso, análises de navegabilidade dentro da ferramenta e outras.

À vista disso, essa tese aponta para algumas sugestões de trabalhos futuros, tanto em nível teórico, como no desenvolvimento de novas aplicações e realização de novos experimentos. A seguir, são apresentadas as perspectivas para o prosseguimento dessa pesquisa:

- Realizar novos ciclos de análise do modelo Fuzzy-Oraculous proposto, a partir do método de pesquisa *Design Science*;
- Investigar outros aspectos estruturantes do modelo Fuzzy-Oraculous, identificados pelos novos ciclos de análise, conforme propõe a metodologia *Design Science Research*;
- Identificar e comparar outros algoritmos de pareamento, a fim de fazer um estudo sobre as vantagens e desvantagens de cada um deles, entre outros estudos que poderiam ser realizados neste contexto;
- Examinar minuciosamente o algoritmo fuzzy que calcula a similaridade entre os pares, adicionado a ferramenta Oraculous, elaborando novas propostas de melhorias nesse algoritmo;
- Aprofundar a exploração dos indícios de fractalidade<sup>2</sup> que observamos diante dos elementos estruturantes deste modelo;
- Utilizar a lógica fuzzy em novas pesquisas no âmbito da cognição e das redes sociais.

A abordagem tratada nessa tese, portanto, referente aos Sistemas de Combinação Social junto à lógica fuzzy, tem um potencial para aplicação em redes sociais, bem como em outras áreas que envolvam a necessidade de uma matemática que se aproxime das imprecisões do raciocínio humano.

---

<sup>2</sup> **Fractalidade:** segundo o dicionário é a qualidade do que é fractal. **Fractal** pela definição desse mesmo dicionário é o conjunto geométrico cujas partes tem a mesma estrutura que o todo, com escalas diferentes, por exemplo, o *Triângulo de Sierpinski*.

## REFERÊNCIAS

- AMENTO, B. et al. Experiments in social data mining: The topicsshop system. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, ACM Press, New York, v. 10, n. 1, p. 54–85, 2003.
- ANALYSIS OF SOCIAL NETWORK DATA. [S.l.], 2013. Acesso em: 13 abr. 2017. Disponível em: <<http://www.albany.edu/~gangolly/inf496/AnalysisofSocialNetworkData.pdf>>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO/IEC 9126-1: engenharia de software: qualidade de produto: parte 1: modelo de qualidade*. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 21 p.
- BANDURA, A. Social cognitive theory. In: Vasta, R. (Ed.). *Annals of child development, six theories of child development*. Greenwich: JAI Press, 1989.
- BANDURA, A.; AZZI, R.; POLYDORO, S. *Teorias Social Cognitiva: conceitos básico*. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BELCHIOR, A. D. *Um Modelo Fuzzy para Avaliação da Qualidade de Software*. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) — COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- BOENTE, A. N. P. *Proposição de um Modelo Fuzzy para Tomada de Decisão acerca da Avaliação da Qualidade do Produto de Software AVA MOODLE utilizado no Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais do IST-RIO e da Satisfação de seus Usuários*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. *UML: guia do usuário*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- BRUNO, F. *Máquinas de ver, Modos de Ser: vigilância, tecnologia e subjetividade*. Porto Alegre: Sulina Meridional Ltda, 2013.
- BUCHANAN, M. *Nexus: fundamentos da ciência dos networks*. São Paulo: Leopardo, 2009.
- BUDZIK, J. et al. Clustering for opportunistic communication: In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WORLD WIDE WEB, 11., 2002. Honolulu. In: *Proceedings...* New York: ACM, 2002. p. 726–735.
- BULFINCH, T. *Mitologia: Histórias de Deuses e Heróis*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006.
- CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. *Experimental and quasi-experimental designs for Research*. Chicago: R. McNally, 1963.
- CASTRO, S. de. *Ontologia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

- CHAMOVITZ, I.; COSENZA, C. A. N. Inovação em educação com internet: a distância, com o uso de webquests e da lógica nebulosa. ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UFRJ, 10, 2006. *Anais...*, [S.I.: s.n.], Rio de Janeiro, 2006.
- CORMEN, T. H. et al. *Algoritmos: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- COSENZA, C. et al. Allocation problems, economics, fuzzy sets, information: An approximate allocation algorithm and its consequences. Rio de Janeiro: PEP-COPPE-UFRJ, 2011.
- COSTA, J. C. da; PEREIRA, V. W. *Linguagem e Cognição: Relações Interdisciplinares*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.
- COSTA, K. C. da et al. Acompanhamento do estudante em ambientes de aprendizagem utilizando lógica fuzzy acompanhamento do estudante em ambientes de aprendizagem utilizando lógica fuzzy. In: WOKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 12., 2006, Campo Grande. *Anais...*, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 41–49, 2006.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- DUBOIS, D.; PRADE, H. *Fuzzy elements in a fuzzy set*. IRIT: Université Paul Sabatier, 2005.
- EDWARDS, P. N. *The Closed World: Computers and the politics of discourse in cold war america*. Cambridge: MIT Press, 1996.
- FELÍCIO, S. P. d. A. S.; MOTTA, C. L. R.; OLIVEIRA, C. E. T. The Oraculous Model: Social Matching System. In: INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT, 2014, Valencia. *Proceedings...*, [S.I. s.n.], 2014.
- FELÍCIO, S. P. de A. S.; BOENTE, A. N. P. Uma arquitetura de sistemas de combinação social focada em abordagem epistemológica. *Revista Científica Digital da FAETEC*, Duque de Caxias, v. 1, n. 1, 2015.
- FELÍCIO, S. P. de A. S. et al. Aplicabilidade da lógica fuzzy nos testes cognitivos iniciais do mecanismo de combinação social - oraculous. *Revista Vianna Sapiens*, Juiz de Fora, v. 5, n. 2, p. 272–295, 2014.
- FONER, L. Yenta: A multi-agent, referral-based matchmaking system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS, 1., 1997, Marina del Rey. In: *Proceedings...* New York: ACM, 1997. p. 301–307.
- FONSECA FILHO, C. *História da Computação: o caminho do pensamento e da tecnologia*. Porto Alegre: EdiPucRS, 2007.
- FOWLER, M. *UML Essencial: Um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos*. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2005.
- FREEMAN, L. C.; WELLMAN, B. A note on the ancestral toronto home of social network analysis. *Connections*, Columbia, v. 18, n. 2, p. 15–19, 1995.

FUKAYAMA, H. Y. *Metodologia baseada na análise multicritério Fuzzy para Avaliação de Riscos em Projetos Complexo de Engenharia: Aplicação na Indústria Aeronáutica*. Tese (Dissertação) — COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Março 2009.

GOLDBERG, D. et al. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Communications of the ACM*, New York, v. 35, n. 12, p. 61–70, 1992.

GOLDER, S.; HUBERMAN, B. A. The structure of collaborative tagging systems. *SemanticScholar*, 2005. Acesso em: 20 mar. 2017. Disponível em: <[http://courses.ischool.utexas.edu/~i385t-sw/readings/Golder-Huberman-2006-Structure\\_Collaborative\\_Tagging\\_Systems.pdf](http://courses.ischool.utexas.edu/~i385t-sw/readings/Golder-Huberman-2006-Structure_Collaborative_Tagging_Systems.pdf)>.

GOLDSCHMIDT, R. R. *Uma Introdução à Inteligência Computacional: fundamentos, ferramentas e aplicações*. 1. ed. Rio de Janeiro: IST-Rio, 2010.

GRANOVETTER, M. S. The strength of weak ties. *America Journal of Sociology*, v. 78, n. 6, p. 1360–1380, 1973.

\_\_\_\_\_. The strength of weak ties: A network theory revisited. *John Wiley e Sons, Inc.*, San Francisco, v. 1, p. 201–233, 1983.

HEIDEGGER, M. *Que é uma coisa? : Doutrina de kant dos princípios transcendentais*. Lisboa: Edições 70, 1987.

HEIDER, F. Attitudes and cognitive organization. *Journal of Psychology* 21, v. 21, n. 1, p. 107–112, 1946.

HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, Minneapolis, v. 28, n. 1, p. 75–105, mar. 2004.

HILL, W.; TERVEEN, L. Using frequency-of-mention in public conversations for social filtering. in: Computer supported cooperative work, 1996, boston. In: *Proceedings ...* New York: ACM, 1996. p. 106–112.

HOFMANN, R.; ALLHUTTER, D. Deconstructive design as an approach for opening trading zones. In: VALLVERDU J. (Ed.). In: *Thinking Machines and the Philosophy of Computer Science*. : concepts and principles. Hershey: Information Science Reference, 2010. p. 175–192.

JUNG, C. G. *O homem e seus símbolos*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

KASABOV, N. K. *Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering*. Cambridge: MIT Press, 1998.

KAUTZ, H.; SELMAN, B.; SHAH, M. Referral web: combining social networks and collaborative filtering. *Communications of the ACM*, New York, v. 40, n. 3, p. 63–65, 1997.

KELLY, G. *A Theory of personality: the psychology of personal constructs*. New York: W.W. Norton e Company, 2003.

KHANAFIAH, M. D.; SITUNGKIR, M. H. *Social Balance Theory: revisiting heider's balance theory for many agents*. [s.n.], 2004. Acesso em: 12 abr. 2017. Disponível em: <<http://cogprints.org/3641/>>.

- KONSTAN, J. A. et al. Grouplens: Applying collaborative filtering to usenet news. *Communications of the ACM*, New York, v. 40, n. 3, p. 77–87, 1997.
- LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão Produção*, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741 – 761, 2013.
- LANG, K. Newsweeder: Learning to filter netnews. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE LEARNING, 12., 1995, Tahoe City. In: *Proceedings...* New York: ACM, 1995. p. 331–339.
- LEVY, P. *Cibercultura*. 3 ed. São Paulo: Ed. 34, 2010. (Coleção Trans).
- LIEBERMAN, H. Autonomous interface agents. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1997, Atlanta. In: *Proceedings...* New York: ACM, 1997. p. 67–74.
- MAES, P. Agents that reduce work and information overload. *Communications of the ACM*, New York, v. 37, n. 7, p. 30–40, 1994.
- MALVEZZI, W. R. *Uma Ferramenta Baseada em Teoria Fuzzy para Acompanhamento de Alunos Aplicado ao Modelo Presencial Mediado por Tecnologia*. 2010. 123 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MANSON, N. Is operations research really research? *ORiON*, [S.I.], v. 22, n. 2, p. 155–180, 2006.
- MARRO, A. A. et al. *Lógica Fuzzy: Conceitos e aplicações*. [s.n.], 20–. Acesso em: 14 mar. 2017. Disponível em: <[http://aquilesburlamaqui.wdfiles.com/local--files/logica-aplicada-a-computacao/texto\\_fuzzy.pdf](http://aquilesburlamaqui.wdfiles.com/local--files/logica-aplicada-a-computacao/texto_fuzzy.pdf)>.
- MCDONALD, D. W.; ACKERMAN, M. S. Expertise recommender: a flexible recommendation system and architecture. In: COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 2000, Philadelphia. In: *Proceedings...* New York: ACM 2000, 2000. p. 231–240.
- MCNEILL, F. M.; THRO, E. *Fuzzy Logic: a practical approach*. Boston: AP Professional, 1994.
- MOL, R. S. *Introdução a História da Matemática*. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2013.
- MOONEY, R. J.; ROY, L. Content-based book recommending using learning for text categorization. In: ACM CONFERENCE ON DIGITAL LIBRARIES, 5., 2000, San Antonio. In: *Proceedings...* New York: ACM, 2000. p. 195–204.
- MOTTA, C. L. R. *Um ambiente de recomendação e filtragem cooperativas para apoio a equipes de trabalho*. 1999. 226p p. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- NEWCOMB, T. *Social psychology*. New York: Dryden Press, 1950.
- PAES, A. T. O que fazer quando a distribuição não é normal? *Einstein: Educação Continuada em Saúde*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 3–4, 2009.

- PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, Armonk, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.
- PIMENTEL, M.; FUKS, H. *Sistemas Colaborativos*. Rio de Janeiro: Campus, 2011.
- PONCE-CRUZ, P.; RAMÍREZ-FIGUEROA, F. D. *Intelligent Control Systems with LabView*. New York: Springer, 2010. 216p p.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2002.
- RESNICK, P. et al. GroupLens: An open architecture for collaborative filtering of netnews. In: COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 1994, Chapel Hill. In: *Proceedings ...* New York: ACM, 1994. p. 175–186.
- RICCI, F. et al. *Recommender Systems Handbook*. New York: Springer, 2011.
- ROCHA, A. R. C. da. *Uma Experiência na Definição do Processo de Desenvolvimento e Avaliação de Software segundo a Norma ISO*. Rio de Janeiro: UFRJ/PESC, 1994. (Relatório técnico, ES-302/94).
- ROCHADEL, W. As ciências do artificial em uma abordagem entre o conhecimento e a tecnologia. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO, 1., 2015. *Anais ...*, [S.l.: s. n.], Araranguá, p. 76–85, 2016.
- ROSENTAL, C. Certifying knowledge: the sociology of a logical theorem in artificial intelligence. *American Sociological Review*, Menasha, v. 68, n. 4, p. 623–624, 2003.
- ROSS, T. J. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. 2. ed. Chichester: Wiley, 2004.
- \_\_\_\_\_. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. 4. ed. Chichester: Wiley, 2017.
- SANTOS, V. R. A constituição do direito na grécia clássica. *Justiça & História*, Porto Alegre, v. 3, n. 6, 2003.
- SCHULTZ, D.; SCHULTZ, S. E. *Teorias da Personalidade*. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- SEGARAN, T. *Programando a Inteligência Coletiva: desenvolvendo aplicativos web 2.0 inteligentes*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2008.
- SHARDANAND, U.; MAES, P. Social information filtering: algorithms for automating “word of mouth”. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1995, Denver. In: *Proceedings...* New York: ACM, 1995. p. 210–217.
- SILVA, S. P. d. A. *Oraculous: um modelo para combinação social em redes sociais*. 234 p. Dissertação (Mestrado em Informática) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- SIMÕES, M. G.; SHAW, I. S. *Controle e Modelagem Fuzzy*. 2. ed. São Paulo: E. Bucher: FAPESP, 2007.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software*. São Paulo: Pearson, 2011.

- SORDI, J. O.; AZEVEDO, M. C.; MEIRELES, M. A pesquisa design science no brasil segundo as publicações em administração da informação. *Journal of Information Systems and Technology Management*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 165–186, 2015.
- TAKEDA, H. et al. Modeling design processes. *AI Magazine*, Menlo Park, v. 11, n. 4, p. 37–48, 1990.
- TEIXEIRA, J. de F. *Mente, Cérebro e Cognição*. Petrópolis: Vozes, 2011.
- TERVEEN, L.; HILL, W. Human-computer collaboration in recommender systems. In: CARROLL, J. M. (Ed.). In: *Human-Computer Interaction in the New Millennium*. Boston: Addison-Wesley, 2001.
- TERVEEN, L. et al. Phoaks: A system for sharing recommendations. *Communications of the ACM*, New York, v. 40, n. 3, p. 59–62, 1997.
- TERVEEN, L. G.; MCDONALD, D. W. Social matching: A framework and research agenda. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, New York, v. 12, n. 3, p. 401–434, 2005.
- TERVEEN, L. G.; SELFRIDGE, P. G.; LONG, M. D. Living design memory: Framework, implementation, lessons learned. *Human-Computer Interaction*, Hillsdale, v. 10, n. 1, p. 1–37, 1995.
- VAISHNAVI, V.; KUECHLER, B. *Design Science Research in Information Systems*. [s.n.], 2004. Acesso em: 9 abr. 2017. Disponível em: <<http://desrist.org/desrist/content/design-science-research-in-information-systems.pdf>>.
- VALENÇA, A. O mundo dos sonhos e os processos de aprendizagem: Uma jornada das origens até os sonhos lúcidos. In: SCIENTIARUM HISTORIA, 6., 2013, Rio de Janeiro. In: *Anais...* [S.l.: s.n.], 2013.
- VIEIRA, S. J. R. *A adoção do conceito de manutenibilidade como estratégia para a inovação da gestão na manutenção civil da Fiocruz. 2007*. 133 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) — Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. [S.l.]: Ridendo Castigat Mores, 2001.
- WATTS, D. *Six Degrees: the science of a connected age*. New York: Norton, 2003.
- WATTS, D.; STROGATZ, S. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *Nature*, London, v. 393, n. 6684, p. 440–442, 1998.
- WIERINGA, R. Design science as nested problem solving. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN SCIENCE RESEARCH IN INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 4., 2009, Philadelphia. In: *Proceedings ...* New York: ACM, 2009.
- WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. *Zone of Proximal Development*. [S.l.], 2017. Acesso em: 14 mar. 2017. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Zone\\_of\\_proximal\\_development](https://en.wikipedia.org/wiki/Zone_of_proximal_development)>.
- ZADEH, L. A. Fuzzy sets. *Information and Control*, New York, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.
- ZADEH, L. A. et al. *Fuzzy Sets and Their Applications*. New York: Academic Press, 1975.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I: PESO DOS ESPECIALISTAS DA  
COGNIÇÃO**

# IDENTIFICAÇÃO DO PESO DO ESPECIALISTA DOS PILARES DE COMBINAÇÃO SOCIAL

Avalia os pesos dos especialistas para as Estratégias de Combinação Social

\* Required

1. **Email address \***

---

2. **1. Marque sua experiência com avaliação cognitiva \***

*Mark only one oval.*

- 8 anos ou mais
- De 4 a 7 anos e 11 meses
- De 1 a 3 anos e 11 meses
- Menos de 1 ano
- Nenhuma

3. **2. Marque sua experiência com aplicação do conceito de ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal), utilizado na interação social \***

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal => quando há ganhos de conhecimentos com ajuda de outro indivíduo.

*Mark only one oval.*

- 8 anos ou mais
- De 4 a 7 anos e 11 meses
- De 1 a 3 anos e 11 meses
- Menos de 1 ano
- Nenhuma

4. **3. Marque seu conhecimento com avaliação cognitiva? \***

*Mark only one oval.*

- 8 anos ou mais
- De 4 a 7 anos e 11 meses
- De 1 a 3 anos e 11 meses
- Menos de 1 ano
- Nenhuma

5. **4. Marque seu conhecimento com aplicação do conceito de ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal), utilizado na interação social \***

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal => quando há ganhos de conhecimentos com ajuda de outro indivíduo.

*Mark only one oval.*

- 8 anos ou mais
- De 4 a 7 anos e 11 meses
- De 1 a 3 anos e 11 meses
- Menos de 1 ano
- Nenhuma

6. **5. Já participou de alguma rede de social com intuito de aprender? \***

*Mark only one oval.*

- Muitas vezes
- Poucas vezes
- Apenas uma vez
- Somente como espectador
- Nunca

Send me a copy of my responses.

---

Powered by

 Google Forms

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO II: PESO DOS ESPECIALISTAS DA  
QUALIDADE DE SOFTWARE**

# IDENTIFICAÇÃO DE PESO DO ESPECIALISTA DOS CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE SOFTWARE DO ORACULOUS

Avalia os pesos dos especialistas para os critérios de qualidade de software do Oraculous

\* Required

1. **Email address \***

---

2. **1. Marque a opção que melhor identifica você dentro da área de TI. \***

TI - Tecnologia da Informação

*Mark only one oval.*

- Engenharia de Software
- Gerente de Projetos
- Analista de Sistemas/Redes
- Programador
- Usuário final

3. **2. Marque o tempo de sua experiência na área de TI \***

TI - Tecnologia da Informação

*Mark only one oval.*

- 8 anos ou mais
- De 4 a 7 anos e 11 meses
- De 1 a 3 anos e 11 meses
- Menos de 1 ano
- Nenhuma

4. **3. Quando você utiliza um produto de software, quantas características você avalia, como: funcionalidade, usabilidade, manutenibilidade, portabilidade, eficiência, confiabilidade? \***

*Mark only one oval.*

- 2 ou mais com profundidade
- Mais do que 1 com profundidade
- Apenas 1 com profundidade
- Algumas superficialmente
- Nenhuma

5. **4. Já participou de alguma pesquisa de avaliação da qualidade do produto de software? \***

Inclua as pesquisas realizadas por sites de compras e outros  
*Mark only one oval.*

- 7 ou mais
- Entre 5 e 6
- Entre 3 e 4
- Entre 1 e 2
- Nunca

6. **5. Como você classifica o seu conhecimento na área de software? \*\***

*Mark only one oval.*

- Master
- Senior
- Pleno
- Junior
- Trainee

Send me a copy of my responses.

---

Powered by

 Google Forms

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO III: GRAU DE INFLUÊNCIA DOS PILARES  
DE COMBINAÇÃO SOCIAL**

# GRAU DE INFLUÊNCIA NAS RELAÇÕES ENTRE OS PILARES DE COMBINAÇÃO SOCIAL

Avalia o grau que uma estratégia de Combinação Social tem sobre a outras

\* Required

1. **Email address \***

---

2. **1. Quando você quer conhecer algum assunto, como você vê a possibilidade de acesso ao material de outras pessoas com o mesmo interesse? \***

Observação sobre a ZDP - avalia a relação entre a observação de interesses e a interação social

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

3. **2. Quando você quer conhecer algum assunto, o que você acha da possibilidade de criar uma rede de pessoas com mesmo interesse? \***

Observação sobre a Formação de Pares - avalia a relação entre a observação de interesses e a formação de pares

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

4. **3. Você acha relevante acompanhar a rede de conhecimento de seus pares? \***

ZDP sobre Formação de Redes - avalia a relação entre a zona de desenvolvimento proximal e a formação de rede de pares

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

5. **4. Observar o outro influencia no seu interesse em algum assunto? \***

ZDP sobre observação - avalia a relação entre zona de desenvolvimento proximal, através da interação social e a observação sobre um interesse qualquer

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

6. **5. Você acha que pertencer a uma rede de interesses pessoais ajuda a construir seu próprio conhecimento? \***

Formação de Redes sobre ZDP - avalia a relação entre a formação de rede de pares e a interação social

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

7. **6. Você acha que observar os interesses de outros indivíduos em sua rede de interesses pode levá-lo a alterar a composição da rede? \***

Formação de Redes sobre observação - avalia a relação entre a formação de rede de pares e a observação sobre um interesse

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

8. **7. Imagine que você queira saber mais sobre a culinária japonesa. Você acha que ajuda observar o que os outros estão postando sobre isso? \***

Observação sobre ZDP - avalia a relação entre a observação e ZDP sobre um interesse.

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

9. **8. Caso você se interesse em saber mais sobre um deus da mitologia grega, você acha que ajuda fazer parte de uma rede de pessoas com esse interesse? \***

Observação sobre Formação de Pares - avalia a relação entre a observação e formação de pares sobre um interesse.

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

10. **9. Suponha que você queira aprender um idioma novo, você acha que seria de alguma ajuda observar o que as pessoas de sua rede social estão postando em geral? \***

ZDP sobre Formação de Pares - avalia a relação entre a ZDP e a formação de pares.

*Mark only one oval.*

- Considero indispensável
- Considero importante
- Ajuda razoavelmente
- Às vezes pode ajudar
- Não acho que ajude

Send me a copy of my responses.

---

Powered by

 Google Forms

**APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO IV: GRAU DE INFLUÊNCIA DOS CRITÉRIOS  
DE QUALIDADE DE SOFTWARE**

# GRAU DE INFLUÊNCIA DAS RELAÇÕES ENTRE OS CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE SOFTWARE

Avalia o grau de influência entre os critérios de qualidade de software

\* Required

## 1. Email address \*

---

## 2. 1. Se o software atende às minhas necessidades, tendo a confiar mais nos resultados que ele gera. \*

Funcionalidade sobre a Confiabilidade - avalia a relação entre a funcionalidade e a confiabilidade. Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário? Confiabilidade: está relacionado a segurança, ou seja, a funcionalidade desempenha o papel que se propôs a fazer?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

## 3. 2. O software que atende melhor às minhas necessidades, costuma ser também mais amigável. \*

Funcionalidade sobre Usabilidade - avalia a relação entre a funcionalidade e a usabilidade. Usabilidade é a facilidade de compreensão dos conceitos referente às opções disponíveis do produto de software; Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

4. **3. O software que atende melhor às necessidades do usuário em geral, costuma também apresentar melhor desempenho. \***

Funcionalidade sobre Eficiência - avalia a relação entre a funcionalidade e a eficiência.

Eficiência: o desempenho ou tempo de respostas do software são satisfatório? Quando um usuário executa uma opção o retorno é rápido? Os recursos de hardware, como memória, são bem utilizados? - Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

5. **4. Quanto melhor o software atende as nossas necessidades, mais fácil sua manutenção. \***

Funcionalidade sobre Manutenibilidade - avalia a relação entre a funcionalidade e a manutenibilidade.

Manutenibilidade: facilidade de dar manutenção para manter o bom funcionamento software - Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

6. **5. Um software que atende bem às necessidades de um usuário deve ser compatível com vários sistemas operacionais e vários ambientes de navegação. \***

Funcionalidade sobre Portabilidade - avalia a relação entre a funcionalidade e a portabilidade.

Portabilidade: capacidade de software funcionar em qualquer ambiente, sistema operacional ou navegador para sistemas Web - Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

7. **6. Um software seguro é necessariamente fácil de usar. \***

Confiabilidade sobre Usabilidade - avalia a relação entre a confiabilidade e a usabilidade. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Usabilidade: o produto é fácil de usar? é atrativo? o produto tem a capacidade de se prevenir de erros? tolera erros de funcionamento?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

8. **7. Um software seguro é eficiente. \***

Confiabilidade sobre Eficiência - avalia a relação entre a confiabilidade e a eficiência. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Eficiência: o produto tem um tempo de resposta satisfatório? o produto tem uma capacidade boa de utilização dos recursos, como memória?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

9. **8. Um software seguro é necessariamente fácil de ser modificado. \***

Confiabilidade sobre Manutenibilidade - avalia a relação entre a confiabilidade e a manutenibilidade. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Manutenibilidade: o produto pode ser modificado facilmente?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

10. **9. Um software seguro é adaptável a qualquer ambiente. \***

Confiabilidade sobre Portabilidade - avalia a relação entre a confiabilidade e a portabilidade. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Portabilidade: o produto pode ser instalado em qualquer sistema operacional? se for um aplicativo Web pode ser usado em qualquer navegador?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

11. **10. Um software fácil de usar é eficiente. \***

Usabilidade sobre Eficiência - avalia a relação entre usabilidade e eficiência. Usabilidade: o produto de software é capaz de ser compreendido, seu funcionamento aprendido, ser operado e ser atraente ao usuário? Eficiência: tempo de execução e os recursos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho do software?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

12. **11. Um software fácil de usar é fácil de ser modificado. \***

Usabilidade sobre Manutenibilidade - avalia a relação entre usabilidade e manutenibilidade. Usabilidade: o produto de software é capaz de ser compreendido, seu funcionamento aprendido, ser operado e ser atraente ao usuário? Manutenibilidade: é a capacidade (ou facilidade) do produto de software ser modificado, incluindo tanto as melhorias ou extensões de funcionalidade quanto as correções de defeitos, falhas ou erros.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

13. **12. Um software fácil de usar é adaptável facilmente em qualquer ambiente. \***

Usabilidade sobre Portabilidade - avalia a relação entre usabilidade e portabilidade. Usabilidade: o produto de software é capaz de ser compreendido, seu funcionamento aprendido, ser operado e ser atraente ao usuário? Portabilidade: é a capacidade do sistema ser transferido de um ambiente para outro.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

14. **13. Um software eficiente é fácil de ser modificado. \***

Eficiência sobre Manutenibilidade - avalia a relação entre eficiência e manutenibilidade. Eficiência: o tempo de execução e os recursos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho do software. Manutenibilidade: capacidade (ou facilidade) do produto de software ser modificado, incluindo tanto as melhorias ou extensões de funcionalidade quanto as correções de defeitos, falhas ou erros.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

15. **14. Um software eficiente se adapta facilmente a qualquer ambiente. \***

Eficiência sobre Portabilidade - avalia a relação entre eficiência e portabilidade. Eficiência: o tempo de execução e os recursos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho do software. Portabilidade: capacidade do sistema ser transferido de um ambiente para outro.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

16. **15. Um software fácil de ser modificado se adapta facilmente a qualquer ambiente. \***

Manutenabilidade sobre Portabilidade - avalia a relação entre manutenabilidade e portabilidade. Manutenabilidade: é a capacidade (ou facilidade) do produto de software ser modificado, incluindo tanto as melhorias ou extensões de funcionalidade quanto as correções de defeitos, falhas ou erros. Portabilidade: capacidade do sistema ser transferido de um ambiente para outro.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

17. **16. A confiança no software depende da coerência das respostas do software aos nossos comandos. \***

Confiabilidade sobre a Funcionalidade - avalia a relação entre a funcionalidade e a confiabilidade. Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário? Confiabilidade: está relacionado a segurança, ou seja, a funcionalidade desempenha o papel que se propôs a fazer?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

18. **17. Um software mais amigável costuma atender melhor as necessidades do usuário. \***

Usabilidade sobre Funcionalidade - avalia a relação entre a usabilidade e a funcionalidade. Usabilidade é a facilidade de compreensão dos conceitos referente às opções disponíveis do produto de software; Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

19. **18. Um software fácil de usar é confiável. \***

Usabilidade sobre Confiabilidade - avalia a relação entre a confiabilidade e a usabilidade. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Usabilidade: o produto é fácil de usar? é atrativo? o produto tem a capacidade de se prevenir de erros? tolera erros de funcionamento?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

20. **19. Um software com retorno rápido atende melhor às necessidades do usuário. \***

Eficiência sobre Funcionalidade - avalia a relação entre a eficiência e a funcionalidade. Eficiência: o desempenho ou tempo de respostas do software são satisfatório? Quando um usuário executa uma opção o retorno é rápido? Os recursos de hardware, como memória, são bem utilizados? - Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

21. **20. Um software eficiente, ou seja, capaz de desenvolver respostas rápidas, tende a se recuperar ou evitar falhas. \***

Eficiência sobre Confiabilidade - avalia a relação entre a eficiência e a confiabilidade. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Eficiência: o produto tem um tempo de resposta satisfatório? o produto tem uma capacidade boa de utilização dos recursos, como memória?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

22. **21. Um software eficiente acaba sendo mais amigável. \***

Eficiência sobre Usabilidade - avalia a relação entre a eficiência e a usabilidade. Usabilidade: o produto de software é capaz de ser compreendido, seu funcionamento aprendido, ser operado e ser atraente ao usuário? Eficiência: tempo de execução e os recursos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho do software?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

23. **22. Um software fácil de ser modificado acaba atendendo melhor às necessidades do usuário. \***

Manutenabilidade sobre Funcionalidade - avalia a relação entre a funcionalidade e a manutenabilidade. Manutenabilidade: facilidade de dar manutenção para manter o bom funcionamento software - Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

24. **23. Um software fácil de ser modificado tende a ser também mais confiável. \***

Manutenabilidade sobre Confiabilidade - avalia a relação entre a manutenabilidade e a confiabilidade. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Manutenabilidade: o produto pode ser modificado facilmente?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

25. **24. Um software fácil de ser modificado costuma ser amigável. \***

Manutenabilidade sobre Usabilidade - avalia a relação entre a manutenibilidade e a usabilidade. Usabilidade: o produto de software é capaz de ser compreendido, seu funcionamento aprendido, ser operado e ser atraente ao usuário? Manutenibilidade: é a capacidade (ou facilidade) do produto de software ser modificado, incluindo tanto as melhorias ou extensões de funcionalidade quanto as correções de defeitos, falhas ou erros.  
*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

26. **25. Um software fácil de ser modificado acaba sendo mais eficiente. \***

Manutenabilidade sobre Eficiência - avalia a relação entre a manutenibilidade e a eficiência. Eficiência: o tempo de execução e os recursos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho do software. Manutenibilidade: capacidade (ou facilidade) do produto de software ser modificado, incluindo tanto as melhorias ou extensões de funcionalidade quanto as correções de defeitos, falhas ou erros.  
*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

27. **26. Um software adaptável em qualquer ambiente possui opções que atendem as necessidades do usuário. \***

Portabilidade sobre Funcionalidade - avalia a relação entre a portabilidade e a funcionalidade. Portabilidade: capacidade de software funcionar em qualquer ambiente, sistema operacional ou navegador para sistemas Web - Funcionalidade: as funções disponíveis atendem as necessidades do usuário?  
*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

28. **27. Um software adaptável em qualquer ambiente inspira mais confiança. \***

Portabilidade sobre Confiabilidade - avalia a relação entre a portabilidade e a confiabilidade. Confiabilidade: o produto é seguro, ou seja, o produto é tolerante a falhas? É capaz de se recuperar após uma falha? É capaz de evitar falhas decorrente de defeitos? Portabilidade: o produto pode ser instalado em qualquer sistema operacional? se for um aplicativo Web pode ser usado em qualquer navegador?

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

29. **28. Um software adaptável em qualquer ambiente é também mais fácil de usar. \***

Portabilidade sobre Usabilidade - avalia a relação entre a portabilidade e a usabilidade. Usabilidade: o produto de software é capaz de ser compreendido, seu funcionamento aprendido, ser operado e ser atraente ao usuário? Portabilidade: é a capacidade do sistema ser transferido de um ambiente para outro.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

30. **29. Um software adaptável em qualquer ambiente é eficiente. \***

Portabilidade sobre Eficiência - avalia a relação entre a portabilidade e a usabilidade. Eficiência: o tempo de execução e os recursos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho do software. Portabilidade: é a capacidade do sistema ser transferido de um ambiente para outro.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

31. **30. Um software adaptável em qualquer ambiente é fácil de ser modificado. \***

Portabilidade sobre Manutenibilidade - avalia a relação entre a portabilidade e a manutenibilidade. Manutenibilidade: é a capacidade (ou facilidade) do produto de software ser modificado, incluindo tanto as melhorias ou extensões de funcionalidade quanto as correções de defeitos, falhas ou erros. Portabilidade: é a capacidade do sistema ser transferido de um ambiente para outro.

*Mark only one oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Indiferente
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

Send me a copy of my responses.

---

Powered by

 Google Forms

**APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO V E VI: GRAU DE IMPORTÂNCIA E  
PRESENÇA DOS CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE SOFTWARE NA  
FERRAMENTA - ORACULOUS**

# GRAU DE IMPORTÂNCIA E PRESENÇA DOS CRITÉRIOS DE QUALIDADE DO MECANISMO ORACULOUS DE COMBINAÇÃO SOCIAL

Avalia a importância e a presença das características de qualidade de software segundo a ISO/IEC 9126 dentro do Oraculous.

\* Required

## 1. Email address \*

---

## Funcionalidade - Adequação

Capacidade do produto de software de prover um conjunto apropriado de funções para tarefas e objetivos do usuário especificados.

### 2. 1. Como você classifica a possibilidade de contar com opções funcionais dentro de um sistema de combinação social como o Oraculous para atingir seus objetivos? \*

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

### 3. Essas opções estão presentes no Oraculous? \*

*Mark only one oval.*

- Plenamente presentes
- Presentes
- Moderadamente presentes
- Ausentes
- Não sei

## Funcionalidade - Acurácia

Avalia se as opções estão de acordo com a funcionalidade. Se essas opções apresentam funcionalidade precisa.

4. **2. Como você avalia a possibilidade de contar com resultados esperados/corretos quando você utiliza opções da uma ferramenta como o Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

5. **Você acha que esses resultados esperados/corretos estão presentes dentro do Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presentes
- Presentes
- Moderadamente presentes
- Ausentes
- Não sei

## Funcionalidade - Interoperabilidade

Avalia capacidade do produto de software de interagir com um ou mais sistemas especificados. Interoperabilidade é usada no lugar de compatibilidade, para evitar possível ambiguidade com a subcaracterística capacidade para substituir.

6. **3. Como você classifica a possibilidade de mecanismos do tipo Oraculous sejam compatíveis com outras ferramentas? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

7. **Você considera que essa compatibilidade com outras ferramentas esteja presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## Funcionalidade - Segurança

Verifica se o mecanismo solicita alguma senha para acessar seus dados pessoais.

8. **4. Você considera importante que o Oraculous ofereça segurança ao acessar seus dados? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

9. **Essa segurança está realmente presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Confiabilidade - Tolerância a falhas**

Capacidade do produto de software de manter um nível de desempenho especificado em casos de defeitos no software ou de violação de sua interface especificada.

10. **5. Qual a importância que você atribui a recursos de correção de falhas dentro de uma ferramenta como Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

11. **Você acha que esses recursos de solução de defeito estão presentes no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presentes
- Presentes
- Moderadamente presentes
- Ausentes
- Não sei

## **Confiabilidade - Recuperabilidade**

Capacidade do produto de software de restabelecer seu nível de desempenho especificado e recuperar os dados diretamente afetados no caso de uma falha. Obs: 1) Após uma falha, o produto de software poderá ficar inativo por um certo período de tempo. A sua recuperabilidade é influenciada por este período de tempo. 2) Disponibilidade é a capacidade de um produto de software de estar pronto para executar uma função requisitada num dado momento, sob condições especificadas de uso. Externamente, a disponibilidade pode ser avaliada pela

proporção do tempo total durante o qual o produto de software está disponível. A disponibilidade é, portanto, a combinação de maturidade, que controla a frequência de falhas, tolerância a falhas e recuperabilidade, que controla o período de tempo inativo após cada falha. Por esta razão ela não foi incluída como uma subcaracterística distinta.

12. **6. Qual a importância que você dá à recuperação da ferramenta como Oraculous em caso de falhas? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

13. **Você considera que os recursos de recuperação estão presentes no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presentes
- Presentes
- Moderadamente presentes
- Ausentes
- Não sei

## Usabilidade - Inteligibilidade

Capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário compreender se o software é apropriado e como ele pode ser usado para tarefas e condições de uso específicas. Avalia se o uso do mecanismo é compreensível, de fácil compreensão.

14. **7. Você considera importante que o uso de uma ferramenta como Oraculous seja de fácil compreensão? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

15. **Esta facilidade de compreensão está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## Usabilidade - Apreensibilidade

Capacidade do produto de software de possibilitar ao usuário aprender sua aplicação. Avalia se o mecanismo é de fácil aprendizado.

16. **8. Você acha importante que sistemas como o Oraculous nos possibilitem aprender a usá-los? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

17. **Esta aprendizagem está presente dentro da experiência com o Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## Usabilidade - Operabilidade

Avalia se o mecanismo permite operá-lo e controlá-lo.

18. **9. Você acha importante que mecanismos de combinação social do tipo Oraculous sejam fáceis de usar? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

19. **Esta facilidade de uso está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## Usabilidade - Atratividade

Capacidade do produto de software de ser atraente ao usuário.

20. **10. Você acha importante que a interface com usuário em sistemas como Oraculous seja amigável? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

21. **Esta amigabilidade está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## Usabilidade - Conformidade - Acessibilidade

Refere-se a prática inclusiva de fazer software que possam ser utilizados por todas as pessoas que tenham deficiência ou não. Quando o software é corretamente concebido, desenvolvido e editado, todos os usuários podem ter igual acesso à informação e funcionalidades.

22. **11. Você acha importante que uma ferramenta como Oraculous permita o acesso total às pessoas com deficiência? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

23. **Esta acessibilidade está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## Usabilidade - Navegabilidade - Sintática

Característica que avalia a estrutura da navegabilidade. Trata da abordagem adotada para navegar pelas opções do mecanismo Oraculous - barra de navegação horizontal, coluna de navegação vertical, guias etc. Entenda navegabilidade como a disposição do acesso para as funcionalidades. Nesse caso específico, a abordagem adotada, ou seja, o acesso a funcionalidade está no formato de barra horizontal.

24. **12 . Qual a importância que você dá à existência de mapas de navegação em ferramentas como o Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

25. **Esses mapas de navegação estão presentes no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presentes
- Presentes
- Moderadamente presentes
- Ausentes
- Não sei

## **Usabilidade - Navegabilidade - Semântica**

Característica que avalia a semântica da navegabilidade, ou seja, se as opções dispostas no mecanismo faz sentido. Entenda navegabilidade como a disposição do acesso para as funcionalidades. Nesse caso específico, o acesso a funcionalidade está no formato de barra horizontal.

26. **13. Você acha importante compreender as opções de ferramentas como Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

27. **Esta compreensão das opções está presente na experiência com o Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Eficiência - Comportamento em relação ao tempo**

Verifica se o desempenho do tempo de resposta está de acordo com um tempo aceitável.

28. **14. Você acha que o tempo que sistemas como o Oraculous consomem para a realização de buscas impacta sobre a avaliação que você faz do desempenho? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

29. **Esta economia de tempo está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Eficiência - Utilização de recursos**

Capacidade do produto de software de usar tipos e quantidades apropriados de recursos, quando o software executa suas funções sob condições estabelecidas.

30. **15. Como você qualifica a importância da eficiência dos recursos em sistemas como o Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

31. **Esta eficiência quanto aos recursos está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Eficiência - Conformidade**

Capacidade do produto de software de estar de acordo com normas e convenções relacionadas à eficiência (tempo de resposta).

32. **16. Como você classifica a importância da eficiência do mecanismo de busca dentro de ferramentas do tipo Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

33. **Esta eficiência de busca está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Manutenabilidade - Estabilidade**

Avalia se o mecanismo não apresenta efeitos inesperados após uma alteração.

34. **17. Como você qualifica a importância da estabilidade de ferramentas de combinação social como o Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

35. **Esta estabilidade está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Manutenabilidade - Testabilidade**

Validação e aprovação do uso da ferramenta conforme o objetivo proposto. No caso do Oraculous, a principal finalidade é encontrar pares com mesmos interesses e com interesses complementares.

36. **18. Você acha importante que sistemas do tipo Oraculous atendam às finalidades previstas? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

37. **O cumprimento destas finalidades está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Portabilidade - Adaptabilidade**

Capacidade do produto de software ser adaptado para diferentes ambientes especificados, sem necessidade de aplicação de outras ações ou meios além daqueles fornecidos para essa finalidade pelo software considerado. Segundo a norma NBR ISO 9241-10, adaptabilidade está relacionada com flexibilidade e consideração da experiência do usuário. Avalia se o software é configurável para diferentes contextos, de acordo com a tarefa. Avalia também se o software permite ser configurável para diferentes níveis de usuários, desde pouca experiência a muita experiência.

38. **19. Você acha importante que as configurações de interface, em ferramentas como o Oraculous, sejam adaptáveis a tarefas realizadas em ambientes especializados? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

39. **Esta adaptação das configurações de interface para ambientes especializados está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Portabilidade - Coexistência**

Capacidade do produto de software de coexistir com outros produtos de software independentes, em um ambiente comum, compartilhando recursos comuns. Exemplo: quando através do Oraculous é acionado o Delicious, como você avalia a coexistência desses dois aplicativos?

40. **20. Você acha importante que ferramentas como o Oraculous coexistam com outro(s) sistema(s)? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

41. **Esta coexistência das ferramentas com outros sistemas está presente no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presente
- Presente
- Moderadamente presente
- Ausente
- Não sei

## **Portabilidade - Capacidade de ser substituído**

Capacidade do produto de software de ser usado em substituição a outro produto de software especificado, com o mesmo propósito e no mesmo ambiente.

42. **21. Você acha importante processos upgrade (de atualização) em sistemas de combinação social como o Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Indispensável
- É muito importante
- É importante
- Pouco importa
- Não importa

43. **Estes processos de atualização estão presentes no Oraculous? \***

*Mark only one oval.*

- Plenamente presentes
  - Presentes
  - Moderadamente presentes
  - Ausentes
  - Não sei
-



**APÊNDICE F – EMAIL CONVITE PARA PARTICIPAR DA PRIMEIRA ETAPA  
DA PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA COGNIÇÃO**

**Prezado(a) amigo(a),**

Sou aluna de doutorado do programa HCTE/UFRJ, orientada pelos professores Dra. Maira Fróes e Dr. Alfredo Boente, e estou concluindo minha pesquisa de tese que versa sobre cognição e qualidade de software. Neste sentido, sua participação ao responder os questionários é muito importante.

Para realização desse processo de pesquisa, separamos os participantes em dois grupos de especialistas: cognição e qualidade de software. **Nesse e-mail, você foi indicado por mim e pelos professores e orientadores Dra. Maira Fróes e Dr. Alfredo Boente para participar do grupo de especialista em cognição.**

Caso aceite o convite para colaborar, as atividades previstas, a serem realizadas no período de 14 de maio a 15 de junho, são as seguintes, com os respectivos links para o questionário:

- 1) Responder a um questionário de identificação de peso dos especialistas. Acessado através do link: [Identificação dos Pesos dos Especialistas em Cognição](#). **Disponível entre 14 e 31 de maio;** ;
- 2) Responder a um questionário de grau de influência das relações entre as estratégias de combinação social: [Influência das Estratégias de Combinação Social](#). **Disponível entre 14 e 31 de maio;** ;
- 3) Utilizar o Oraculous para realizar busca de pessoas que possuem vinculadas a elas, alguns assuntos de seu interesse, aferindo, portanto, alguns aspectos sobre a cognição. **Disponível entre 01 e 15 de junho;**
- 4) Responder novamente ao mesmo questionário do item 2, após o uso do Oraculous. **Será disponibilizado outro link entre 01 e 15 de junho;**
- 5) É pré-requisito o acesso a Internet.

Mais detalhes sobre o uso do Oraculous serão enviados no próximo e-mail, antes de disponibilizar o link.

Aguardo um retorno o quanto antes de sua disponibilidade de participação e colaboração com esta pesquisa.

**Como sua participação é muito importante para nós, mesmo no decorrer do prazo você pode responder aos questionários através dos links já disponibilizados nos respectivos itens sem mesmo precisar dizer que aceita, pois a sua resposta será computada.**

Desde já agradeço a sua colaboração e atenção.

Abraços,

Soraia Pacheco.

**APÊNDICE G – EMAIL CONVITE PARA PARTICIPAR DA PRIMEIRA ETAPA  
DA PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA QUALIDADE DE PRODUTO DE  
SOFTWARE**

**Prezado(a) amigo(a),**

Sou aluna de doutorado do programa HCTE/UFRJ, orientada pelos professores Dra. Maira Fróes e Dr. Alfredo Boente, e estou concluindo minha pesquisa de tese que versa sobre cognição e qualidade de software. Neste sentido, sua participação ao responder os questionários é muito importante.

Para realização desse processo de pesquisa, separamos os participantes em dois grupos de especialistas: cognição e qualidade de software. **Nesse e-mail, você foi indicado por mim e pelos professores e orientadores Dra. Maira Fróes e Dr. Alfredo Boente para participar do grupo de especialista em produtos de software.**

Caso aceite o convite para colaborar, as atividades previstas, a serem realizadas no **período de 14 de maio a 15 de junho**, são as seguintes, com os respectivos links para os questionários:

- 1) Responder a um questionário de identificação de peso dos especialistas. Acessado através do link: [Identificação Peso Especialista de Qualidade de Software](#). **Disponível entre 14 e 31 de maio;**
- 2) Responder a um questionário de grau de influência das relações de qualidade de produtos de software. Acessado através do link: [Influência dos Critérios de Qualidade de Software](#). **Disponível entre 14 e 31 de maio;**
- 3) Utilizar o Oraculous para realizar busca de pessoas que possuem vinculadas a elas, alguns assuntos de seu interesse, aferindo, portanto, a qualidade do produto de software. **Disponível entre 01 e 15 de junho;**
- 4) Responder novamente ao mesmo questionário do item 2, após o uso do Oraculous. **Será disponibilizado outro link entre 01 e 15 de junho;**
- 5) É pré-requisito o acesso a Internet.

Mais detalhes sobre o uso do Oraculous serão enviados no próximo e-mail, antes de disponibilizar o link.

**Como sua participação é muito importante para nós, mesmo no decorrer do prazo você pode responder aos questionários através dos links já disponibilizados nos respectivos itens sem mesmo precisar dizer que aceita, pois a sua resposta será computada.**

Aguardo um retorno quanto antes de sua disponibilidade de participação e colaboração com esta pesquisa.

Desde já agradeço a sua colaboração e atenção.

Abraços,

Soraia Pacheco.

**APÊNDICE H – EMAIL PARA PARTICIPAR DA SEGUNDA ETAPA DA  
PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA COGNIÇÃO**

**Prezado(a) amigo(a),**

Estamos na **segunda etapa** das atividades previstas na minha pesquisa de tese. Importante lembrar que **você faz parte do grupo de especialista da cognição.**

1) Responder a um questionário de identificação de peso dos especialistas. **Realizado entre 14 e 31 de maio;**

2) Responder a um questionário de grau de influência das relações entre as estratégias de combinação social. **Realizado entre 14 e 31 de maio;**

3) Utilizar o Oraculous para realizar busca de pessoas que possuem vinculadas a elas, alguns assuntos de seu interesse, aferindo, portanto, alguns aspectos sobre a cognição. Segue o link: <http://146.164.248.121:8000/oraculous/default/home>. **Sugiro o uso do navegador Firefox. Segue o link do manual do usuário com mais detalhes sobre o uso do Oraculous: [Tutorial Oraculous](#). Este tutorial está disponível dentro do Oraculous. Qualquer problema ou dúvida no uso do Oraculous pode entrar em contato. Atividade disponível entre 01 e 15 de junho;**

4) Responder novamente ao mesmo questionário do item 2, **após o uso do Oraculous**. Segue o link: [Influência das Estratégias de Combinação Social](#). **Atividade disponível entre 01 e 15 de junho;**

5) É pré-requisito o acesso a Internet.

Conto com a continuidade de sua participação!  
Desde já agradeço a sua colaboração e atenção.

Abraços,  
Soraia Pacheco.

**APÊNDICE I – EMAIL PARA PARTICIPAR DA SEGUNDA ETAPA DA  
PESQUISA - GRUPO ESPECIALISTA DA QUALIDADE DE PRODUTO DE  
SOFTWARE**

**Prezado(a) amigo(a),**

Estamos na **segunda etapa** das atividades previstas na minha pesquisa de tese. Importante lembrar que **você** faz parte **do grupo de especialista em produtos de software**.

- 1) Responder a um questionário de identificação de peso dos especialistas. **Realizado entre 14 e 31 de maio;**
- 2) Responder a um questionário de grau de influência das relações de qualidade de produtos de software. **Realizado entre 14 e 31 de maio;**
- 3) Utilizar o Oraculous para realizar busca de pessoas que possuem vinculadas a elas, alguns assuntos de seu interesse, aferindo, portanto, a qualidade do produto de software. Segue o link: <http://146.164.248.121:8000/oraculous/default/home> . Sugiuro o uso do navegador Firefox. Segue o link do manual do usuário com mais detalhes sobre o uso do Oraculous: [Tutorial Oraculous](#). Qualquer problema ou dúvida no uso do Oraculous pode entrar em contato. Este tutorial está disponível dentro do Oraculous. Atividade disponível entre 01 e 15 de junho;
- 4) Responder novamente ao mesmo questionário do item 2, **após o uso do Oraculous**. Segue o link: [Influência dos Critérios de Qualidade de Software](#) Atividade disponível entre 01 e 15 de junho;
- 5) É pré-requisito o acesso a Internet.

Conto com a continuidade de sua participação!  
Desde já agradeço a sua colaboração e atenção.

Abraços,  
Soraia Pacheco.

## APÊNDICE J – ALGORITMO FUZZY PARA CÁLCULO DE SIMILARIDADE

Figura 65 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 1

```

# Returns a fuzzy similarity score for person1 and person2
def sim_fuzzy(prefs, person1, person2, case_similarity='General', limitInf=0.0, limitSup=10.0):
    si={}
    for item in prefs[person1]:
        if item in prefs[person2]: si[item]=1
    print 'SI: ', si
    # if they have no ratings in common, return 0
    if len(si)==0: return 0

    #peso dos especialistas em fuzzy. Pearson1 = 1 e Pearson2 = 1 => Somatorio dos Itens = 2.
    #Peso por especialista = 1/2 = 0.5 - Ver tese Prof. Boente
    pesoEspecialista = 0.5
    #Person1: Calc the three points of triangle
    a1 = 0.0
    a2 = 0.0
    a3 = 0.0
    a1_sum = 0.0
    a2_sum = 0.0
    a3_sum = 0.0
    if (case_similarity == 'General' ) and (person1 != person2): # Inclui todos os interesses
        for it in si:
            # Algoritmo do limite inferior # pag 126 da Tese do Prof.Boente
            if prefs[person1][it]>limitInf:
                a1_sum = float(a1_sum) + float((prefs[person1][it] - 1.0) * pesoEspecialista)
            else: a1_sum = float(a1_sum) + (float(limitInf)*float(pesoEspecialista))
            a2_sum = float(a2_sum) + (float(prefs[person1][it])*float(pesoEspecialista))

            for it in prefs[person1]:
                # Algoritmo do limite superior # pag 127 da Tese do Prof.Boente

                if prefs[person1][it]<limitSup:
                    a3_sum = float(a3_sum) + ((prefs[person1][it] + 1.0) * pesoEspecialista)
                else:
                    a3_sum = float(a3_sum) + (limitSup*pesoEspecialista)
        else: #apenas o interesse em questao
            for it in si:
                # Algoritmo do limite inferior # pag 126 da Tese do Prof.Boente

                if prefs[person1][it]>limitInf:
                    a1_sum = float(a1_sum) + float((prefs[person1][it] - 1.0) * pesoEspecialista)
                else: a1_sum = float(a1_sum) + (float(limitInf)*float(pesoEspecialista))
                a2_sum = float(a2_sum) + (float(prefs[person1][it])*float(pesoEspecialista))
            for item in si:
                # Algoritmo do limite superior # pag 127 da Tese do Prof.Boente
                if prefs[person1][it]<limitSup:
                    a3_sum = float(a3_sum) + ((prefs[person1][it] + 1.0) * pesoEspecialista)
                else:
                    a3_sum = float(a3_sum) + (limitSup*pesoEspecialista)

```

Fonte: Elaboração própria

**Figura 66** – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 2

```
a1 = float(a1_sum) / len(s1)
a2 = float(a2_sum) / len(s1)
a3 = float(a3_sum) / len(s1)
#Person2: Calc the three points of triangle
b1 = 0.0
b2 = 0.0
b3 = 0.0
b1_sum = 0.0
b2_sum = 0.0
b3_sum = 0.0

if (case_similarity == 'General') and (person1 != person2): # Inclui todos os interesses

    #for item in prefs[person2]:
    for it in si:
        # Algoritmo do limite inferior # pag 126 da Tese do Prof.Boente

        if prefs[person2][it]>limitInf:
            b1_sum = float(b1_sum) + ((prefs[person2][it] - 1)*pesoEspecialista)
        else: b1_sum = float(b1_sum) + (limitInf*pesoEspecialista)

    for it in prefs[person2]:
        for it in si:
            b2_sum = b2_sum + (prefs[person2][it]*pesoEspecialista)
            # Algoritmo do limite superior # pag 127 da Tese do Prof.Boente

            if prefs[person2][it]<limitSup:
                b3_sum = float(b3_sum) + ((prefs[person2][it] + 1)*pesoEspecialista)
            else: b3_sum = float(b3_sum) + (limitSup*pesoEspecialista)
    else:
        for it in si:
            # Algoritmo do limite inferior # pag 126 da Tese do Prof.Boente

            if prefs[person2][it]>limitInf:
                b1_sum = float(b1_sum) + ((prefs[person2][it] - 1)*pesoEspecialista)
            else: b1_sum = float(b1_sum) + (limitInf*pesoEspecialista)

        for it in si:
            b2_sum = float(b2_sum) + (prefs[person2][it]*pesoEspecialista)
            # Algoritmo do limite superior # pag 127 da Tese do Prof.Boente

            if prefs[person2][it]<limitSup:
                b3_sum = float(b3_sum) + ((prefs[person2][it] + 1)*pesoEspecialista)
            else: b3_sum = float(b3_sum) + (limitSup*pesoEspecialista)
```

Fonte: Elaboração própria

Figura 67 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 3

```

b1 = float(b1_sum) #/ len(s1)
b2 = float(b2_sum) #/ len(s1)
b3 = float(b3_sum) #/ len(s1)

x = 0
altura = 0
intersecao = None
area1 = 0
area2 = 0
areaTotal = 0
grauSemelhanca = 0

# area do triangulo = (base*altura)/2

# Excecao1: a1<b1<a2<b2<a3<b3 a1<a2<b1<b2<a3<b3 a1<a2<b1<a3<b2<b3 a1<b1<a2<a3<b2<b3
if intersecao == None:
    if ((a1 < b1) and (b1 < a2) and (a2 < b2) and (b2 < a3) and (a3 < b3))
    or ((a1 < a2) and (a2 < b1) and (b1 < b2) and (b2 < a3) and (a3 < b3))
    or ((a1 < a2) and (a2 < b1) and (b1 < a3) and (a3 < b2) and (b2 < b3))
    or ((a1 < b1) and (b1 < a2) and (a2 < a3) and (a3 < b2) and (b2 < b3)):
        intersecao = ((a3-b1) * ((a3 - (((a2*b1)-(a3*b2))/(a2-a3)+(b1-b2)) ))
            / (a3-a2))/2
        area1 = ((b1-a1)*1)/2
        area2 = ((b2-a2)*1)/2
        areaTotal = area1 + area2 - intersecao

# Excecao2: a1<b1<b2<b3<a2<a3
if intersecao == None:
    if (a1<b1) and (b1<b2) and (b2<b3) and (b3<a2) and (a2 < a3):
        if ((b2-b1)-(a2-a1)) != 0:
            x1 = ((a1*b2) - (a2*b1))/((b2-b1)-(a2-a1))
        else: x1 = ((a1*b2) - (a2*b1))/1
        if ((b3-b2)+(a2-a1)) != 0:
            x2 = ((a2*b3) - (a1*b2) )/((b3-b2)+(a2-a1))
        else: x2 = ((a2*b3) - (a1*b2) )/1
        if (a2-a1) != 0:
            altura1 = (x1-a1)/(a2-a1)
            altura2 = (x2-a1)/(a2-a1)
        else:
            altura1 = (x1-a1)/1
            altura2 = (x2-a1)/1

    intersecao =0.5*altura2*((x2-a1)+(b3-x2)) - 0.5*altura1*((x1-a1)-(x1-b1))
    areaTotal = 0.5*((a3-a1)+(b3-b1))-intersecao

```

Fonte: Elaboração própria

**Figura 68** – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 4

```

# Execcao3: a1<a2<b1<b2<b3<a3
if intersecao == None:
    if (a1<a2) and (a2<b1) and (b1<b2) and (b2<b3) and (b3<a2) and (a2<a3):
        if ((b2-b1)+(a3-a2)) != 0:
            x1 = (b2*a3-a2*b1)/((b2-b1)+(a3-a2))
        else:
            x1 = (b2*a3-a2*b1)/1
        if ((b1-b2)-(a3-a2)) != 0:
            x2 = (a3*b3-a2*b2)/((b3-b2)-(a3-a2))
        else:
            x2 = (a3*b3-a2*b2)/1
        if (a3-a2) != 0:
            altura1 = (a3 - x1)/(a3-a2)
        else:
            altura1 = (a3 - x1)/(a3-a2)
        if (a3-a2) != 0:
            altura2 = (x2-a2)/(a3-a2)
        else:
            altura2 = (x2-a2)/1
        intersecao = 0.5*altura1*((a3-x1)+(x1-b1)) - 0.5*altura2*((a3-x2)-(b3-x2))
        areaTotal = 0.5*((a3-a1)+(b3-b1))-intersecao
# Execcao 4: a1<b1<b2<a2<b3<a3
if intersecao == None:
    if (a1<b1) and (b1<b2) and (b2<a2) and (a2<b3) and (b3<a3):
        if ((b2-b1)+(a2-a1)) != 0:
            x1 = (b2*a2-a1*b1)/((b2-b1)+(a2-a1))
        else:
            x1 = (b2*a2-a1*b1)/1
        if ((b3-b2)+(a2-a1)) != 0:
            x2 = (a2*b3-a1*b2)/((b3-b2)+(a2-a1))
        else:
            x2 = (a2*b3-a1*b2)/1
        if (a2-a1) != 0:
            altura1 = (x1-a1)/(a2-a1)
            altura2 = (x2-a1)/(a2-a1)
        else:
            altura1 = (x1-a1)/1
            altura2 = (x2-a1)/1
        intersecao = 0.5*altura2*((x2-a1)+(b3-x2)) - 0.5 *altura1*((x1-a1)-(x1-b1))
        areaTotal = 0.5 * ((a3-a1)+(b3-b1)) - intersecao

```

Fonte: Elaboração própria

**Figura 69** – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 5

```

# Excecao 5: a1<b1<a2<b2<b3<a3
if intersecao == None:
    if (a1 < b1) and (b1 < a2) and (a2 < b2) and (b2 < b3) and (b3 < a3):
        if ((b2-b1)+(a3-a2)) != 0:
            x1 = (b2*a3-a2*b1)/((b2-b1)+(a3-a2))
        else:
            x1 = (b2*a3-a2*b1)/1
        if ((a2-a3)+(b2-b3)) != 0:
            x2 = (a2*b3-a3*b2)/((a2-a3)+(b2-b3))
        else:
            x2 = (a2*b3-a3*b2)/1
        if (b2-b1) != 0:
            altura1 = (x1-b1)/(b2-b1)
        else:
            altura1 = (x1-b1)/1
        if (a3-a2) != 0:
            altura2 = (a3-x2)/(a3-a2)
        else:
            altura2 = (a3-x2)/1
        intersecao = 0.5 * altura1 * ((x1-b1)+(a3-x1)) - 0.5 * altura2 * ((a3-x2)-(b3-x2))
        areaTotal = 0.5 * ((a3-a1)+(b3-b1)) - intersecao
# Excecao 6: a1<b1<b2<a2<a3<b3
if intersecao == None:
    if (a1 < b1) and (b1 < b2) and (b2 < a2) and (a2 < a3) and (a3 < b3):
        if ((b1-b2)+(a2-a1)) != 0:
            x1 = (b1*a2-a1*b2)/((b1-b2)+(a2-a1))
        else:
            x1 = (b1*a2-a1*b2)/1
        if ((a2-a1)+(a2-a1)) != 0:
            x2 = (a2*b3-a1*b2)/((a2-a1)+(a2-a1))
        else:
            x2 = (a2*b3-a1*b2)/1
        if ((b3-b2)+(a2-a3)) != 0:
            x3 = (b3*a2-a3*b2)/((b3-b2)+(a2-a3))
        else:
            x3 = (b3*a2-a3*b2)/1
        if (a2-a1) != 0:
            altura1 = (x1-a1)/(a2-a1)
            altura2 = (x2-a1)/(a2-a1)
        else:
            altura1 = (x1-a1)/1
            altura2 = (x2-a1)/1
        if (b1-b2) != 0:
            altura3 = (b3-x3)/(b3-b2)
        else:
            altura3 = (b3-x3)/1
        intersecao = 0.5 * altura2 * ((x2-a1)+(b3-x2)) - 0.5 * altura1 *
            ((x1-a1)-(x1-b1))-0.5*altura3*((b3-x3)-(a3-x3))
        areaTotal = 0.5 * ((a3-a1)+(b3-b1)) - intersecao

```

Fonte: Elaboração própria

Figura 70 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 6

```

# Exceção: so interfere no calculo da intersecao
if intersecao == None:
    # a1<b1<b2<b3<a2<a3
    if ((a1<b1) and (b1<b2) and (b2<b3) and (b3<a2) and (a2<a3)):
        try:
            intersecao = ((0.5 * (((a2*b3-a1*b2)/(b3-b2+a2-a1))-a1)
                * (((a2*b3-a1*b2)/(b3-b2+a2-a1))-a1)+(b3-((a2*b3-a1*b2)/(b3-b2+a2-a1))))
                /(a2-a1))
            - ((0.5 * (((a1*b2-a2*b1)/(b2-b1-(a2-a1)))-a1)
                * (((a1*b2-a2*b1)/(b2-b1-(a2-a1)))-a1)-((a1*b2-a2*b1)/(b2-b1-(a2-a1)))-b1))
                /(a2-a1))
        except ZeroDivisionError:
            intersecao = 0
            pass
    #a1<a2<b1<b2<b3<a3
    elif (a1<a2) and (a2<b1) and (b1<b2) and (b2<b3) and (b3<a3):
        try:
            intersecao = (((0.5*(a3-((b2*a3-a2*b1)/(b2-b1+a3-a2)))
                *(((a3-((a3*b2-a2*b1)/(b2-b1+a3-a2)))+(a3*b2-a2*b1)/(b2-b1+a3-a2))-b1)))
                /(a3-a1)) - (0.5*(((a3*b3-a2*b2)-a2)/(a3-a2)))
                * (((a3- (a3*b3-a2*b2)/(b3-b2+a3-a2))) - (b3 - (a3*b3-a2*b2)/(b3-b2+a3-a2))))
        except ZeroDivisionError:
            intersecao = 0
            pass
    #a1<b1<b2<a2<b3<a3
    elif (a1<b1) and (b1<b2) and (b2<a2) and (a2<b3) and (b3<a3):
        try:
            intersecao = ((0.5 * (((a2*b3-a1*b2)/(b3-b2+a2-a1))-a1)
                *(((a2*b3-a1*b2)/(b3-b2+a2-a1))-a1
                + b3 - ((a2*b3-a1*b2)/(b3-b2+a2-a1)))/(a2-a1))
                -((0.5*(((b2*a2-a1*b1)/(b2-b1+a2-a1))-a1)
                *(((a2*b2-a1*b1)/(b2-b1+a2-a1))-a1)-((a2*b2-a1*b1)/(b2-b1+a2-a1))-b1))
                /(a2-a1))
        except ZeroDivisionError:
            intersecao = 0
            pass
    #a1<b1<b2<a2<b3<a3
    elif (a1<b1) and (b1<a2) and (a2<b3) and (b3<a3):
        try:
            intersecao = ((0.5*(((a3*b2-a2*b1)/(b2-b1+a3-a2))-b1)
                *(((a3*b2-a2*b1)/(b2-b1+a3-a2))-b1+a3-((a3*b2-a2*b1)
                /(b2-b1+a3-a2)))/(b2-b1))-((0.5*(a3-((a2*b3-a3*b2)/(b2-b3+a3-a2)))
                *(((a3-((a2*b3-a3*b2)/(a2-a3+b2-b3))-b3-((a2*b3-a3*b2)/(a2-a3+b2-b3)))
                /(a3-a2))))
        except ZeroDivisionError:
            intersecao = 0
            pass

```

Fonte: Elaboração própria

Figura 71 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 7

```

# Exceção: so interfere no calculo da interseção
else:
    # Calculo de x - pag 144 Tese Prof. Boente
    if (a2-a3+b1-b2) != 0:
        x = ((a2*b1)-(a3*b2))/(a2-a3+b1-b2)
    else:
        x = ((a2*b1)-(a3*b2))/1
    # Calculo da Altura - Pag 142 - Tese Prof. Boente (grau de pertinencia)
    if (a2<=x) and (x<=a3):
        if (a3-a2) !=0 :
            altura = (a3-x)/(a3-a2)
        else:
            altura = (a3-x)/1
    elif (a1<=x) and (x<=a2):
        if (a2-a1) != 0:
            altura = (x-a1)/(a2-a1)
        else:
            altura = (x-a1)/1
    elif (x < a1) or (x>a3):
        altura = 0
    elif (b1<=x) and (x<=b2):
        if (b2-b1) != 0 :
            altura = (x-b1)/(b2-b1)
        else:
            altura = (x-b1)/1
    elif (b2<=x) and (x<=b3):
        if (b3-b2) != 0:
            altura = (b3-x)/(b3-b2)
        else:
            altura = (b3-x)/1
    elif (x<b1) or (x>b3):
        altura = 0
    else:
        altura = 0
    # Calculo Intersecao - pag 143 Tese Prof.Boente
    intersecao = ((a3-b1)*altura)/2
    # Calculos das areas - Planilha - Valores Calculados - pag 148 Tese Prof. Boente
    area1 = ((a3-a1)*1)/2
    area2 = ((b3-b1)*1)/2
    areaTotal = area1 + area2 - intersecao

```

Fonte: Elaboração própria

Figura 72 – Algoritmo em Python para Cálculo do Grau de Semelhança em Fuzzy- Parte 8

```

# Excecao: so interfere no calculo de grau de semelhanca
# a1<b1<a2=b2<b3<a3
if (a1<b1) and (b1<a2) and (a2==b2) and (b2<b3) and (b3<a3):
    if (b3-b1) != 0:
        grauSemelhanca = (a3-a1)/(a3-b1)
    else:
        grauSemelhanca = (a3-a1)/1
# a1<=b1<a2=a3=b2<=b3 ou a1<a2=b1=b2<a3<b3
elif ((a1<=b1) and (b1<a2) and (a2==a3) and (a3==b2) and (b2<=b3)) or ((a1<a2)
and (a2==b1) and (b1==b2) and (b2<a3) and (a3<b3)):
    if (b3-b1) != 0:
        grauSemelhanca = (a3-b1)/(b3-b1)
    else:
        grauSemelhanca = (a3-b1)/1
else:
    if areaTotal != 0:
        grauSemelhanca = intersecao/areaTotal
    else:
        grauSemelhanca = intersecao/1
return grauSemelhanca

```

Fonte: Elaboração própria

## ANEXO A – ALGORITMO DE CORRELAÇÃO DE PEARSON

Segue a codificação desse algoritmo por (SEGARAN, 2008), mostrado na página 12:

**Figura 73** – Algoritmo em Python para Cálculo do Coeficiente de Pearson

```
# Returns the Pearson correlation coefficient for p1 and p2
def sim_pearson(prefs,p1,p2):
    # Get the list of mutually rated items
    si={}
    for item in prefs[p1]:
        if item in prefs[p2]: si[item]=1

    # Find the number of elements
    n=len(si)

    # if they are no ratings in common, return 0
    if n==0: return 0

    # Add up all the preferences
    sum1=sum([prefs[p1][it] for it in si])
    sum2=sum([prefs[p2][it] for it in si])

    # Sum up the squares
    sum1Sq=sum([pow(prefs[p1][it],2) for it in si])
    sum2Sq=sum([pow(prefs[p2][it],2) for it in si])

    # Sum up the products
    pSum=sum([prefs[p1][it]*prefs[p2][it] for it in si])

    # Calculate Pearson score
    num=pSum-(sum1*sum2/n)
    den=sqrt((sum1Sq-pow(sum1,2)/n)*(sum2Sq-pow(sum2,2)/n))

    if den==0: return 0

    r=num/den

    return r
```

Fonte: (SEGARAN, 2008)

## ANEXO B – ALGORITMO DE DISTÂNCIA EUCLIDIANA

Segue a codificação desse algoritmo por (SEGARAN, 2008), mostrado na página 10:

**Figura 74** – Algoritmo em Python para Cálculo da Distância Euclidiana

```
def sim_distance(prefs, person1, person2):
    # Get the list of shared_items
    si={}
    for item in prefs[person1]:
        if item in prefs[person2]:
            si[item] = 1

    # if they have no ratings in common, return 0
    if len(si)== 0: return 0

    # Add up the squares of all the differences
    sum_of_squares = sum([pow(prefs[person1][item]-prefs[person2][item],2)
        for item in prefs[person1] if item in prefs[person2]])

    return 1/(1+sum_of_squares)
```

Fonte: (SEGARAN, 2008)