
Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica

Dissertação de Mestrado

PROJETO HABILIS – A LÓGICA FUZZY CONTRIBUINDO COM O AUTOCONHECIMENTO E A ESCOLHA DA PROFISSÃO

Por

Ronaldo Baumgartner

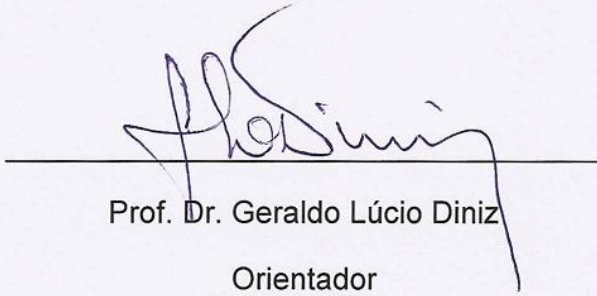
Mestrado Profissional em Matemática – Campinas – SP

Orientador: Prof.Dr. Geraldo Lúcio Diniz

PROJETO HABILIS – A LÓGICA FUZZY CONTRIBUINDO COM O AUTOCONHECIMENTO E A ESCOLHA DA PROFISSÃO

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação devidamente corrigida e defendida por **Ronaldo Baumgartner** e aprovada pela Comissão Julgadora.

Campinas, 22 / Dezembro / 2009



Prof. Dr. Geraldo Lúcio Diniz
Orientador

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Laécio Carvalho de Barros

Profa. Dra. Renata Zotin Gomes de Oliveira

Prof. Dr. Geraldo Lúcio Diniz (orientador)

Dissertação apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Matemática**.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**

Bibliotecária: Maria Fabiana Bezerra Müller – CRB8 / 6162

Baumgartner, Ronaldo

B327p Projeto habilis : a lógica fuzzy contribuindo com o autoconhecimento e a escolha da profissão/Ronaldo Baumgartner-- Campinas, [S.P. : s.n.], 2009.

Orientador : Geraldo Lúcio Diniz

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica.

I.Lógica difusa. 2.Conjuntos difusos. 3.Processo decisório. 4.Orientação profissional. 5.Autoconhecimento. I. Diniz, Geraldo Lúcio. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica. III. Título.

Título em inglês: *Habilis project : the fuzzy logic contributing to self-knowledge and choice of profession*

Palavras-chave em inglês (Keywords): 1. Fuzzy logic. 2. Fuzzy sets. 3. Decision processes. 4. Choice of profession. 5. Self-knowledge.

Área de concentração: Lógica Fuzzy

Titulação: Mestre em Matemática

Banca examinadora: Prof. Dr. Geraldo Lúcio Diniz (UFMT)
Prof. Dr. Laécio Carvalho de Barros – (IMECC - UNICAMP)
Profa. Dra. Renata Zotin Gomes de Oliveira (UNESP)

Data da defesa: 22/12/2009

Programa de Pós-Graduação: Mestrado Profissional em Matemática

Dissertação de Mestrado Profissional defendida em 22 de dezembro de 2009 e aprovada pela Banca Examinadora composta pelos Profs. Drs.



Prof. (a). Dr (a). GERALDO LUCIO DINIZ



Prof. (a). Dr (a). RENATA ZOTIN GOMES DE OLIVEIRA



Prof. (a). Dr (a). LAÉCIO CARVALHO DE BARROS

Dedico este trabalho à minha esposa e às pessoas que, como ela, procuram o melhor no outro e ao outro procuram oferecer o melhor que encontram em si.

Também aos meus filhos Ricardo e Luciana.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade da reencarnação.

Aos meus pais, Angelo (in memorian) e Anésia, pelo exemplo de persistência e crença na disciplina e no trabalho constante.

À minha esposa, por acreditar em mim mais que eu mesmo.

À minha amiga e irmã do coração, Crisméia Ramos, que nos acolheu em sua casa em um dos momentos mais difíceis dessa jornada em busca de nova qualificação e recolocação no mercado de trabalho. Esta amiga querida também é a responsável por nos apresentar o professor Fábio Nolasco e sua esposa Ana.

Ao professor Geraldo Lúcio Diniz que me aceitou como seu orientando.

Ao professor Fábio Nolasco que me acolheu em sua casa em Cáceres-MT em um dos momentos mais difíceis desta jornada em busca do título de Mestre e, principalmente, por acreditar em mim, compartilhando as suas idéias sobre o Projeto Habilis que é o objetivo maior desta dissertação.

Aos professores do Departamento de Matemática da UFMT, André, Aldi, Demilson, Gladys, Herice, Luzia, Provenzano, Sergio e Vinícius pela ajuda, sem a qual certamente eu teria sucumbido às dificuldades desta empreitada.

A todos os professores e coordenadores deste Programa que aceitaram esse desafio, tornando possível a qualificação de profissionais em regiões distantes dos centros de excelência do conhecimento acadêmico. Em especial, à professora Sueli pelas palavras de incentivo.

Aos amigos Anderson, da etapa do mestrado em Cáceres-MT, Carlos (Bob Pai) e Manoel da etapa em Campinas-SP, pela lealdade e disponibilidade.

E, finalmente, a todos que aqui não citei os nomes, mas que enviaram fluidos benfazejos, os quais ajudaram muito neste processo.

Resumo

O presente trabalho propõe através do modelo fuzzy, a construção de um sistema de inferência para uma ferramenta de autoconhecimento (Método Habilis), que forneça orientação às pessoas com relação às tomadas de decisão quanto à escolha da profissão, curso universitário, papéis profissionais, etc. através da análise de seus sonhos, medos e habilidades sensoriais, cognitivas e emocionais. Esta análise é feita através do método de inferência fuzzy do tipo Mamdani, utilizando-se da lógica fuzzy e da teoria dos conjuntos fuzzy. Este método tem como entrada, os sonhos, medos e habilidades da pessoa analisada e fornece como saída, índices que a classificam quanto ao possível sucesso nas profissões, cursos, papéis profissionais, etc. Neste trabalho, é apresentado como exemplo, o método de inferência fuzzy (Mamdani) para os potenciais funcionais.

Abstract

A fuzzy model is proposed in this thesis, in order to develop an inference system as a tool of self-knowledge (named by Habilis method), that have the purpose to provide a frame of reference for the people to make a decision of professional choice, university studies or professional functions, and others. The analysis is made based on data bank of experts and self-evaluation of the people that will be self-analyzed, with respect to yours setting of yearning-dream, limitation-phobias, sensory abilities, cognitive abilities and emotional abilities, using fuzzy sets and fuzzy logic by the inference method of Mandani. This analysis has as input the dreams, the fears and the abilities of the person that will be analyzed, and the system has as output a rank of professional success or performance of study or professional functions, through the rule-based computation. As example, is presented the inference method of Mandani for the professional functions.

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	viii
Sumário	ix
Lista de Figuras	xi
Lista de Equações	xii
Lista de Definições	xiii
Introdução	1
1. CONCEITOS BÁSICOS DE LÓGICA FUZZY	4
1.1. INTRODUÇÃO	4
1.2. CONJUNTO FUZZY	5
1.3. FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA	5
1.4. FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA (MATLAB®)	6
1.5. OPERAÇÕES COM SUBCONJUNTOS FUZZY	10
1.6. NÚMEROS FUZZY	12
1.8. RELAÇÕES FUZZY	14
1.9. NOÇÕES DE LÓGICA FUZZY	14
1.9.1. Conectivos Básicos da Lógica Fuzzy	15
1.9.2. Operação t-norma	15
1.9.3. Operação t-conorma	16
1.9.4. Negação	16
1.9.5. Implicação Fuzzy	16
1.10. RACIOCÍNIO APROXIMADO E VARIÁVEIS LINGÜÍSTICAS	18
1.10.1. Raciocínio Aproximado	18
1.10.2. Variáveis Lingüísticas	18
1.11. SISTEMAS BASEADOS EM LÓGICA FUZZY	19
1.12. PROCESSO DE INFERÊNCIA FUZZY	19

1.12.1.	Módulo de fuzzificação	19
1.12.2.	Módulo da base de regras	20
1.12.3.	Módulo de inferência fuzzy (Lógica de Decisão)	20
1.12.4.	Módulo de defuzzificação	20
1.12.5.	Método de inferência de mamdani	20
1.13.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
2.	MÉTODO HABILIS	24
2.1.	INTRODUÇÃO	24
2.2.	CONCEITOS BÁSICOS	26
2.2.1.	Papéis Profissionais (Perfis/Tendências)	27
2.2.2.	Anelos (A)	28
2.2.3.	Limites/Fobias (L)	29
2.2.4.	Habilidades Sensoriais (HS)	30
2.2.5.	Habilidades Cognitivas (HC)	31
2.2.6.	Habilidades Emocionais (HE)	32
2.2.7.	Banco de Dados dos Potenciais Funcionais	34
2.3.	DETERMINAÇÃO DAS NOTAS PARA OS POTENCIAIS FUNCIONAIS	35
2.3.1.	Notas Absolutas	36
2.3.2.	Notas Relativizadas	37
3.	UTILIZAÇÃO DA LÓGICA FUZZY NO SISTEMA HABILIS	42
3.1.	CONSTRUÇÃO DO MÉTODO DE INFERÊNCIA FUZZY (MAMDANI) DOS POTENCIAIS FUNCIONAIS	42
3.1.1.	Introdução	42
3.1.2.	Conjuntos Fuzzy de Entrada	43
3.1.3.	Conjuntos Fuzzy de Saída	44
3.1.4.	Base de Regras	44
3.1.5.	Inferência Fuzzy Mamdani (Lógica de Decisão)	45
3.1.6.	Resultados obtidos	49
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
5.	BIBLIOGRAFIA	52
	APÊNDICE A	53
	APÊNDICE B	55

Lista de Figuras

Figura 1: Banco de dados das funções profissionais exercidas pelos agrônomos no mercado de trabalho	2
Figura 2: Função Gaussiana Simétrica - Detalhe $\sigma^2=2$ e Termo principal = 5 ($P = [\sigma \ c]$)	6
Figura 3: Função Sigmoidal (sigmf)	7
Figura 4: Função Diferença Sigmoidal (dsigmoid) – Detalhe para $P=[a1 \ a2 \ c1 \ c2]$	7
Figura 5: Função Bell Shaped Geral (gbellmf) – Detalhe para $P=[a \ b \ c]$	8
Figura 6: Função Trapezoidal (trapmf) – Detalhe para $P=[a \ b \ c \ d]$	9
Figura 7: Função Triangular (trimf) – Detalhe para $P=[a \ b \ c]$	9
Figura 8: Alfa Nível	11
Figura 9: Tabela Verdade $p \Rightarrow q = \neg p \vee q$	17
Figura 10: Tabela Verdade $p \Rightarrow q = \max\{x \in \{0,1\} : (p \wedge x) \leq q\}$	17
Figura 11: Estrutura interna de um Processo de Inferência Fuzzy	19
Figura 12: Esquema do Método de Inferência Mamdani (PotFunc)	21
Figura 13: Função de Pertinência de Resposta do Método de inferência Fuzzy	22
Figura 14: Harmonia profissional	25
Figura 15: Layout do banco de dados dos Potenciais Funcionais com relação aos Anelos.	35
Figura 16: Limites da Função Peso	39
Figura 17: Definição do peso quanto a gravidade da deficiência, com IP = 9.	39
Figura 18: Definição do peso quanto à gravidade da deficiência, com IP = 8	39
Figura 19: Algumas combinações entre os graus de importância (IP) e gravidade (IG).....	40
Figura 20: Algumas formas (métodos) para avaliar a pessoa analisada quanto as suas deficiências	41
Figura 21: Escopo do projeto Habilis	42
Figura 22: Conjunto Fuzzy utilizado na fuzzificação da entrada crisp dos Anelos.....	43
Figura 23: Conjunto Fuzzy utilizado na defuzzificação do método de inferência.....	44
Figura 24: Tabela de cálculo das notas do <i>ALSCE</i> para os papéis profissionais de EMPREENDEDOR – Destaque para as notas que compõem a matriz NR1PF.	45
Figura 25: Cálculo da Nota de Limitação para (A2) – Empreendedor (IP=8,5 e IG=1,0) – Detalhe para os itens com maior deficiência.	48

Lista de Equações

Equação 1: Centro de Gravidade, Centróide ou Centro de Área. $[G(B)]$	22
Equação 2: Centro dos Máximos. $[C(B)]$	22
Equação 3: Média dos Máximos. $[M(B)]$	23

Lista de Definições

Definição 1: Função Característica.....	4
Definição 2: Igualdade de Conjuntos Fuzzy	10
Definição 3: Continência de Conjuntos Fuzzy	10
Definição 4: Suporte de um Conjunto Fuzzy	10
Definição 5: Alfa nível de um Conjunto Fuzzy	10
Definição 6: Conjunto Fuzzy Normal	11
Definição 7: Conjunto Fuzzy Singleton	11
Definição 8: Cardinalidade de um Conjunto Fuzzy	11
Definição 9: União de Conjuntos Fuzzy	12
Definição 10: Interseção de Conjuntos Fuzzy	12
Definição 11: Complementar de um Conjunto Fuzzy	12
Definição 12: Número Fuzzy	12
Definição 13: Soma e Multiplicação de números fuzzy	13
Definição 14: Relação entre subconjuntos clássicos (crisp)	14
Definição 15: Variável Lingüística.....	18

Introdução

Um problema muito conhecido e estudado por muitos pesquisadores é o momento de se decidir (escolher), normalmente na adolescência, o caminho profissional a seguir.

Observando os cursos universitários, vemos que muitos acadêmicos após acessarem a academia, desistem dos cursos que escolheram, gerando vagas ociosas e má utilização dos recursos públicos, mas principalmente a insatisfação e as crises existenciais e familiares por parte dos acadêmicos.

Esta situação incomodava o professor Fábio e a partir do momento que teve contato com as pesquisas sobre as inteligências múltiplas e as competências multifocais, vislumbrou a possibilidade de construir orientações (dicas) às pessoas em momentos de tomada de decisão a partir do conhecimento de suas múltiplas inteligências, melhorando assim a probabilidade de acerto no caminho escolhido. Assim nasceu o método habilis que faz o ranqueamento/classificação de, por exemplo, cursos universitários quanto às necessidades de habilidades, sonhos e limitações e assim compara com a pessoa que está sendo analisada, mostrando índices de aderência desta com o curso.

Com o método desenvolvido, iniciou-se a construção de um banco de dados das funções profissionais (exercidas pelos agrônomos no mercado de trabalho segundo as habilidades (inteligências múltiplas) necessárias.

Este banco de dados com notas (1,3,5,7,9) para cada relação entre funções profissionais x inteligências múltiplas, foi elaborado pelo prof. Fábio e deu origem aos estudos para a inferência (dicas) aos alunos do curso de agronomia da UNEMAT, quanto aos papéis profissionais. Este método de inferência foi construído em Excel.

Com os exercícios realizados com os acadêmicos, observou-se a potencialidade da ferramenta e desta forma o professor Fábio aprofundou seus estudos e assim aperfeiçoou o método habilis, dando a ele uma configuração para que se possa inferir (fornecer dicas) para profissões, cursos, disciplinas, funções profissionais, etc., segundo o conhecimento dos sonhos, habilidades e limitações das pessoas analisadas. Com esta nova configuração, o sistema de inferência precisou ser mais elaborado e assim iniciou-se a procura por ferramentas mais eficientes.

BANCO DE DADOS (Habilidades Múltiplas)		AUDITIVA	CINESTÉSICA	ESPACIAL	ESTÉTICA	GUSTATIVA	INFORMACIONAL	INTERPESSOAL	INTRAPESSOAL	LINGÜÍSTICA	LÓGICO-MAT.	MNEMÔNICA	MUSICAL	OLFATIVA	PROPORCIONAL	SISTÊMICA	TÁCTIL	TEMPORAL	VISUAL	SOMA
ITEM	FUNÇÕES EXERCIDAS POR AGRÔNOMOS																			
1	AGROINDUSTRIAL (Proces./Transf.)	9	5	7	7	7	7	7	3	3	9	7	1	9	7	7	7	7	9	118
2	ARMAZENISTA	7	5	7	3	3	5	3	3	3	7	3	1	7	7	5	5	9	5	88
3	COMPRADOR (Boi, Hortig., Cereais)	3	5	5	9	5	7	7	5	7	9	9	1	7	7	7	7	9	9	118
4	COORD.DE OPERAÇÕES DE CAMPO	7	9	9	5	3	7	9	7	7	5	7	1	5	9	9	7	9	9	124
5	CORRETOR (Bolsa merc., Valores, Imóv.)	3	1	5	7	1	9	5	5	7	9	9	1	1	5	9	1	9	5	92
6	ECONOMISTA / ESTATÍSTICO	1	1	5	3	1	9	3	3	5	9	7	1	1	3	9	1	7	3	72
7	EXTENSIONISTA RURAL	5	7	7	5	3	7	9	5	7	7	9	3	5	5	7	5	7	7	110
8	FISCAL / CERTIFICADOR / AUDITOR	3	7	9	7	3	9	9	7	7	9	9	1	5	3	9	5	7	9	118
9	FITOPATOLOGISTA / ENTOMOLOGISTA	3	5	5	3	3	5	1	1	3	7	7	1	7	7	9	9	5	7	88
10	GERENTE / ADMINISTRADOR	5	5	7	5	3	9	9	9	9	9	9	1	3	5	9	3	9	9	118
11	LABORATORISTA (Solos, Biotec., Quím.)	5	5	7	5	5	5	1	1	3	7	7	1	7	9	7	9	5	5	94
12	MEC.AGRÍC./ DES.PROJ MÁQ.- EQUIP.	7	7	9	7	1	5	1	1	3	9	5	1	1	5	5	7	3	5	82
13	MELHORISTA / GENETICISTA	3	5	5	7	3	5	1	1	3	9	5	1	3	5	7	7	7	7	84
14	ORIENTADOR DE COOPERATIVA	3	3	5	3	1	9	9	7	9	7	7	1	1	3	7	1	7	3	86
15	PAISAGISTA / JARDINOCULTOR	1	7	9	9	1	3	3	3	1	3	3	1	5	5	3	5	5	9	76
16	PECUARISTA/PISCIC./AVIC./APICULT.	7	7	7	5	3	5	7	3	3	5	3	1	5	7	7	5	7	7	94
17	PESQUISADOR AGROPECUÁRIO	5	5	5	5	3	7	5	5	7	9	7	1	5	7	9	7	9	9	110
18	PRODUTOR DE RAÇÃO/FERTILIZ.	7	5	7	1	3	5	5	3	3	7	3	1	7	9	5	5	3	3	82
19	PRODUTOR AGRÍCOLA (Plantador)	7	7	7	3	3	7	7	3	3	5	3	1	5	9	9	7	9	7	102
20	PROFESSOR para NÍVEL MÉDIO	5	5	3	3	3	7	9	9	9	9	9	3	5	3	9	3	9	7	110
21	PROFESSOR UNIVERSITÁRIO	5	5	3	3	3	9	9	9	9	9	9	3	5	3	9	3	9	7	112
22	PROGRAMADOR / ANALISTA INF.	3	5	7	5	1	9	3	1	3	9	7	1	1	1	9	5	3	3	76
23	PROJETISTA/ CRÉDITO RURAL/ PLANEJ.	3	3	3	1	1	9	5	3	5	9	5	1	1	3	7	1	5	5	70
24	SOCIÓLOGO RURAL/ORIENT.SINDICAL.	3	3	3	1	1	7	9	9	9	7	5	1	1	1	5	1	7	3	76
25	TOPOGRAFO / AGRIMENSOR	7	9	9	7	1	3	5	3	3	9	3	1	3	5	3	7	3	9	90
26	VENDEDOR / COMERCIANTE	5	5	7	9	5	5	9	7	9	7	7	3	5	7	5	5	9	7	116
27	VIVEIRISTA (Prod. Mudas, flores)	3	5	7	9	1	3	5	3	3	3	3	1	3	7	3	5	5	7	76

Figura 1: Banco de dados das funções profissionais exercidas pelos agrônomos no mercado de trabalho

Devido às características do processo de inferência do método habilis, com suas relações, raciocínio aproximado e variáveis lingüísticas, é que se observou a viabilidade da utilização da lógica fuzzy com a teoria dos conjuntos fuzzy e suas relações.

Este trabalho será apresentado em três grandes partes onde, primeiramente, são mostradas as ferramentas utilizadas na modelagem e suas conceituações teóricas. Num segundo momento, são apresentados detalhadamente o método Habilis e as linhas gerais do projeto que leva o mesmo nome e, na terceira e última parte, são mostradas como foram utilizadas as ferramentas fuzzy para modelar o método Habilis, bem como os resultados obtidos.

Face ao exposto, se acredita ter iniciado um trabalho que muito poderá contribuir às PE

soas que buscam conhecimento para as tomadas de decisão, relativas às suas profissões, funções, cursos, etc.

CONCEITOS BÁSICOS DE LÓGICA FUZZY

1.1. INTRODUÇÃO

Em algumas situações, não é fácil elaborar modelos determinísticos e, como diz Nguyen e Walker (1997), existem situações em que é muito difícil dizer “é” ou “não é”, “pertence” ou “não pertence”. Nestas condições, geralmente, força-se uma classificação inserindo, assim, imprecisões num modelo. A lógica fuzzy nos permite modelar estas imprecisões com maior flexibilidade. Também se pode destacar as facilidades da modelagem nas mais diversas áreas, utilizando-se de especialistas para fornecerem informações que facilitam a construção dos conjuntos fuzzy e a lógica do processo de inferência.

A lógica fuzzy tem como um de seus atributos, extrair informações descritas em linguagem humana, normalmente não precisas, e transformá-las em subconjuntos fuzzy definidos em um universo de discurso U , facilitando sua manipulação, através de algoritmos implementados em processamento eletrônico de dados.

A teoria dos conjuntos fuzzy foi introduzida em 1965, pelo matemático Lotfi Asker Zadeh¹, com a principal intenção de dar um tratamento matemático a certos termos lingüísticos subjetivos, tais como “aproximadamente”, “em torno de”, entre outros, tornando possível a execução de cálculos com informações imprecisas.

Para obter a formalização matemática de um conjunto fuzzy, Zadeh introduziu o conceito de *função de pertinência* (item 1.3, página 5) a qual também define um conjunto clássico, aqui denominado por CRISP e sua função de pertinência, denominada por CARACTERÍSTICA, conforme segue:

Definição 1: Função Característica

¹ Nascido em 04/02/1921 em Baku, Azerbaijan - SSR. Professor de Computação Científica da Universidade da Califórnia, Berkley.

Seja U um conjunto e A um subconjunto de U . A função característica de A é dada por

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

Desta forma χ_A é uma função cujo domínio é U e a imagem está contida no conjunto $\{0, 1\}$, com $\chi_A(x) = 1$ indicando que o elemento x está em A e para $\chi_A(x) = 0$ que x não é elemento de A . Assim o conjunto A fica bem definido pela função característica. No caso dos conjuntos fuzzy, tal função tem imagem contida no intervalo real $[0, 1]$, passando a ser chamada de função de pertinência².

1.2. CONJUNTO FUZZY

Um conjunto fuzzy A , definido num domínio U (conjunto clássico) é caracterizado por uma função de pertinência $\varphi_A: U \rightarrow [0, 1]$, e é representado por um conjunto clássico de pares ordenados, $A = \{x, \varphi_A(x); \text{com } x \in U\}$. Dessa forma, a função de pertinência φ_A associa cada elemento $x \in U$ a um número real $\varphi_A(x)$ no intervalo $[0, 1]$, o qual representa o grau de possibilidade para o elemento x pertencer ao conjunto A . Este subconjunto (clássico) de U é denominado suporte de A e definido, segundo (Barros & Bassanezi, 2006), por $\text{supp}A = \{x \in U: \varphi_A(x) > 0\}$, sendo de fundamental importância na relação entre as teorias de conjuntos clássico e fuzzy.

1.3. FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA

As funções de pertinência podem ser representadas por diferentes curvas dependendo de cada contexto. Devido a algumas ferramentas computacionais desenvolvidas, como o pacote ToolBox do software Matlab[®] por exemplo, temos algumas funções já desenvolvidas e por esse motivo são muito utilizadas.

² Membership function (em inglês).

1.4. FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA (MATLAB®)

A seguir apresentaremos algumas funções de pertinência as quais foram testadas na construção dos subconjuntos fuzzy (item 0 - página 42). Neste caso, observou-se que os ajustes feitos nas funções (parâmetros), as tornavam parecidas com as funções triangular e trapezoidal e devido a simplicidade dessas funções, optou-se pelas mesmas.

Função 1: Gaussiana Simétrica (gaussmf).

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

onde: σ^2 = Variância

c = Termo principal (Abscissa do ponto de máximo global)

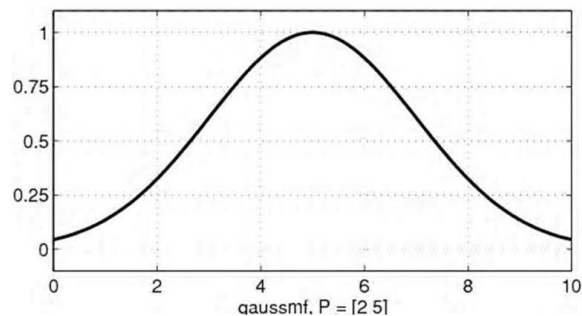


Figura 2: Função Gaussiana Simétrica - Detalhe $\sigma^2=2$ e Termo principal = 5 ($P = [\sigma \ c]$)

Função 2: Sigmoidal (sigmf)

Esta função é mais apropriada para representar conceitos tais como o "muito grande" ou "muito negativo." Outras funções de pertinência podem ser construídas tomando o produto ou uma diferença de duas funções sigmoidal diferentes, conforme se pode verificar no próximo item.

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

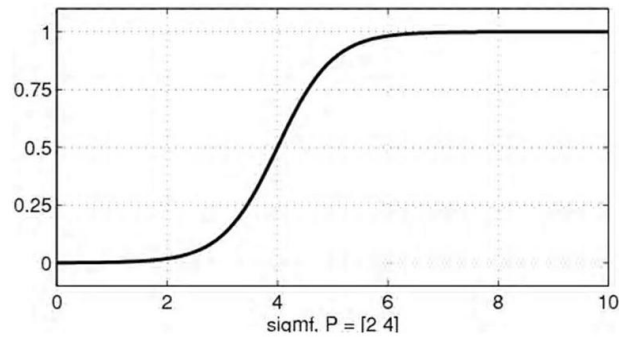


Figura 3: Função Sigmoidal (sigmf)

Função 3: Diferença Sigmoidal (dsigmf)

$$f_1(x, a_1, c_1) = \frac{1}{1 + \exp(-a_1(x - c_1))}$$

$$f_2(x, a_2, c_2) = \frac{1}{1 + \exp(-a_2(x - c_2))}$$

$$f(x, a_1, a_2, c_1, c_2) = f_1(x, a_1, c_1) - f_2(x, a_2, c_2)$$

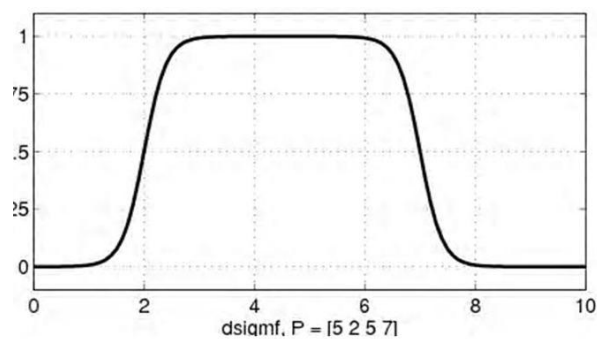


Figura 4: Função Diferença Sigmoidal (dsigmf) – Detalhe para P=[a1 a2 c1 c2]

Função 4: Bell Shaped Geral (gbellmf)

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

onde b é usualmente positivo e c é o centro da curva.

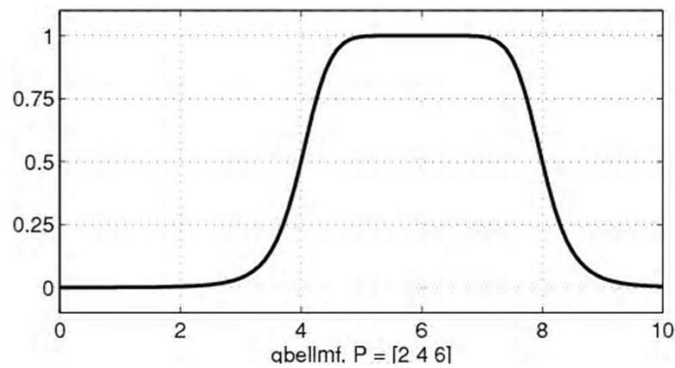


Figura 5: Função Bell Shaped Geral (gbellmf) – Detalhe para $P=[a \ b \ c]$

Função 5: Trapezoidal (trapmf)

$$f(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases},$$

ou de forma mais compacta,

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

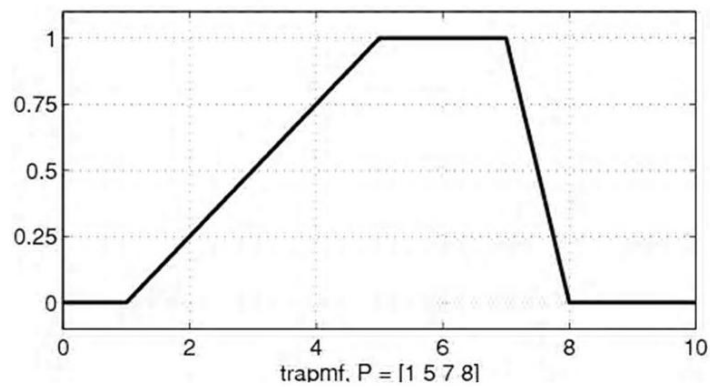


Figura 6: Função Trapezoidal (trapmf) – Detalhe para $P=[a \ b \ c \ d]$

Função 6: Triangular (trimf)

$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases},$$

ou de forma mais compacta,

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

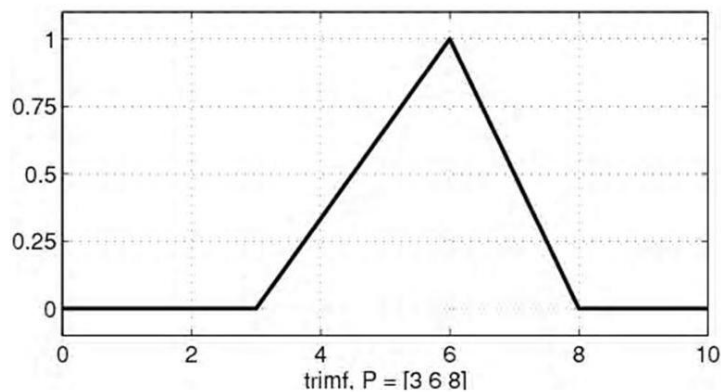


Figura 7: Função Triangular (trimf) – Detalhe para $P=[a \ b \ c]$

1.5. OPERAÇÕES COM SUBCONJUNTOS FUZZY

Nesta seção serão apresentadas algumas definições e operações típicas de conjuntos como união, interseção, complementar, etc.

Sejam A e B dois subconjuntos fuzzy definidos no domínio U , com funções de pertinência φ_A e φ_B respectivamente. Então segundo (Barros & Bassanezi, 2006) e (Nguyen & Walker E.A., 1997) e (Zadeh, 1972) se tem as seguintes definições:

Definição 2: Igualdade de Conjuntos Fuzzy

Dois subconjuntos fuzzy são iguais, $A = B$, se e somente se: $\varphi_A(x) = \varphi_B(x), \forall x \in U$.

Definição 3: Continência de Conjuntos Fuzzy

Um subconjunto fuzzy A está contido num subconjunto fuzzy B , se e somente se, $\varphi_A(x) \leq \varphi_B(x), \forall x \in U$.

Definição 4: Suporte de um Conjunto Fuzzy

O suporte do subconjunto fuzzy A é o conjunto clássico $\text{supp } A = \{x \in U: \varphi_A(x) > 0\}$

Definição 5: Alfa nível de um Conjunto Fuzzy

Seja A um subconjunto fuzzy de U e $\alpha \in [0, 1]$. O α -nível de A é o subconjunto clássico de U definido por $[A]^\alpha = \{x \in U: \varphi_A(x) \geq \alpha\}$, para $0 < \alpha \leq 1$.

Exemplo: Seja $U = [0, 1]$ e A o subconjunto fuzzy de U cuja função de pertinência é dada por $\varphi_A(x) = 4(x - x^2)$. Então, $[A]^\alpha = \left[\frac{1}{2}(1 - \sqrt{1 - \alpha}), \frac{1}{2}(1 + \sqrt{1 - \alpha})\right], \forall \alpha \in [0, 1]$.

Note que se x é um elemento de $[A]^\alpha$, então x pertence ao conjunto fuzzy A com, no mínimo, grau α e que também, se $\alpha \leq \beta \Rightarrow [A]^\beta \subset [A]^\alpha$.

O teorema a seguir mostra que a família de conjuntos clássicos $[A]^\alpha$ determina completamente o conjunto fuzzy A . Aqui também se utiliza da Definição 2.

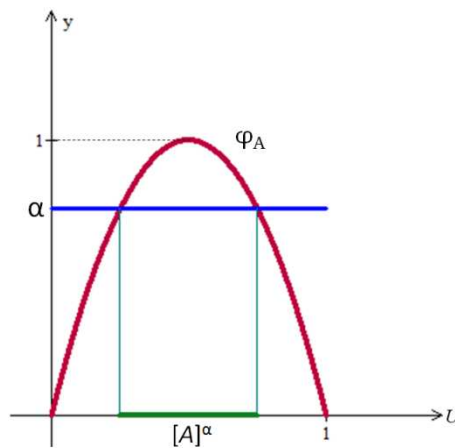


Figura 8: Alfa Nível

TEOREMA 1: Sejam A e B subconjuntos fuzzy de U . Então $A = B \Leftrightarrow [A]^\alpha = [B]^\alpha$. (veja demonstração em (Barros & Bassanezi, 2006)-página 31).

COROLÁRIO 1: A função de pertinência φ_A de um conjunto fuzzy A pode ser expressa em termos de funções características de seus α -níveis, i.é.,
 $\varphi_A(x) = \sup_{\alpha \in [0,1]} \min [\alpha, \chi_{[A]^\alpha}(x)]$, onde $\chi_{[A]^\alpha}(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in [A]^\alpha \\ 0 & \text{se } x \notin [A]^\alpha \end{cases}$

Definição 6: Conjunto Fuzzy Normal

Um subconjunto fuzzy é dito normal se todos seus α -níveis forem não vazios, ou seja, se $[A]^1 \neq \emptyset$.

Definição 7: Conjunto Fuzzy Singleton

Um subconjunto fuzzy singleton, A_S , é um conjunto cuja função de pertinência é nula $\forall x \in U$, exceto em x_i onde $\varphi_{A_S}(x_i) = 1$.

Definição 8: Cardinalidade de um Conjunto Fuzzy

A cardinalidade de um conjunto ou subconjunto fuzzy é o tamanho dado por $\text{Card}(A) = \sum_{x \in U} \varphi_A(x)$; $\varphi_A(x) > 0$, lembrando que Σ não significa o somatório da função de pertinência, mas sim uma forma de conectar os elementos de U que estão em A , i.é., com $\varphi_A(x) > 0$.

Definição 9: União de Conjuntos Fuzzy

A união entre A e B é o subconjunto fuzzy de U cuja função de pertinência é dada por:

$$\varphi_{(A \cup B)}(x) = \max\{\varphi_A(x), \varphi_B(x)\}, \quad x \in U$$

Definição 10: Interseção de Conjuntos Fuzzy

A interseção entre A e B é o subconjunto fuzzy de U cuja função de pertinência é dada por:

$$\varphi_{(A \cap B)}(x) = \min\{\varphi_A(x), \varphi_B(x)\}, \quad x \in U$$

Definição 11: Complementar de um Conjunto Fuzzy

O complemento de um subconjunto fuzzy A denotado por A' é tal que sua função de pertinência $\varphi_{A'}$ é dada por:

$$\varphi_{A'}(x) = 1 - \varphi_A(x), \quad x \in U$$

1.6. NÚMEROS FUZZY

Quando se faz medidas de variáveis que podem assumir qualquer valor real, normalmente acontecem imprecisões e, então, se toma como medida um valor real no qual a medição que fizemos está em torno dela. Os números fuzzy fornecem a esta medida, uma imprecisão em torno do número medido, através da definição de uma função de pertinência. Assim o valor em torno do número assumido é indicado por um subconjunto fuzzy A cujo domínio da função de pertinência φ_A é o conjunto dos números reais, caso a variável lingüística estudada possa assumir valores reais e sua imagem $\varphi_A(x) \in [0, 1]$.

Definição 12: Número Fuzzy

Um subconjunto fuzzy A é chamado de *número fuzzy* quando o conjunto universo no qual φ_A está definida, é o conjunto dos números reais e satisfaz às condições:

- i. Todos os α – *níveis* de A são não vazios, com $0 \leq \alpha \leq 1$
- ii. Todos os α – *níveis* de A são intervalos fechados de $\mathbb{R}$
- iii. $\text{supp } A = \{x \in \mathbb{R} : \varphi_A(x) > 0\}$ é limitado;

onde os α – *níveis* do número fuzzy A são denotados por $[A]^\alpha = [a_1^\alpha, a_2^\alpha]$. Observe que todo número real r é um número fuzzy particular cuja função de pertinência é a sua função característica.

1.7. OPERAÇÕES ARITMÉTICAS COM NÚMEROS FUZZY

Definição 13: Soma e Multiplicação de números fuzzy

Sejam A e B dois números fuzzy e λ um número real.

- a) A soma dos números fuzzy A e B é o número fuzzy $A+B$, cuja função de pertinência é

$$\varphi_{(A+B)}(z) = \sup_{\{(x,y):x+y=z\}} \min[\varphi_A(x), \varphi_B(x)]$$

- b) A multiplicação de λ por A é o número fuzzy, λA , cuja a função de pertinência é

$$\varphi_{\lambda A}(z) = \sup_{\{x:\lambda x=z\}} [\varphi_A(x)] = \begin{cases} \varphi_A(\lambda^{-1}z) & \text{se } \lambda \neq 0 \\ 0 & \text{se } \lambda = 0 \end{cases}$$

- c) A diferença $A - B$ é o número fuzzy cuja função de pertinência é

$$\varphi_{(A-B)}(z) = \sup_{\{(x,y):x-y=z\}} \min[\varphi_A(x), \varphi_B(x)]$$

- d) A multiplicação de A por B é o número fuzzy $(A * B)$ cuja função de pertinência é

$$\varphi_{(A*B)}(z) = \sup_{\{(x,y):x*y=z\}} \min[\varphi_A(x), \varphi_B(x)]$$

- e) A divisão de A por B , se $0 \notin \text{supp } B$, é o número fuzzy (A/B) cuja função de pertinência é

$$\varphi_{(A/B)}(z) = \sup_{\{(x,y):x/y=z\}} \min[\varphi_A(x), \varphi_B(x)]$$

Teorema 2: Os α – *níveis* do conjunto fuzzy $A \otimes B$ são dados por

$$[A \otimes B]^\alpha = [A]^\alpha \otimes [B]^\alpha$$

$\forall \alpha \in [0, 1]$, sendo $\otimes$ qualquer uma das operações aritméticas mencionadas anteriormente.

A demonstração deste teorema pode ser encontrada em (Nguyen & Walker E.A., 1997).

1.8. RELAÇÕES FUZZY

Uma relação clássica indica se há ou não alguma associação entre dois objetos, enquanto que uma relação fuzzy, além de indicar se há ou não tal associação, indica também o grau desta relação.

Definição 14: Relação entre subconjuntos clássicos (crisp)

Uma relação (clássica) $\mathcal{R}$, sobre $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n$ é qualquer subconjunto (clássico) do produto cartesiano $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n$. Se o produto cartesiano for formado por apenas dois conjuntos, $U_1 \times U_2$, a relação é denominada relação binária sobre $U_1 \times U_2$. Se $U_1 = U_2 = \dots = U_n = U$, diz-se que $\mathcal{R}$ é uma relação sobre U .

Como a relação $\mathcal{R}$ é um subconjunto do produto cartesiano, então ela pode ser representada por sua função característica $\chi_{\mathcal{R}}: U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n \rightarrow \{0, 1\}$, com

$$\chi_{\mathcal{R}}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{cases} 1 & \text{se } (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathcal{R} \\ 0 & \text{se } (x_1, x_2, \dots, x_n) \notin \mathcal{R} \end{cases}$$

O conceito matemático de relação fuzzy é formalizado a partir do produto cartesiano usual entre conjuntos, estendendo a função característica de uma relação clássica para uma função de pertinência.

1.9. NOÇÕES DE LÓGICA FUZZY

Como está muito bem descrito em (Barros & Bassanezi, 2006), o termo “lógica fuzzy” é utilizado na literatura de duas formas. A primeira para representar e manipular informações inexatas com o propósito de tomar decisões, lançando mão da teoria dos conjuntos fuzzy, de

suas funções de pertinência e suas álgebras em geral. A segunda refere-se à extensão da lógica clássica.

É importante salientar que embora as premissas (variáveis lingüísticas e suas características) e conclusões (conseqüentes) obtidas através da lógica fuzzy sejam subjetivas, isso não significa algum tipo de retrocesso, de modo a se debater novamente com aquelas questões de interpretações pré-aristotélicas. A lógica fuzzy é de fato uma lógica (área do conhecimento que estuda conseqüências) com suas metodologias próprias. Ela não lida com questões ambíguas. As incertezas com as quais ela lida, são do tipo monotônicas no sentido que quanto menos incertas forem as premissas, menos incertas serão as conclusões. Nesse sentido, intuitivamente, pode-se dizer que a lógica clássica é uma espécie de limite da lógica fuzzy quando as incertezas tendem a zero.

A próxima seção apresenta a formulação matemática dos conectivos básicos da lógica clássica, admitindo que os conjuntos agora sejam fuzzy.

1.9.1. Conectivos Básicos da Lógica Fuzzy

Para realizar a avaliação lógica dos conectivos no sentido fuzzy, é necessário estender os conectivos da lógica clássica através dos conceitos de normas, co-normas e outros, como serão apresentados nas próximas seções.

1.9.2. Operação t-norma

O operador $\Delta: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$, $\Delta(x, y) = x \Delta y$, é uma t-norma, se satisfizer as seguintes condições:

- i. Elemento neutro: $\Delta(1, x) = 1 \Delta x = x$;
- ii. Comutativa: $\Delta(x, y) = x \Delta y = y \Delta x = \Delta(y, x)$;
- iii. Associativa: $x \Delta (y \Delta z) = (x \Delta y) \Delta z$;
- iv. Monotonicidade: *se* $x \leq u$ *e* $y \leq v$, *então* $x \Delta y \leq u \Delta v$.

A operação t-norma estende o operador $\wedge$ que modela o conectivo 'e' da lógica clássica.

1.9.3. Operação t-conorma

O operador $\nabla : [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$, $\nabla(x, y) = x \nabla y$ é uma t-conorma e satisfaz as seguintes condições:

- i. Elemento neutro: $\nabla(0, x) = 0 \nabla x = x$;
- ii. Comutativa: $\nabla(x, y) = x \nabla y = y \nabla x = \nabla(y, x)$;
- iii. Associativa: $x \nabla (y \nabla z) = (x \nabla y) \nabla z$
- iv. Monotonicidade: *se $x \leq u$ e $y \leq v$, então $x \nabla y \leq u \nabla v$*

A operação t-conorma estende o operador $\vee$ do conectivo ‘ou’ da lógica clássica.

1.9.4. Negação

Uma aplicação $\eta : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ é uma negação se satisfizer as seguintes condições:

- i. Fronteiras: $\eta(0) = 1$ e $\eta(1) = 0$;
- ii. Involução: $\eta(\eta(x)) = x$;
- iii. Monotonicidade: η é decrescente.

A aplicação $\eta(x) = 1 - x$, reproduz a tabela verdade da negação ($\neg$).

Vale observar que as operações $\Delta = \wedge$, $\nabla = \vee$ e $\eta = \neg$, satisfazem as leis de DeMorgan, i. é., $\forall (x, y) \text{ de } [0, 1] \times [0, 1]$ valem:

- i. $\eta(x \wedge y) = \eta(x) \vee \eta(y)$
- ii. $\eta(x \vee y) = \eta(x) \wedge \eta(y)$

1.9.5. Implicação Fuzzy

Qualquer operação ($\Rightarrow$): $[0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ que reproduza a tabela verdade da implicação clássica, é denominada implicação fuzzy. No caso da implicação clássica, podemos escrever as igualdades a seguir, pois suas tabelas verdades são idênticas.

i. $(p \Rightarrow q) = (\neg p) \vee q$:

p	q	$p \Rightarrow q$	$\neg p$	$\neg p \vee q$
1	1	1	0	1
1	0	0	0	0
0	1	1	1	1
0	0	1	1	1

$p \Rightarrow q = \neg p \vee q$

Figura 9: Tabela Verdade $p \Rightarrow q = \neg p \vee q$

ii. $(p \Rightarrow q) = (\neg p) \vee (p \wedge q)$: A exemplo do item anterior, basta construir a tabela verdade das proposições a esquerda e a direita do sinal de igual para comprovar a igualdade.

iii. $(p \Rightarrow q) = \max \{x \in \{0, 1\} : (p \wedge x) \leq q\}$:

p	q	x	$p \wedge x$	$(p \wedge x) \leq q$	$\max\{x\}$	$p \Rightarrow q$
1	1	1	1	$1 \leq 1 \Rightarrow V$	1	1
1	1	0	0	$0 \leq 1 \Rightarrow V$		
1	0	1	1	$1 \leq 0 \Rightarrow F$	0	0
1	0	0	0	$0 \leq 0 \Rightarrow V$		
0	1	1	0	$0 \leq 1 \Rightarrow V$	1	1
0	1	0	0	$0 \leq 1 \Rightarrow V$		
0	0	1	0	$0 \leq 0 \Rightarrow V$	1	1
0	0	0	0	$0 \leq 0 \Rightarrow V$		

$p \Rightarrow q = \max\{x \in \{0, 1\} : (p \wedge x) \leq q\}$

Figura 10: Tabela Verdade $p \Rightarrow q = \max\{x \in \{0, 1\} : (p \wedge x) \leq q\}$

Para o caso fuzzy, estas fórmulas não produzem as mesmas implicações fuzzy e para isso é necessário reescrevê-las como:

- i. S-implicação: $(x \Rightarrow y) = \eta(x) \nabla y$;
- ii. Q-implicação $(x \Rightarrow y) = \eta(x) \nabla (x \Delta y)$;
- iii. R-implicação $(x \Rightarrow y) = \sup\{z \in [0, 1] : x \Delta z \leq y\}$.

1.10. RACIOCÍNIO APROXIMADO E VARIÁVEIS LINGÜÍSTICAS

1.10.1. Raciocínio Aproximado

O raciocínio aproximado refere-se ao processo em que se podem obter conclusões a partir de premissas incertas. Através de modelos que utilizam o formalismo matemático, se obtêm sentenças expressas em uma linguagem natural. Obviamente o objetivo deste trabalho é construir modelos matemáticos que utiliza a Lógica Fuzzy juntamente com a teoria dos conjuntos fuzzy e, para isso, se recorre ao conceito de *variável lingüística*.

1.10.2. Variáveis Lingüísticas

Definição 15: Variável Lingüística

Uma variável lingüística X no universo de discurso U é uma variável cujos valores assumidos por ela são subconjuntos fuzzy de U .

No caso deste trabalho, o interesse é para variáveis lingüísticas que assumem valores (números fuzzy) no universo de discurso dos números reais, de modo que $x \in X$ é denominado variável lingüística real.

Intuitivamente, uma variável lingüística é um substantivo, enquanto os valores que ela pode assumir são adjetivos, representados por subconjuntos fuzzy. Por exemplo, se a variável lingüística que se estuda é a habilidade emocional que uma pessoa possui para exercer uma determinada função profissional, os subconjuntos fuzzy (adjetivos) que ela pode assumir são, por exemplo, boa(B) – média(M) – ruim(R). Desta forma, o valor lógico (fuzzy) da habilidade emocional que a pessoa possui sendo qualificada como, boa, média ou ruim indicado por $\{[x, \varphi_B(x)], [x, \varphi_M(x)], [x, \varphi_R(x)]\}$, sendo $\varphi_B(x)$, $\varphi_M(x)$ e $\varphi_R(x)$ a indicação de quanto x pertence a cada subconjunto fuzzy do universo de discurso real da habilidade emocional que a pessoa possui para exercer uma determinada função profissional.

1.11. SISTEMAS BASEADOS EM LÓGICA FUZZY

Sistema que se utiliza da lógica fuzzy para produzir saídas (resposta, ação) para cada entrada fuzzy (estado, condição), denominado de processo de inferência fuzzy se a saída é uma ação e de processo de inferência fuzzy caso a saída seja uma ação.

Com o auxílio do raciocínio aproximado, torna-se possível traduzir termos lingüísticos, em fórmulas matemáticas, possibilitando a automação de certas tarefas. Neste caso as tarefas são comandadas por meio de termos da linguagem usual, relacionados com alguma variável de interesse e, é neste aspecto, que variáveis lingüísticas desempenham um papel fundamental na construção da base de conhecimentos, através de uma coleção de regras, denominada de base de regras fuzzy, que cumpre o papel de traduzir, matematicamente, as informações que formam a base de conhecimento do sistema fuzzy (relações fuzzy).

1.12. PROCESSO DE INFERÊNCIA FUZZY

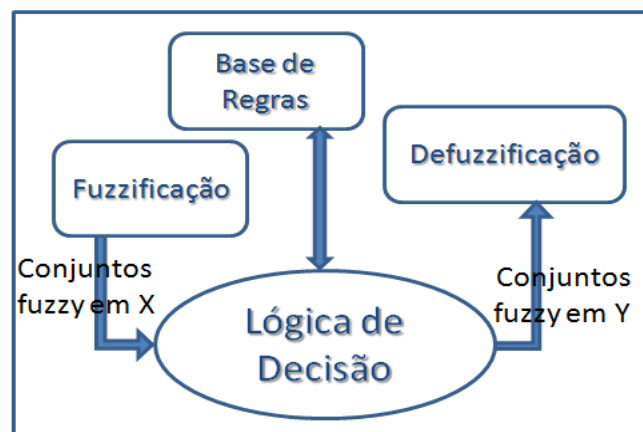


Figura 11: Estrutura interna de um Processo de Inferência Fuzzy

1.12.1. Módulo de fuzzificação

Transforma as variáveis lingüísticas com suas características, em subconjuntos fuzzy de entrada para o método de inferência fuzzy.

1.12.2. Módulo da base de regras

Este módulo participa do núcleo do processo de inferência fuzzy. É composto pelas proposições fuzzy do tipo: Se x_1 é A_1 e x_2 é A_2 e ... e x_n é A_n então u_1 é B_1 e u_2 é B_2 e ... e u_m é B_m ³, descritas na forma lingüística de acordo com as informações de um especialista. É neste momento que as ' n ' variáveis lingüísticas são descritas matematicamente através das funções de pertinência de cada conjunto fuzzy que modela a variável lingüística.

1.12.3. Módulo de inferência fuzzy (Lógica de Decisão)

Este módulo é responsável pela modelagem da base de regras, construindo a relação fuzzy através da definição das t-normas, t-conormas e as regras de inferência. É este módulo que fornece a saída fuzzy, i.é., o resultado das inferências feitas através das entradas.

1.12.4. Módulo de defuzzificação

Na teoria dos conjuntos fuzzy, a defuzzificação é um processo que permite representar um conjunto fuzzy por um valor crisp (número real). No próximo item serão mostrados alguns métodos para a defuzzificação dos números fuzzy

1.12.5. Método de inferência de mamdani

Teoricamente, Mamdani propõe uma relação fuzzy binária $\mathcal{M}$ entre x e u para modelar matematicamente a base de regras.

O método Mamdani é baseado na regra de composição de inferência [max-min] de acordo com o seguinte procedimento:

- Em cada regra R_j , da base de regras fuzzy, a condicional 'se x é A_j então u é B_j ' é modelada pela aplicação $\wedge$ (mínimo);
- Adota-se a t-norma $\wedge$ (mínimo) para o conectivo lógico 'e';
- Para conectar as regras fuzzy da base de regras, adota-se a t-conorma $\vee$ (máximo) para o conectivo 'ou'.

³ Observe que esta proposição é do tipo *MIMO*. Caso fosse do tipo *MISO* teria a forma Se x_1 é A_1 e x_2 é A_2 e ... e x_n é A_n então u_1 é B_1 .

Formalmente, a relação fuzzy $\mathcal{M}$ é o subconjunto fuzzy de $X \times U$ (produto cartesiano fuzzy de subconjuntos fuzzy) cuja função de pertinência é dada por

$$\varphi_{\mathcal{M}}(x, y) = \max_{1 \leq j \leq r} \left(\varphi_{R_j}(x, u) \right) = \max_{1 \leq j \leq r} \left[\varphi_{A_j}(x) \wedge \varphi_{B_j}(u) \right],$$

onde r é o número de regras que compõem a base de regras e, A_j e B_j são respectivamente os subconjuntos fuzzy de entrada e saída da regra j .

A quantidade de conjuntos fuzzy de entrada ($A_{1j}, A_{2j}, \dots, A_{nj}$) e de saída ($B_{1j}, B_{2j}, \dots, B_{mj}$) denominam os métodos de inferência fuzzy, como:

- MISO = Múltiplas entradas e uma única saída.
- MIMO = Múltiplas entradas e múltiplas saídas.

A seguir (Figura 12) é apresentado o esquema do método de inferência (Mamdani) para os Potenciais Funcionais, que será utilizado neste trabalho. Vale observar que é do tipo MISO.

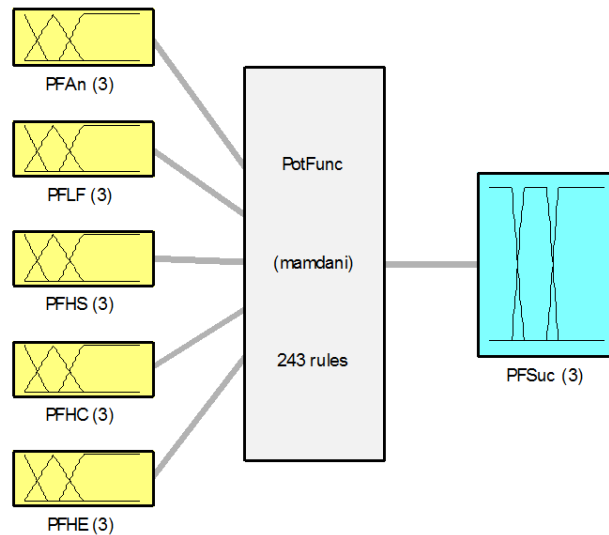


Figura 12: Esquema do Método de Inferência Mamdani (PotFunc)

A inferência feita pelo método de Mamdani resulta em um subconjunto fuzzy representado por sua função de pertinência, que indica o controle a ser adotado. Como normalmente

espera-se por um resultado crisp (número real), torna-se necessário a defuzzificação da resposta dada pelo método.

A seguir serão apresentados alguns métodos de defuzzificação:

Equação 1: Centro de Gravidade, Centróide ou Centro de Área. $[G(B)]$

Domínio Discreto:

$$G(B) = \frac{\sum_{i=0}^n u_i \varphi_B(u_i)}{\sum_{i=0}^n \varphi_B(u_i)}$$

Domínio Contínuo:

$$G(B) = \frac{\int_{\mathbb{R}} u \varphi_B(u) du}{\int_{\mathbb{R}} \varphi_B(u) du}$$

Equação 2: Centro dos Máximos. $[C(B)]$

$$C(B) = \frac{i + s}{2}$$

onde

$$i = \inf \{u \in \mathbb{R} : \varphi_B(u) = \max_u \varphi_B(u)\}$$

e

$$s = \sup \{u \in \mathbb{R} : \varphi_B(u) = \max_u \varphi_B(u)\}$$

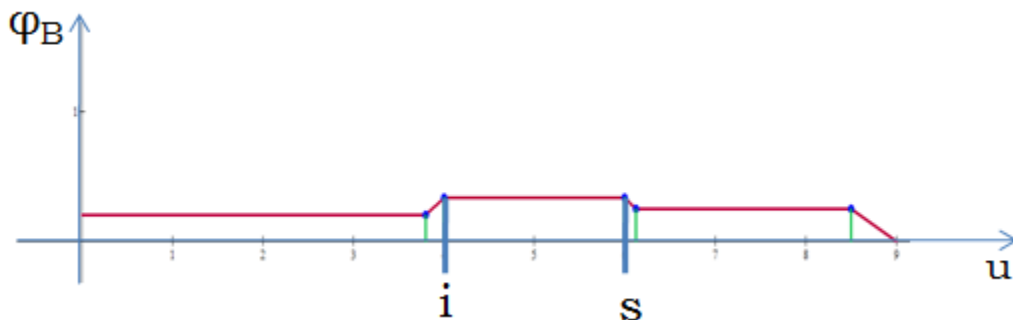


Figura 13: Função de Pertinência de Resposta do Método de inferência Fuzzy

Equação 3: Média dos Máximos. $[M(B)]$

(Utilização em domínios discretos)

$$M(B) = \frac{\sum u_i}{\sum i}$$

onde u_i são os elementos de maior pertinências ao conjunto fuzzy B, i. é., para cada i tomamos

$$\varphi_B(u_i) = \max_u \varphi_B(u)$$

1.13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os itens deste capítulo são os fundamentos da Lógica Fuzzy e da Teoria dos Conjuntos Fuzzy que é necessário para a construção do processo de inferência fuzzy que será mostrado no capítulo 3 deste trabalho.

No próximo capítulo serão mostrados os valores que o método habilis busca nas pessoas para construir as inferências que fornecem as 'dicas' quanto ao desempenho com relação às profissões, cursos, disciplinas, etc.

MÉTODO HABILIS

2.1.INTRODUÇÃO

O baixo nível de autoconhecimento está na raiz de muitas dúvidas pessoais nos momentos em que se tem de escolher caminhos na vida de cada um, i.é., momentos de tomada de decisão.

Estatísticas (World Future, 2004) mostram que as profissões durarão em média 14 anos (as que não acabarão se reinventarão nesse prazo); as pessoas terão uma expectativa de vida de 120 anos (em 2050); hoje as pessoas entre 30 e 40 já tem 95 anos de expectativa; juntando isso com o fato de mudarem de profissão em busca de “felicidade” ou plenitude ou sucesso profissional, se terá em torno de oito profissões durante a vida. Aproximadamente 75% do PIB mundial em 2020 girará em função de produtos que não existem hoje.

Estas informações mostram que é muito importante se conhecer cada vez mais e, principalmente, se ter referências sobre os motivos, metas e projetos de vida bem definidas e, de preferência, que sejam menos voláteis, i.é., que estejam nos fundamentos das atividades que o ser humano se dedica, independentemente das políticas, interesses, circunstâncias, etc.

Observando os cursos universitários (Tigrinho, 2008), é possível verificar que depois de acessarem a Universidade, muitos universitários desistem dos cursos que escolheram, gerando com isso insatisfação, crises existenciais e familiares, além de vagas ociosas, tão caras para os cofres públicos e das próprias famílias. Por parte do discente, a insatisfação é devido ao tempo gasto e, por parte da sociedade e da família é devido aos prejuízos pelos recursos gastos em vão. Isto ocorre, em grande parte, pela falta de autoconhecimento, além do pouco conhecimento sobre os cursos, as disciplinas curriculares e as funções profissionais existentes no mercado de trabalho.

Sabe-se que as pessoas que fazem aquilo que gostam; aquilo em que têm mais habilidades ou o que suas limitações não atrapalham seu desenvolvimento, têm maior probabilidade de sentirem 'bem estar', de viverem menos estressadas, de conseguirem melhor desempenho e, assim, concentrarem-se mais prazerosamente em seus objetivos, criando melhores perspectivas de empregabilidade, de estabilidade e de sucesso profissional.

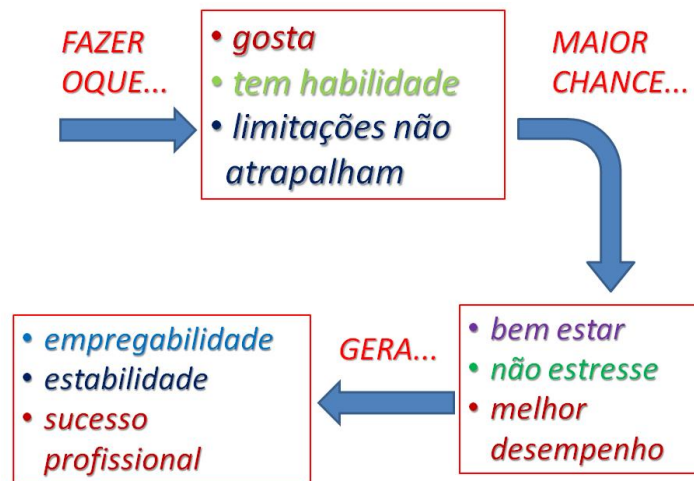


Figura 14: Harmonia profissional

Segundo o prof. Fabio Nolasco (Nolasco, 2008), quando se consegue melhor desempenho em suas funções, é possível desempenhar as atividades com mais bom humor, otimizar o rendimento, necessitando de menor tempo para executá-las, com menos retrabalho⁴ e isto proporciona menores níveis de estresse e melhor qualidade de vida.

Os conhecidos “testes vocacionais”, apesar de preciosos, são de difícil acesso para a maioria da população, especialmente para aqueles mais empobrecidos e que vivem longe dos grandes centros.

Pouca gente, tem o costume de cultivar o autoconhecimento, fator que pode contribuir em muito com a identificação profissional na fase de vida pré-universitária e poucos têm pleno

⁴Retrabalho: Fazer duas ou mais vezes uma mesma tarefa devido a erros. É quase sempre causado por ansiedade, precipitação, pressupostos falsos, má comunicação, falta de pensar antecipadamente sobre a melhor maneira de fazer a tarefa, e falta de revisão e controle.

conhecimento das “exigências-limitações-potencialidades” das diversas profissões de nível superior bem como de suas futuras funções profissionais no mercado de trabalho.

Além disso, o potencial de desempenho acadêmico de um estudante também pode ser previamente prospectado a partir do autoconhecimento e também de pessoas próximas que tenham um bom conhecimento sobre o ele, para se obter pistas de possíveis “dificuldades e facilidades” nas diversas áreas de conhecimento ou disciplinas que compõem a matriz curricular de cada curso superior, etc.

A partir do conhecimento dos níveis relativos de habilidades cognitivas, habilidades sensoriais e habilidades emocionais, bem como dos níveis de fobias-limitações e dos níveis de anelos-sonhos e até de características comportamentais (temperamentais) de uma pessoa, torna-se possível obter pistas de seu potencial de adaptação-desempenho às diversas profissões, disciplinas e funções profissionais (Nolasco, 2008).

Na ferramenta de autoconhecimento proposta por Nolasco (Método “HABILIS”) é concebido um modelo especial de parametrização e um esquema de inferências a partir de bancos de dados, que torna possível avaliar questões qualitativas, tradicionalmente discriminadas por cientistas mais positivistas, por serem consideradas “subjetivas” ou “imponderáveis”. Neste método, a intuição e a percepção pessoal (da pessoa auto-analisada) e de pessoas mais próximas, são tidas como úteis, relevantes e significativas, pois afinal, os processos de tomadas de decisão de cada pessoa apresentam aspectos únicos e individuais, fruto de seus valores e crenças de sua matriz paradigmática, independentemente de se ter consciência disso ou não.

2.2. CONCEITOS BÁSICOS

A seguir, serão apresentados os conceitos em que se fundamentarão a classificação quanto aos Papeis Profissionais e seus Potenciais Funcionais, da pessoa analisada,

segundo o banco de dados elaborado por especialistas⁵ que possui como base os Anelos, Limites, Habilidades Sensorial, Cognitiva e Emocional.

2.2.1. Papéis Profissionais (Perfis/Tendências)

Quando se escolhe um curso universitário, por exemplo: engenharia, não está definido ainda qual o nosso perfil/tendência neste universo que é ser um engenheiro. Após a conclusão do curso, podem-se tomar vários caminhos com a qualificação adquirida. Um exemplo do que se está falando é que um engenheiro pode sonhar em ser um empresário ou então um pesquisador ou ainda um construtor-empreiteiro, etc. O fato é que quando se qualifica a exercer uma profissão no mercado de trabalho, pode-se exercê-la de muitas formas segundo os vários perfis/tendências de cada um, o que se classifica de 'papéis profissionais'.

A seguir, serão descritos sete papéis profissionais, cada um subdividido em três potenciais funcionais para melhor descrever a atividade do profissional.

- **EMPREENDEDOR (A):**

(A1) Produtor (animal ou vegetal)-Silvicultor-Agricultor-Plantador-Pecuarista-Criador

(A2) Industrial-Processador-Transformador-Beneficiador (Produtos-Insumos-Máquinas)

(A3) Prestador de serviços-Armazenista-Comerciante-Atacadista-Varejista

- **COORDENADOR (B):**

(B1) Diretor-Chefe-Comandante-Superintendente-Conductor-Interventor

(B2) Administrador-Gerente-Ordenador-Supervisor-Capataz-Controlador

(B3) Negociador-Articulador-Intermediário-Comprador-Representante

- **AUDITOR (C):**

(C1) Fiscal-Sindicante-Classificador-Certificador

(C2) Aferidor-Perito-Contador-Avaliador-Monitor-Conferente

(C3) Moderador-Conciliador-Mediador-Julgador

⁵ O banco de dados deste trabalho é hipotético.

- **PLANEJADOR (D):**

(D1) Projetista-Programador-Planificador-Prospector

(D2) Organizador-Sistematizador-Sintetizador-Relator-Redator

(D3) Estrategista-Tático-Roteirista-Logístico

- **PESQUISADOR (E):**

(E1) Inventor-Criador-Inovador-Cientista

(E2) Experimentador-Testador-Analista-Desenvolvedor

(E3) Investigador-Corretor-Observador-Apontador-Anotador

- **EDUCADOR (F):**

(F1) Professor-Docente-Consultor-Animador-Sensibilizador-Motivador-Orientador

(F2) Instrutor-Treinador-Capacitador-Comunicador-Extensionista

(F3) Apresentador-Difusor-Divulgador-Transferidor-Propagandista-Demonstrador

- **ASSESSOR (G):**

(G1) Executor-Operador-Construtor-Laboratorista-Artífice-Empreiteiro

(G2) Promotor-Defensor-Curador-Cuidador-Cultivador

(G3) Vendedor-Auxiliar-Secretário-Atendente-Colaborador-Empregado-Servidor

2.2.2. Anelos (A)

A seguir serão apresentados vinte e um itens onde a pessoa analisada será classificada segundo seus sonhos.

Observando os itens abaixo, pode-se perceber que a pessoa a ser analisada terá que buscar no seu íntimo, as coisas que gosta. Essa busca proporciona o autoconhecimento.

(A01) Analisar-decompor-classificar-dividir em partes.

(A02) Aplicar-usar-operacionalizar-executar-praticar.

(A03) Avaliar-medir-aferir-comparar-periciar-auditar-emitir juízo de fato e de valor.

(A04) Comandar grupo / Liderar equipe / Conduzir / Chefiar / Coordenar.

(A05) Cuidar-tratar-curar-zelar-proteger animais ou pessoas.

- (A06) Criticar-julgar-arbitrar-dar parecer-ajuizar-emitir juízo de valor.
- (A07) Ensinar-orientar-treinar-educar-capacitar-formar pessoas.
- (A08) Escutar-ouvir o outro-dar atenção-ficar concentrado no outro.
- (A09) Estudar-ler-aprender-conhecer-captar-buscar.
- (A10) Integração-convivência social, racial, gênero, geração, etnia, povos, multicultural.
- (A11) Inventar-criar-desenvolver-construir-aperfeiçoar-gestar-conceber.
- (A12) Lidar com o saber popular-etnoconhecimento-conhecimento local.
- (A13) Militância ambientalista-ecologia-práxis da proteção planetária.
- (A14) Militância humanista-solidariedade-atividades associativistas-cooperativas-direitos Humanos.
- (A15) Militância político-partidária-cidadania-atividades eleitorais-protagonismo social-gestão pública.
- (A16) Motivar-sensibilizar-encantar-despertar-provocar-animar pessoas.
- (A17) Movimento artístico – cultural.
- (A18) Movimento religioso-atividades filosóficas-ecumenismo.
- (A19) Pesquisar-testar-experimentar-desvendar-descobrir-decifrar.
- (A20) Plantar-cultivar-manejar-cuidar-proteger plantas-flora-culturas.
- (A21) Sintetizar-planejar-resumir-programar-projetar-organizar-conjugar.

2.2.3. Limites/Fobias (L)

A exemplo do que foi dito no início do item anterior, este e os próximos três itens também levará a pessoa analisada a uma busca interior e conseqüentemente ao autoconhecimento.

- (L01) Local alto-altura-lugar proeminente
- (L02) Animal peçonhento-silvestre-selvagem-desconhecido-verme-inseto
- (L03) Atividade aquática (ambientes dos mares, lagos e rios grandes)-águas revoltas
- (L04) Caminhar muito-ficar muito tempo em pé
- (L05) Cobrança-vigilância-ser comandado-ter chefe-estar submetido à alguém
- (L06) Doente-agente patogênico-defunto-cemitério-risco de contaminação
- (L07) Errar-falhar-fracassar-receber crítica-Insucesso

- (L08) Fogo-chama-material incandescente-risco de explosão
- (L09) Local fechado-hermético-sombrio-abafado-com pouca ventilação
- (L10) Local muito aberto-desprotegido-devassado-hiperventilado
- (L11) Local muito barulhento-movimentado-bagunçado-multidão
- (L12) Local muito frio-gelado-baixas temperaturas
- (L13) Local muito quente-altas temperaturas
- (L14) Máquina-implemento-veículo-equipamento eletrônico complexo-novo desconhecido
- (L15) Objeto cortante-ponteagudo-afiado-perfurante
- (L16) Pegar-carregar peso-agir muito com as mãos-braços-erguer coisas pesadas
- (L17) Poeira-fumaça-pólem-fungos-mau cheiro-gases
- (L18) Produtos químicos-substâncias perniciosas-agroquímicos-poluentes-contaminantes
- (L19) Pus-urina-fezes-catarro-carne-sangue-pústulas-feridas-lágrimas
- (L20) Radiação solar-local muito ensolarado-ações ao sol
- (L21) Solidão-local silencioso-isolado-ermo

2.2.4. Habilidades Sensoriais (HS)

- (S01-auditiva) Classificação qualitativa de diversidade de sons
- (S02-auditiva) Identificação de certos sons em meio de barulho
- (S03-auditiva) Percepção quantitativa de intensidade de sons
- (S04-cinestésica-corporal) Coordenação motora
- (S05-cinestésica-corporal) Desenvolvimento em esportes variados
- (S06-cinestésica-corporal) Sincronização de movimentos corporais
- (S07- gustativa) Classificação qualitativa de sabores
- (S08- gustativa) Identificação de certos sabores em meio a outros
- (S09- gustativa) Percepção quantitativa de intensidade de sabores
- (S10- olfativa) Classificação qualitativa de odores
- (S11- olfativa) Identificação de certos odores em meio a outros
- (S12- olfativa) Percepção quantitativa de intensidade de odores
- (S13- proporcional) Fazer misturas proporcionalmente certas sem uso de suportes instrumentais

(S14- **proporcional**) Identificar quantidades-pesos sem uso de suportes instrumentais

(S15- **proporcional**) Senso de proporção-distância relativa-dimensão

(S16- **táctil**) Identificação-percepção táctil de texturas, formas, contornos, composição

(S17- **táctil**) Manejo de miniaturas-lidar com detalhes diminutos

(S18- **táctil**) Perícia em lidar com objetos finos, frágeis, delicados, quebráveis

(S19-**visual**) Sistematização-Classificação qualitativa de imagens, tons, formas, movimentos

(S20-**visual**) Memória fotográfica na identificação de indivíduos, cenários, objetos, feições, perfis, silhuetas

(S21-**visual**) Percepção quantitativa de intensidade de cores, intensidades e contrastes cromáticos

2.2.5. Habilidades Cognitivas (HC)

(C01-**espacial**) Localização espacial-geográfica-senso de direção

(C02-**espacial**) Montagem desmontagem e remontagem de estruturas com peças tridimensionais

(C03-**espacial**) Percepção espacial-tridimensional-multidimensional

(C04-**informacional**) Captar-entender-armazenar-manejar bem, grande-extensa massa de dados

(C05-**informacional**) Sistematizar-classificar-organizar qualitativamente vários tipos de dados complexos-diversificados, rapidamente

(C06-**informacional**) Identificar-avaliar-selecionar "dado mais importante" em meio a grande massa de dados

(C07-**lingüística**) Aprender-entender-falar-usar-ler-manejar outros idiomas, linguagens e formas de comunicação

(C08-**lingüística**) Memorizar-lembrar-relatar-declamar textos, poesias, discursos, estórias, piadas, receitas, fórmulas, números

(C09-**lingüística**) Verbalizar-expressar-expor-explanar-escrever fatos-situações-histórias de forma contextualizada, poética e emocionante

(**C10-lógico-matemática**) Associação entre causas e efeitos-raciocínio lógico dedutivo-indutivo

(**C11-lógico-matemática**) Execução de contas, números e cálculos matemáticos complexos (de cabeça)-cálculos-relações abstratas

(**C12-lógico-matemática**) Pensamento reflexivo-filosófico-científico-epistemológico-etimológico

(**C13-sistêmica**) Avaliação quantitativa da magnitude das forças envolvidas num sistema

(**C14-sistêmica**) Identificação qualitativa das características-componentes-limites-fluxos de um sistema

(**C15-sistêmica**) Perceber-compreender-hierarquizar esquemas-sistemas-processos complexos-dinâmicos-sinergias-interações

(**C16-temporal**) Perceber-decidir-agir no momento certo-oportuno-conveniente (enfrentar-fugir)

(**C17-temporal**) Memorizar-perceber a sincronia histórico-temporal de fatos, acontecimentos, circunstâncias, eventos e enredo

(**C18-temporal**) Planejar-executar-atender cronogramas sincronicamente-paulatinamente-cadenciadamente

(**C19-semiótica**) Identificar-nomear-reconhecer ícones-sinais-fórmulas-senhas-símbolos visuais lógicos (em seus nomes ou significados)

(**C20-semiótica**) Memorizar-aprender passos-rotinas-sequências cronológicas adequadas no uso de ícones-sinais-fórmulas-senhas-símbolos com objetivos definidos

(**C21-semiótica**) Manejar-usar com desenvoltura ícones-sinais-fórmulas-senhas-símbolos em operações-funções de programas e equipamentos eletrônicos

2.2.6. Habilidades Emocionais (HE)

(**E01-estética**) Apuro sensitivo-percepção de mínimas variações de estilos-constrastes-filigranas

(**E02-estética**) Identificar-distinguir-perceber-atender ao gosto estético de outrem

(**E03-estética**) Sensibilidade para os padrões estéticos histórico-temporais-culturais típicos

(**E04-interpessoal**) Compreensão dos sentimentos, emoções, lógica, limites e valores de outrem

(**E05-interpessoal**) Conviver-relacionar-discutir eticamente com opositores-adversários-inimigos-competidores-diferentes

(**E06-interpessoal**) Empatia-colocar-se e sentir-se na posição-postura-situação de outrem

(**E07-intuitiva**) Inspirar-se com soluções inovadoras-originais-brilhantes-eficazes-surpreendentes

(**E08-intuitiva**) Intuir-antecipar-prever-premunir evento que acaba por acontecer (ou quase)–Abdução

(**E09-intuitiva**) Perceber-presentir "clima", risco iminente, tendência e intenção alheia-prospecção

(**E10-intrapessoal**) Autoconhecimento (Quanto é correta a imagem que eu tenho de mim mesmo)

(**E11-intrapessoal**) Autoconsciência (Meu nível de consciência da imagem que os outros têm de mim)

(**E12-intrapessoal**) Autoprojeção (Quanto é correta a imagem que os outros tem tido de mim)

(**E13-musical**) Criar-identificar-conceber melodia provocante, que emocione-inspire-enleve-arrebate as pessoas

(**E14-musical**) Percepção rítmica-criar música com ritmo ou andamento adequado ou provocante ou inovador

(**E15-musical**) Percepção sonora / Identificação-distinção de tons, melodias, afinos e instrumentos

(**E16-naturalista**) Práxis-vivência-militância de respeito-defesa da vida-proteção dos direitos (povos-gerações-fauna-flora)

(**E17-naturalista**) Gostar-Sensibilizar-se-Emocionar-se com ambiente natural-biodiversidade-comunidade de vida-biocenose

(**E18-naturalista**) Valorizar a integração com a natureza-comunidade de vida-ecossistema / Sentir-se uno com o universo-cosmo-criador

(**E19-sindínica**) Serenidade-Autoconfiança-Curiosidade diante de que seja desconhecido-diferente-surpreendente (risco-perigo externo- periclitante) (acidente-catástrofe-tragédia iminentes)

(**E20-sindínica**) Lucidez-clareza-autoestima diante de conflitos-problemas-limitações pessoais-interiores-íntimos ou físicos

(**E21-sindínica**) Rapidez em reagir / Facilidade em superar impactos / Capacidade. de reabilitação

2.2.7. Banco de Dados dos Potenciais Funcionais

Fornece para cada item dos Potenciais Funcionais, uma nota⁶ (1, 3, 5, 7 ou 9) dada pelos especialistas, dimensionando o quanto é necessário cada item dos Anelos, Fobias e das Habilidades (**ALSCE**). A seguir, Figura 15, apresenta um exemplo do layout do banco com relação aos Anelos.

Observe que o projeto habilis vai se ampliando à medida que especialistas nas mais diversas áreas vão construindo banco de dados dos assuntos de seus interesses (variáveis lingüísticas) baseados no **ALSCE**. Por exemplo, está sendo construído pelos professores responsáveis pelo curso de zootecnia da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) um banco de dados das disciplinas do curso com relação ao **ALSCE**, e assim poder-se-á construir um processo de inferência fuzzy da variável lingüística 'disciplina'. Com isso, poder-se-á fornecer dicas ao aluno do curso de zootecnia com relação ao seu desempenho quanto às disciplinas oferecidas. Assim se incorporamos o estudo desta variável lingüística, disciplinas do curso de zootecnia (UFMT) ao projeto habilis, estaremos ampliando seu escopo.

⁶ Segundo (Saaty, 1991) os valores 1, 3, 5, 7 ou 9 são para facilitar a definição da nota, i.é., se quem está classificando ou julgando fica em dúvida entre um 7,5 ou 8,0 em um dos quesitos então a nota será 7 e se a dúvida está entre 8,0 ou 8,5 então será 9. Este procedimento faz com que a classificação para cada quesito do banco seja melhor definida.

TENDÊNCIAS-PERFIS-POTENCIAIS FUNCIONAIS	ANELOS																	
	Analisar-decompor-classificar-dividir em partes	Aplicar-usar-operacionalizar-executar-praticar	Avaliar-medir-afetir-comparar-periciar-auditar	Comandar grupo / Liderar equipe / Conduzir	Cuidar-tratar-curar-protoger animais ou pessoas	Criticar-julgar-arbitrar	Ensinar-orientar-treinar-educar-capacitar-formar pessoas	Escutar-ouvir o outro/ Dar atenção / Ficar concentrado n	Estudar-ler-aprender-conhecer-aprender-captar-buscar	Integração-convivência social, racial, gênero, étnia, povo	Inventar-criar-desenvolver-construir-aperfeiçoar	Lidar com o saber popular / Etnoconhecimento / Mov. C	Militância ambientalista / Ecologia / Prática da Proteção f	Militância humanista / Solidariedade / Atividades associa	Militância político-partidária / Cidadania / Atividades elei	Mobilizar-sensibilizar-encantar-despertar-provocar-animar	Movimento artístico - cultural	Movimento religioso / Atividades Filosóficas / Ecumenis
Produtor (animal ou vegetal)-Silvicultor-Agricultor-Plantador-Pecuarista-Criador-Aqüicultor	5	9	7	9	9	5	3	3	3	3	7	5	7	3	3	5	1	1
Industrial-Processador-Transformador-Beneficiador (Produtos-Insumos-Máquinas)	7	9	7	9	5	5	3	3	3	3	7	5	5	3	3	5	1	1
Prestador de serviços-Armazenista-Comerciante-Atacadista-Varejista	5	9	7	9	3	5	3	5	3	5	5	3	3	3	3	7	3	1
EMPREENDEDOR																		
Diretor-Chefe-Comandante-Superintendente-Conduzir-Interventor	7	7	9	9	7	9	9	9	9	7	5	5	5	7	9	9	6	5
Administrador-Gerente-Ordenador-Supervisor-Capataz-Controlador	9	7	9	9	7	9	9	9	9	7	5	5	5	7	9	9	5	5
Negociador-Articulador-Intermediário-Comprador	5	5	5	7	3	7	5	9	7	9	5	5	5	5	7	7	3	7
COORDENADOR																		
Fiscal-Sindicante-Classificador-Certificador	9	5	9	7	3	9	5	7	7	5	5	3	5	3	5	7	3	5
Atendedor-Perito-Contador-Avaliador-Monitor-Conferente	9	5	9	5	3	9	5	7	5	5	5	5	3	5	3	3	3	5
Moderador-Conciliador-Mediador-Julgador	5	3	9	9	5	9	7	9	7	9	5	7	7	7	9	9	5	7
AUDITOR																		
Projetista-Programador-Planejador-Prospector	7	5	7	7	3	7	5	5	9	5	9	5	9	5	7	5	5	3
Organizador-Sistematizador-Sintetizador-Relator-Redator	5	7	7	5	3	7	5	5	7	5	7	5	5	3	5	5	3	5
Estrategista-Tático-Roteirista-Logístico	9	7	7	5	3	9	7	7	7	7	7	9	7	9	7	5	5	7
PLANEJADOR																		
Inventor-Criador-Inovador-Cientista	9	9	9	7	5	5	7	5	9	3	9	9	9	3	3	5	7	3
Experimentador-Testador-Analista-Desenvolvedor	9	9	9	7	5	7	7	5	9	3	9	9	7	3	3	5	5	3
Investigador-Corretor-Observador-Cetador-Apontador-Anotador	9	5	9	5	3	7	7	9	9	3	9	7	5	7	3	5	3	7
PESQUISADOR																		
Professor-Docente-Consultor-Animador-Sensibilizador-Motivador-Orientador	7	7	9	9	7	7	9	9	9	9	7	9	9	9	7	9	9	9
Instrutor-Treinador-Capacitador-Comunicador-Extensionista	5	7	7	7	5	5	9	9	9	7	7	7	7	9	5	7	7	7
Apresentador-Difusor-Divulgador-Transfensor-Propagandista-Demonstrador	5	7	5	7	7	5	9	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9
EDUCADOR																		
Executor-Operador-Construtor-Laborantista-Artífice-Empreiteiro	5	9	5	7	7	3	3	3	5	3	5	3	3	3	3	3	3	5
Promotor-Defensor-Curador-Cuidador-Cultivador	5	5	7	5	7	5	5	5	5	5	3	5	9	7	5	3	3	7
Vendedor-Representante-Secretário-Atendente-Colaborador-Empregado-Servidor	3	9	3	5	7	3	7	7	5	7	3	3	3	3	3	7	5	5
ASSESSOR																		

Figura 15: Layout do banco de dados dos Potenciais Funcionais com relação aos Anelos.⁷

2.3. DETERMINAÇÃO DAS NOTAS PARA OS POTENCIAIS FUNCIONAIS

Neste trabalho, optou-se por estudar as deficiências⁸ da pessoa analisada, com relação às necessidades constantes do banco de dados (Figura 15), para fazer as inferências (fuzzy)

⁷ Os dados apresentados nesta tabela não são os elaborados pelos especialistas, são hipotéticos.

⁸ Deficiência é o valor negativo da diferença entre a nota que a pessoa analisada se deu, nos questionários ou através do jogo, e a nota que os especialistas determinaram como necessária no bando de dados.

necessárias, de forma que se possa determinar as condições da mesma, quanto aos 21 itens dos Potenciais Funcionais distribuídos nos sete papéis profissionais (item 2.2.1).

A opção pelo estudo das deficiências não desconsideram os itens onde a pessoa supera as necessidades avaliadas pelos especialistas. As eficiências estão sendo consideradas através das funções que definem os índices de Gravidade (IG) e de Importância (IP) das deficiências, funções estas que se baseiam em uma ‘matriz de sinergia’⁹, onde são avaliadas as probabilidades de suas eficiências amenizarem algumas deficiências. Definidos os índices IG e IP, elabora-se o peso para as deficiências, conforme exposto no item 2.3.2-Notas Relativizadas, a seguir.

Através de jogo ou questionário, se obtém as notas para a pessoa analisada, quanto aos Anelos, Limites, Habilidades Sensoriais, Habilidades Cognitivas e Habilidades Emocionais (**ALSCE**), que estão dispostas em vetores, conforme segue:

Notas para:

- Anelos: AA=[9 5 5 3 5 5 7 5 7 9 7 9 9 7 5 5 5 9 7 9 7],
- Limites e Fobias: AL=[3 3 3 3 3 1 3 1 5 3 3 3 3 3 1 3 3 1 1 1 3],
- Habilidades Sensoriais: AS=[7 5 5 5 4 4 5 5 5 5 5 5 6 6 5 5 1 1 3 5 5],
- Habilidades Cognitivas: AC=[3 1 3 5 6 7 5 3 7 8 8 8 7 7 7 3 4 3 3 3 3],
- Habilidades Emocionais: AE=[3 5 3 7 3 5 7 7 7 3 5 5 3 3 9 9 7 5 3 3 5].

2.3.1. Notas Absolutas

Após a obtenção das notas (jogo ou questionário) da pessoa analisada, para cada item dos Anelos, Fobias e Habilidades (**ALSCE**), se compara com o banco de dados e, daí, subtraindo o valor do banco de dados da nota da pessoa analisada, para cada item dos potenciais funcionais, se obtêm as “deficiências/eficiências”(valores negativos/positivos) da mesma em cada um dos itens do **ALSCE**, fornecendo cinco matrizes (21x21) que são denominadas por CA, CL, CS, CC, CE contendo os índices de deficiências/eficiências do

⁹ Esta em processo de elaboração pela equipe de desenvolvimento do método habilis, composta pelo professor Nolasco e seus colaboradores (UFMT).

pessoa analisada para cada **ALSCE** x potenciais funcionais. Como exemplo, ver APÊNDICE A, o cálculo das notas para cada um dos 21 itens dos potenciais funcionais com relação aos Anelos (programa em Matlab[®]).

Desta forma, se obtém o vetor NOA (21x1) – Notas para os 21 itens dos Anelos. O PGM-NOPF (APÊNDICE A), agrega este algoritmo para o **ALSCE** fornecendo a matriz com as notas para os Potenciais Funcionais NOPF (ver APÊNDICE B), a qual serve como entrada de dados para o Método de Inferência Fuzzy Mamdani (item 0 – página 42), objeto deste trabalho.

2.3.2. Notas Relativizadas

Serão apresentadas aqui, algumas formas que foram estudadas para a relativização das notas da pessoa analisada, obtidas através do jogo ou questionário.

A relatividade das notas está vinculada à importância que os especialistas deram para cada item do **ALSCE**, de modo que será considerada com pesos diferentes, itens com maior ou menor importância. Por exemplo, observando a Figura 15, se tem que para ser um Empreendedor – Produtor, as notas necessárias para os três primeiros itens de Anelos são 5 (Analisar, ...), 9 (Aplicar, ...) e 7 (Avaliar, ...). Se a pessoa analisada obteve, respectivamente, notas 3, 7 e 5 para esses itens de Anelos em (A1) - Empreendedor – Produtor – ... (item 2.2.1), observa-se que a diferença para os três casos é de duas unidades (índice de deficiência). A função peso que será apresentada a seguir, determina valores diferentes, segundo a importância do item considerada pelos especialistas. Assim, a deficiência para o item com necessidade 9 (Aplicar, ...) será inteiramente considerada¹⁰, já a deficiência para o item com necessidade 7 será amenizada pela função peso e mais ainda para 5. Isto significa que as deficiências para os itens de maior importância serão mais considerados que para os itens com menor importância, segundo os especialistas.

¹⁰ Itens com necessidade 9 no banco de dados, não são submetidos à função peso.

Função 7: Peso da Deficiência

A função Peso é definida como:

$$P(x) = \left(\frac{1}{IP - x} \right)^{IG}$$

Onde:

IP = Índice que pondera a deficiência, com variação no intervalo [8,9],

IG = Índice que avalia a gravidade da deficiência, com variação no intervalo (0,4],

x = Necessidades do **ALSCE** menores que nove no banco de dados.

Observação: A definição de IP e IG dependem de 2 fatores principais. O primeiro é a importância que será dada às deficiências nos itens do **ALSCE**, que não necessitam da excelência, i.é., nos itens do banco de dados com valores diferentes de 9. O segundo é o quanto a eficiência do candidato em alguns itens do **ALSCE**, poderá ajudá-lo em suas deficiências (Matriz de Sinergia¹¹).

Deve-se tomar o cuidado para que o denominador da função peso ($IP - x$) seja maior que zero. Vale lembrar que os especialistas, no momento da formação do banco de dados do **ALSCE** x potencial funcionais (veja exemplo para anéis na Figura 15), se utilizam dos valores 1, 3, 5, 7 e 9. Sendo que esses valores podem ser mudados, dependendo da necessidade do contexto da avaliação.

A Figura 16 a seguir mostra as variações extremas da função peso, isto é, o gráfico da função peso [G(P)] superior representa a função peso com IP = 8 e IG = 0,1 e o G(P) inferior com IP = 9 e IG = 4. A reta $P(x) = y = 1$ é a função peso com IG=0, apenas para referência.

¹¹ Esta matriz se encontra em elaboração e será utilizada em trabalhos futuros. A tentativa é de analisar os valores resultantes da decomposição em valores singulares e, também, da decomposição em autovalores

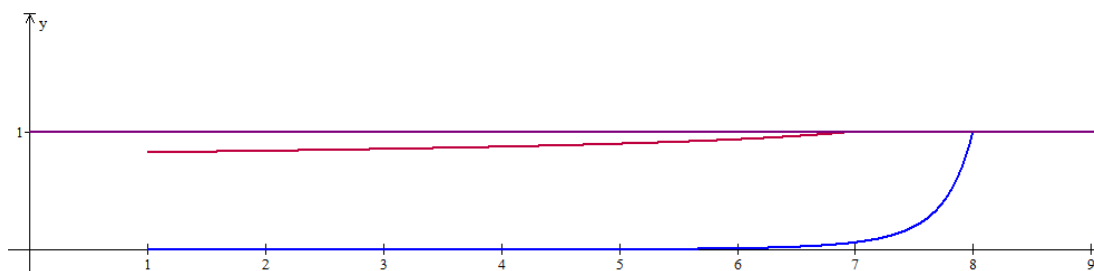


Figura 16: Limites da Função Peso

A Figura 17, a seguir, mostra algumas combinações possíveis, mantendo $IP=9$ e fazendo $IG = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.8, 1.0, 1.1, 1.5, 2.0$ e 4.0 , que formam os gráficos das curvas de cima para baixo, respectivamente.

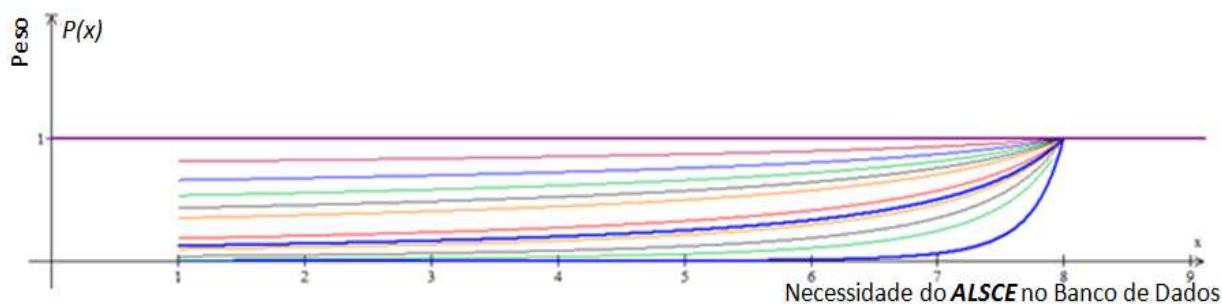


Figura 17: Definição do peso quanto a gravidade da deficiência, com $IP = 9$.

A Figura 18 a seguir mostra algumas combinações possíveis, mantendo $IP=8$ e fazendo $IG = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.8, 1.0, 1.1, 1.5, 2.0$ e 4.0 que formam os gráficos das curvas de cima para baixo, respectivamente.

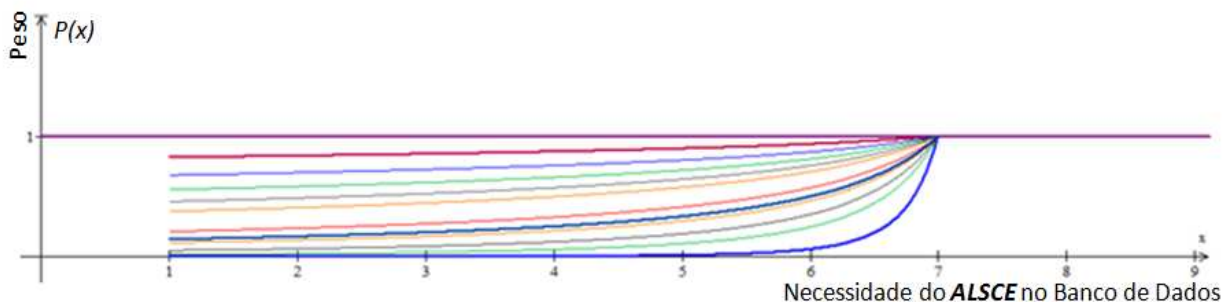


Figura 18: Definição do peso quanto à gravidade da deficiência, com $IP = 8$

A Figura 19 mostra o efeito das possibilidades de combinações, que o especialista tem para definir o peso, quanto a importância da deficiência e sua gravidade, com relação aos potenciais profissionais.

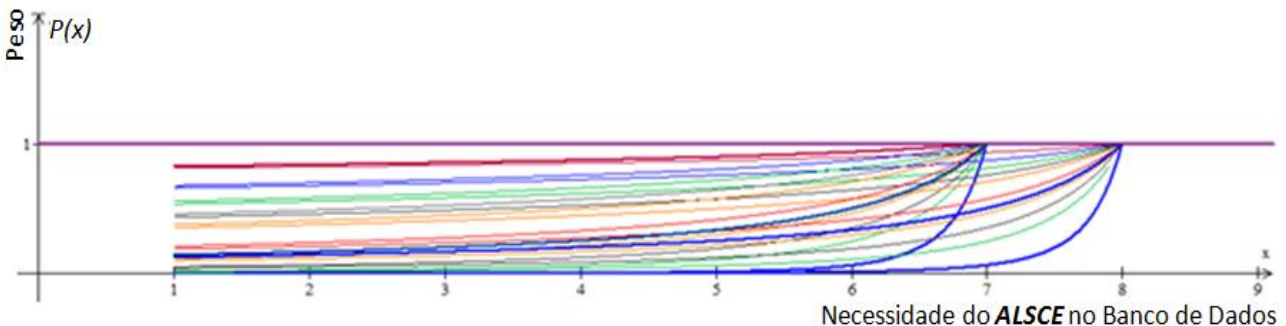


Figura 19: Algumas combinações entre os graus de importância (IP) e gravidade (IG).

Ainda podem ser consideradas outras formas (métodos) de ‘olhar’ para os valores necessários, constantes no banco de dados, com relação às notas obtidas pela pessoa, seja através do jogo ou do questionário. A seguir (Figura 20), será mostrada uma forma que foi denominada ‘método 1’, em que se considera apenas os itens do **ALSCE** que estão acima da média discreta **ALSCE** (Figura 20). Assim, por exemplo, o Percentual do Potencial Funcional (D1) para o **ALSCE** utilizando-se o método 1, denotado $PPF(\text{ALSCE})_1$ definidos no PGM-NR1PF (ver APÊNDICE B) como $k(\text{ALSCE})/21$, que poderá ser dividido por um valor menor que 21, caso tenha valores menores que a média discreta (ver Figura 20). Considere o Potencial Funcional (D1) com relação aos Anelos, para $IP=8,5$ e $IG=1$.

Cabe observar que na última coluna, se tem o arredondamento da média do banco de dados quanto ao item D1, para o inteiro mais próximo, i.é., o arredondamento sem casas decimais que será denominada de média discreta. Desta forma, atente para o destaque da antepenúltima coluna da Figura 20, em que todos os valores definidos pelos especialistas no banco de dados, menores que a média discreta, não serão levados em consideração, i. é., no caso do cálculo do percentual do potencial funcional (D1) dos Anelos (PPFA1) onde se tem a quantidade de notas do candidato abaixo do especificado no banco de dados (k_A)

dividido pelo número de itens dos anéis que estão acima da média discreta ($kA/13$) e com isso, obteremos valores de deficiência mais elevados, i. é., estamos sendo mais rigorosos.

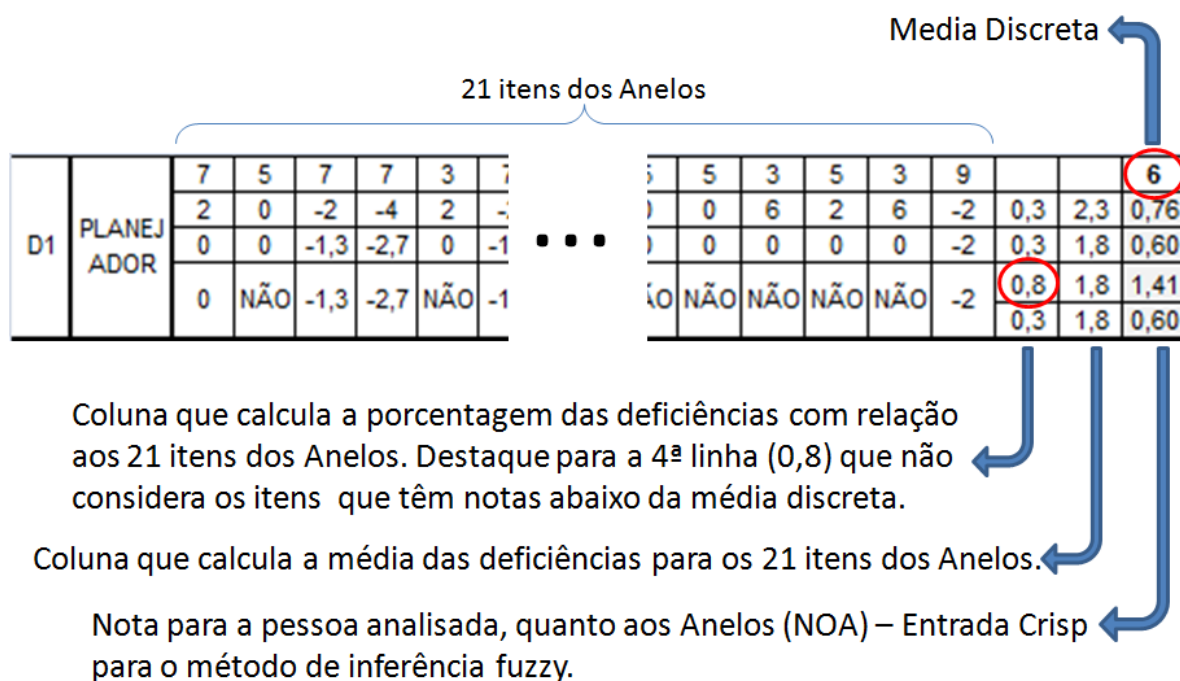


Figura 20: Algumas formas (métodos) para avaliar a pessoa analisada quanto as suas deficiências.

As várias formas de se obter as notas para cada Potencial Funcional, não é o objetivo deste estudo, mas as funções serão definidas conforme a orientação dos especialistas que, para cada grupo, pode mudar de acordo com as habilidades e competências necessárias. Observa-se que toda essa preocupação na determinação dos índices de deficiências da pessoa analisada que serão as entradas *crisp* para o método de inferência fuzzy, que podem ser desconsideradas, tomando-se apenas os índices de deficiência simples, desde que essa preocupação possa ser trabalhada pelos especialistas na construção dos conjuntos fuzzy de entrada, que pode ser mais simples em alguns casos.

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA FUZZY NO SISTEMA HABILIS

3.1. CONSTRUÇÃO DO MÉTODO DE INFERÊNCIA FUZZY (MAMDANI) DOS POTENCIAIS FUNCIONAIS

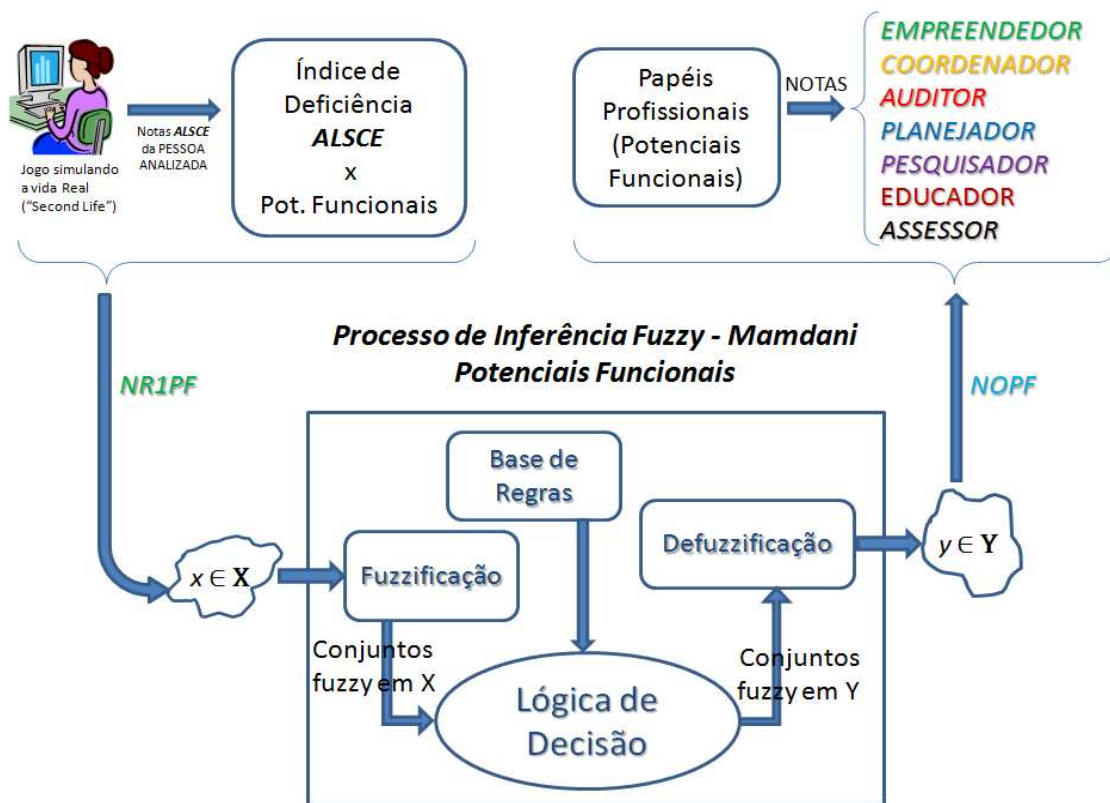


Figura 21: Escopo do projeto Habilis

3.1.1. Introdução

Um método de inferência fuzzy do tipo Mamdani (Figura 21) tem como primeira função, transformar as entradas numéricas (crisp) em conjuntos fuzzy num processo denominado

fuzzificação. Numa segunda etapa, o processo de inferência faz uma verificação das entradas fuzzificadas, através da lógica de decisão e base de regras, fornecendo a classificação de saída, segundo o(s) conjunto(s) fuzzy de saída que, numa terceira etapa, são utilizados no processo de *defuzzificação*.

Conforme já foi dito, a partir do conhecimento dos níveis relativos de habilidades cognitivas, habilidades sensoriais e habilidades emocionais, bem como dos níveis de fobias-limitações e dos níveis de anelos-sonhos e até de características comportamentais¹² (temperamentais) de uma pessoa, torna-se possível obter pistas de seu potencial de adaptação-desempenho às diversas profissões, disciplinas e funções profissionais (NOLASCO, 2008). Este método de inferência fuzzy (MISO) propõe classificar a pessoa avaliada segundo seus potenciais funcionais (saída crisp), através da análise de seu **ALSCE** que serão as cinco entradas crisp para o processamento (ver Figura 12).

3.1.2. Conjuntos Fuzzy de Entrada

Os cinco conjuntos fuzzy de entrada são iguais. Abaixo a Figura 22 ilustra os conjuntos fuzzy que serão considerados.

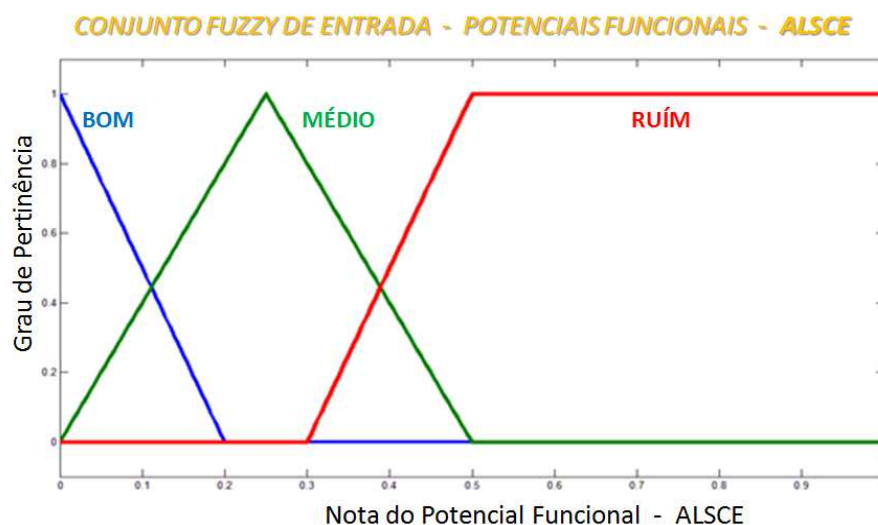


Figura 22: Conjunto Fuzzy utilizado na fuzzificação da entrada crisp dos Anelos

¹² Nesta primeira abordagem não será feita a análise comportamental da pessoa.

3.1.3. Conjuntos Fuzzy de Saída

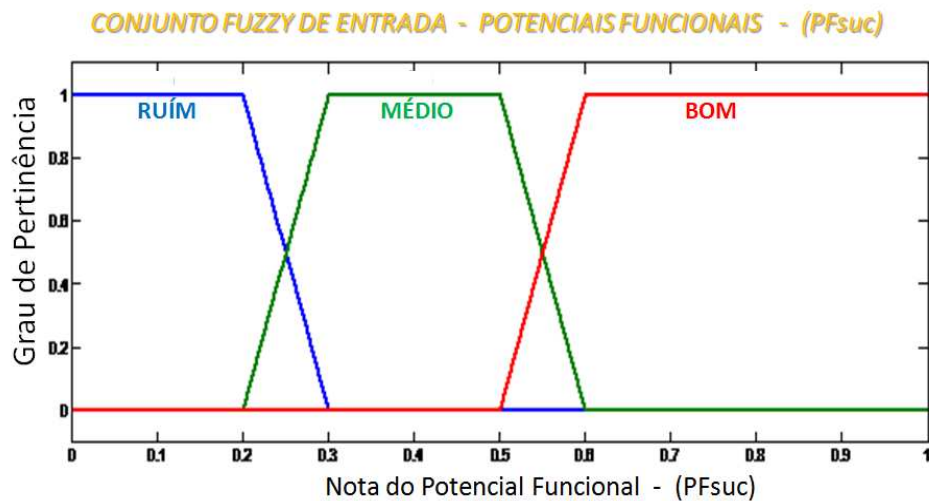


Figura 23: Conjunto Fuzzy utilizado na defuzzificação do método de inferência.

3.1.4. Base de Regras

A construção dessa base de regras leva em consideração as combinações possíveis entre as variáveis lingüísticas (*ALSCE*) e suas características (bom, médio e ruim). Assim sendo, temos $3^5 = 243$ regras onde os especialistas definem para cada uma delas, a variável de saída. A seguir é apresentado o *layout* da base de regras utilizada para o processo de inferência fuzzy dos potenciais funcionais.

1. Se (PFAn é Bom) e (PFLF é Bom) e (PFHS é Bom) e (PFHC é Bom) e (PFHE é Bom) então (PFSuc é Bom)
2. Se (PFAn é Bom) e (PFLF é Bom) e (PFHS é Bom) e (PFHC é Bom) e (PFHE é Médio) então (PFSuc é Bom)
3. Se (PFAn é Bom) e (PFLF é Bom) e (PFHS é Bom) e (PFHC é Bom) e (PFHE é Ruim) então (PFSuc é Médio)

...

242. Se (PFAn é Médio) e (PFLF é Ruim) e (PFHS é Ruim) e (PFHC é Médio) e (PFHE é Médio) então (PFSuc é Ruim)

243. Se (PFAn é Médio) e (PFLF é Ruim) e (PFHS é Ruim) e (PFHC é Médio) e (PFHE é Ruim) então (PFSuc é Ruim)

3.1.5. Inferência Fuzzy Mamdani (Lógica de Decisão)

A seção 2.3.2 apresenta na Figura 20 (página 41), um exemplo de cálculo da nota para os Anelos com relação ao papel profissional D1 – Planejador. Vale observar na terceira linha da tabela apresentada que, foi utilizada a função peso.

Suponha que esse procedimento tenha sido realizado para todos os cinco itens que compõem o **ALSCE** e também para todos os vinte e um papéis profissionais como pode ser observado na **Figura 24** a seguir, que exemplifica os cálculos das notas utilizando-se da função peso com IP=8,5 e IG=1,0. Denomina-se, Método 1¹³, para estas condições de cálculo anteriormente descritas.

MÉTODO 1

		Anelos			Limites / Fobias			H.S.			H.C.			H.E.							
A1	EMPREENDEDOR		5,3	5	111		7,2	7	151		7,2	7	151		7,1	7	149		4,1	4	87,0
		0,1905	4	0,76		0,8	5,9	4,76		0,8	3,4	2,62		0,7	3,3	2,33		0,2	3	0,57	
		0,1905	3,8333333	0,73		0,8	5,4	4,34		0,8	2,9	2,17		0,7	2,6	1,85		0,2	2	0,38	
		0,3077	3,8333333	1,18		1	5,7	5,67		1	3,1	3,10		0,7	3,3	2,44		0,4	2	0,889	
		0,1905	3,8333333	0,73		0,8	5,7	4,32		0,7	3,1	2,06		0,5	3,3	1,75		0,2	2	0,38	
A2	EMPREENDEDOR			5	101		6,6	7	139		7,6	8	159		7,9	8	165		3,9	4	81,0
		0,1429	4	0,57		1	4,4	4,19		0,9	3,5	3,00		0,7	4,3	3,10		0,1	3,333	0,48	
		0,1429	3,7777778	0,54		1	3,4	3,25		0,9	3,1	2,64		0,7	4,2	2,98		0,1	2,222	0,32	
		0,25	3,7777778	0,94		1	5,2	5,22		1	3,7	3,67		1	5	5,00		0,5	2,222	1,11	
		0,1429	3,7777778	0,54		0,6	5,2	2,98		0,6	3,7	2,10		0,6	5	2,86		0,1	2,222	0,32	
A3	EMPREENDEDOR			5	95		6,3	6	133		5,8	6	121		6,5	7	137		4,1	4	87,0
		0,1905	3,5	0,67		0,9	4,3	3,90		0,5	2,8	1,33		0,7	2,8	1,86		0,2	2,8	0,67	
		0,1905	3,1666667	0,60		0,9	3,2	2,87		0,5	1,8	0,87		0,7	1,8	1,17		0,2	1,562	0,37	
		0,3636	3,1666667	1,15		1	4,1	4,10		1	2,2	2,19		0,6	2,4	1,55		0,4	1,562	0,65	
		0,1905	3,1666667	0,60		0,7	4,1	2,73		0,3	2,2	0,73		0,4	2,4	1,03		0,2	1,562	0,37	

Figura 24: Tabela de cálculo das notas do **ALSCE** para os papéis profissionais de EMPREENDEDOR – Destaque para as notas que compõem a matriz NR1PF.

¹³ A escolha dos valores para os índices IP e IG, poderia ser qualquer valor dentro de seus intervalos de variação, como está apresentado na seção 2.3.2, Função 7: Peso da Deficiência - página 37.

Vale observar na matriz NR1PF, abaixo, que as primeiras três linhas coincidem com os valores destacados na tabela da figura a seguir, divididos por dez. Esta divisão é simplesmente para que os valores da matriz pertençam ao intervalo [0,1].

$$A = NR1PF^{14} = (\text{Notas Pot. Funcionais}^{15} \times \mathbf{ALSCE}) = \begin{bmatrix} 0.07 & 0.43 & 0.22 & 0.19 & 0.04 \\ 0.05 & 0.32 & 0.26 & 0.30 & 0.03 \\ 0.06 & 0.29 & 0.09 & 0.12 & 0.04 \\ 0.17 & 0.14 & 0.01 & 0.24 & 0.23 \\ 0.17 & 0.19 & 0.01 & 0.25 & 0.23 \\ 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.21 & 0.20 \\ 0.06 & 0.13 & 0.11 & 0.17 & 0.18 \\ 0.04 & 0.13 & 0.12 & 0.14 & 0.18 \\ 0.12 & 0.04 & 0.01 & 0.17 & 0.20 \\ 0.06 & 0.06 & 0.01 & 0.25 & 0.12 \\ 0.03 & 0.04 & 0.03 & 0.22 & 0.04 \\ 0.08 & 0.06 & 0.04 & 0.33 & 0.08 \\ 0.09 & 0.17 & 0.08 & 0.19 & 0.14 \\ 0.09 & 0.22 & 0.09 & 0.13 & 0.09 \\ 0.07 & 0.12 & 0.05 & 0.24 & 0.09 \\ 0.17 & 0.21 & 0.05 & 0.32 & 0.21 \\ 0.09 & 0.26 & 0.08 & 0.17 & 0.08 \\ 0.14 & 0.37 & 0.12 & 0.21 & 0.16 \\ 0.04 & 0.40 & 0.18 & 0.09 & 0.03 \\ 0.03 & 0.10 & 0.03 & 0.03 & 0.01 \\ 0.04 & 0.43 & 0.08 & 0.06 & 0.05 \end{bmatrix}$$

A matriz A (NR1PF), acima, é calculada através do PGM – NR1PF (ver APÊNDICE B) e é o conjunto crisp de entrada para o método de inferência fuzzy dos potenciais funcionais.

O vetor NOPF a seguir é o resultado da avaliação feita pelo método de inferência fuzzy dos Potenciais Funcionais, i. é., são as vinte e uma notas, já defuzzificadas, que a pessoa analisada obteve do processo de inferência fuzzy com relação aos itens A1, A2, A3, B1, ... , F3, G1, G2 e G3 (item 2.2.1, página 27).

Assim, observando o conjunto fuzzy de saída (Figura 23) temos a seguinte classificação:

¹⁴ NR1PF é o programa que calcula a nota relativizada para os potenciais funcionais (ver APÊNDICE B).

¹⁵ É importante observar que as notas constantes na matriz A, estão divididas por 10 para servirem de entrada crisp no método de inferência fuzzy dos Potenciais Funcionais (ver APÊNDICE B).

$$B = NOPF = \begin{bmatrix} 0.38 \\ 0.37 \\ 0.64 \\ 0.51 \\ 0.44 \\ 0.71 \\ 0.59 \\ 0.58 \\ 0.59 \\ 0.67 \\ 0.72 \\ 0.62 \\ 0.55 \\ 0.65 \\ 0.64 \\ 0.38 \\ 0.66 \\ 0.43 \\ 0.55 \\ 0.72 \\ 0.61 \end{bmatrix}$$

De posse da matriz A (entrada para o método de inferência fuzzy) e da matriz B (saída), observa-se, por exemplo que, os melhores índices para a pessoa analisada estão na 11ª linha e na 20ª linha da matriz B (saída), isto significa que esta pessoa tem maior afinidade com a função profissional D2 – Planejador: Organizador – Sistematizador – Relator – Redator e também com G2 – Assessor: Promotor – Defensor – Curador – Cuidador – Cultivador. Vale observar também, em B, que o pior índice alcançado foi na 2ª linha e isso significa que esta pessoa terá maiores dificuldades em exercer o papel profissional A2: Empreendedor: Industrial – Processador – Transformador – Beneficiador.

Nestas condições, o método habilis permite algumas análises com relação às facilidades e dificuldades observadas na matriz B. Por exemplo, pode-se verificar na 2ª linha da matriz A, que os maiores índices, que significam deficiências, estão na 2ª, 3ª e 4ª colunas. Isto mostra que diminuindo os valores dessas deficiências nas áreas das Limitações, Habilidades Sensoriais e Cognitivas, a pessoa analisada poderá ter melhores condições de exercer atividades nesta área (A2).

- 1ª Linha: Notas para os vinte e um itens de Limites/Fobias da pessoa analisada.
- 2ª Linha: Notas para os vinte e um itens de Limites/Fobias do banco de dados.
- 3ª Linha: Índice de Deficiência. Diferença entre a 1ª e 2ª Linhas ($2^a L - 1^a L = 3^a L$).
- 4ª Linha: Índice de Deficiência atenuado pela função peso.
- 5ª Linha: Índice de Deficiência atenuado, apenas para os itens maiores ou iguais à média discreta (ver **Figura 20**, página 41).

3.1.6. Resultados obtidos

Com os estudos realizados para a construção do método de inferência fuzzy (analisador) dos potenciais funcionais, segundo o exposto no último parágrafo do item 2.2.7, observou-se que o Habilis pode ir anexando funções à medida em que existam especialistas interessados na construção do banco de dados *ALSCE* para que possam resolver problemas, através do desenvolvimento de um analisador fuzzy que lhes dê respostas. Também foi observado que não existe dificuldade na construção do analisador, fazendo com que a aplicação da teoria dos conjuntos fuzzy e da lógica fuzzy na construção do processo de inferência do método Habilis, tenha as seguintes características:

- 1) Ferramenta que traz eficiência, de acordo com o especialista, bons resultados ao sistema interno de inferências;
- 2) Otimização do sistema de cálculo, com ênfase nas características relevantes para maiores níveis de coerência no ranqueamento-classificação das profissões, disciplinas, funções-papéis profissionais, etc. que o analisador se propuser a inferir;
- 3) Facilidade na visualização de resultados para a sondagem, no âmbito do esclarecimento das causas de certos resultados para a “Pessoa Analisada” (feed-back ou recorrência), favorecendo reajustes e/ou a adoção de medidas de superação (tratamentos, treinamentos, exercícios, etc.);
- 4) Ajuda ao Método Habilis a superar a limitação da “concentração de médias”, que dificultam a discriminação-visualização dos resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Habilis, sendo um “exercício de sondagem” de autoconhecimento, pode ser um instrumento suplementar aos “testes vocacionais” para uma pessoa explorar seu perfil profissional.

Para isso, existem algumas condições básicas para otimizar sua confiabilidade:

- a) Graus de seriedade, honestidade e franqueza usados nas respostas, pela própria “pessoa analisada” e, eventualmente, pelas pessoas afetivamente próximas (pais, namorada, amiga, irmãos, professores.);
- b) Alto nível de conhecimento-certeza¹⁶ sobre as características da “pessoa avaliada” (por ela própria e pelas pessoas próximas que contribuírem);
- c) Número de “pessoas próximas” que contribuírem na avaliação.

Assim, com a aplicação adequada do Habilis, se podem esperar os seguintes resultados:

A. Dispor de uma ferramenta multicriterial que;

- 1) Esclareça a “Pessoa Analisada” sobre uma série de características dos seres humanos (termos, conceitos e significados), pouco conhecidas ou refletidas pela média das pessoas;
- 2) Ajude a “Pessoa Analisada” na melhoria do seu nível de autoconhecimento nos campos de seus Sonhos-Anelos, Limitações-Fobias, Habilidades Sensoriais-Cognitivas-Emocionais e Características Comportamentais;

¹⁶ Pode parecer antagônico já que um dos objetivos do Habilis é a busca do autoconhecimento, mas se a pessoa avaliada tem um alto grau de autoconhecimento os resultados servirão para a escolha da profissão ou dos papéis profissionais e caso o grau seja baixo, os resultados servirão para melhorar o autoconhecimento e assim num processo de recorrência pode-se atingir o grau de autoconhecimento desejado. Importante também o alto grau de conhecimento que as pessoas próximas à analisada, tenha sobre esta última.

- 3) Ofereça pistas à “Pessoa Analisada” sobre as profissões (cursos) em que possui potencialmente maiores ou menores chances de satisfação e progresso;
- 4) Ofereça pistas à “Pessoa Analisada” sobre as disciplinas acadêmicas (na faculdade) em que possui potencialmente maiores habilidades para um bom desempenho, mas principalmente aquelas em que a pessoa terá que dispor de maiores esforços;
- 5) Ofereça pistas à “Pessoa Analisada” sobre as funções profissionais (no mercado de trabalho) em que possua maiores ou menores chances de sucesso;
- 6) Ajude a qualquer “Pessoa Analisada” conhecer melhor seus próprios talentos-dons-faculdades-habilidades, bem como suas próprias limitações-fraquezas, favorecendo assim a sua plenitude emocional-pessoal-interior, de modo a otimizar seu ajuste no convívio social, profissional e consigo mesma.

B. Reduzir:

- 1) Os níveis de evasão-abandono de curso universitário;
- 2) As vagas ociosas nos cursos universitários, com melhor aproveitamento dos recursos públicos e melhor desempenho da Instituição de Ensino Superior nas avaliações do MEC, CAPES;
- 3) Os níveis de atritos-estresses entre Docentes e Discentes (desorientados por crises advindas de: baixo nível de autoconhecimento; crises existenciais; incertezas sobre o ajuste do próprio perfil com o curso escolhido);
- 4) Melhor aproveitamento dos recursos familiares pela escolha do curso mais ajustado ao próprio perfil;

C. Esclarecer a “Pessoa Analisada” sobre:

- 1) Estrutura dos cursos profissionais com suas disciplinas;
- 2) Papéis exercidos em cada profissão no mercado de trabalho;
- 3) Níveis de exigência dos cursos, disciplinas e funções-papéis profissionais quanto aos tipos de Sonhos-Anelos, Limitações-Fobias, Habilidades Sensoriais, Habilidades Cognitivas, Habilidades Emocionais e Características Comportamentais.

BIBLIOGRAFIA

Barros, L., & Bassanezi, R. (2006). *Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática*. Campinas, SP: UNICAMP/IMECC.

Cecconello, M. S. (2006). *Modelagem alternativa para dinâmica populacional: Sistemas dinâmicos fuzzy*, Dissertação de Mestrado, IMECC - Unicamp. Campinas/SP.

Nguyen, H. T., & Walker E.A. (1997). *A First Course in Fuzzy Logic* – CRC Press – 1997. Boca Raton - Florida: CRC Press.

Nolasco, F. (2008). Tese de Doutorado. *Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas: Um método fitotécnico*. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Saaty, T. (1991). *Método da Análise Hierárquica*. São Paulo: McGraw-Hill, Makron.

Tigrinho, L. M. (14 de Agosto de 2008). *www.gestaouniversitaria.com.br*. Acesso em Março de 2009, disponível em Gestão Universitária: <http://www.gestaouniversitaria.com.br/index.php/edicoes/135-173/649-evasao-escolar-nas-instituicoes-de-ensino-superior.html>

World Future. (2004). *www.wfs.org*. Acesso em 2004, disponível em World Future: <http://www.wfs.org>

Zadeh, L. A. (1972). A Fuzzy Set Theoretic Interpretation of Linguistic Hedges. *An International Journal*, 04-34.

APÊNDICE A

A. Notas dos Potenciais Funcionais para os Anelos (PGM-NOPF)

%<<< CÁLCULO DAS NOTAS PARA OS ANELOS >>>

%<< DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

% AA = Vetor (1x21) contendo as notas do Candidato

AA=[9 5 5 3 5 5 7 5 7 9 7 9 9 7 5 5 5 9 7 9 7];

% BA = Matriz (21x21) formada pelos elementos mostrados na figura 1, que são os valores que o especialista % decidiu como necessários em cada potencial funcional com relação aos itens dos Anelos.

BA = load('BA.m');

% CA = Matriz (21x21) que contém as diferença entre a nota do Candidato e a necessidade para cada %potencial funcional dos Anelos.

CA = zeros(21,21);

% kA = Contador

kA = 0;

% SDA = Contém a soma das deficiências dos anelos para cada potencial funcional

SDA = 0;

%<PPFA = Vetor (1x21) que contém a porcentagem de itens dos Anelos que o Candidato está abaixo do %necessário em cada potencial funcional

PPFA = zeros(1,21);

%MDA = Vetor (1x21) que contém a média dos itens com deficiência para Anelos em cada potencial %funcional.

MDA = zeros(1,21);

%NOA = Vetor (1x21) que contém as notas dos potenciais funcionais para Anelos.

NOA = zeros(1,21);

```

    for l=1:21
        for c=1:21
            CA(l,c)=AA(c)-BA(l,c);
            if CA(l,c)<0
                kA=kA+1;
                SDA=SDA-CA(l,c);
            end
        end
        end
        PPFA(l)=kA/21;
        MDA(l)=SDA/kA;
        NOA(l)=PPFA(l)*MDA(l);
        kA=0;SDA=0;
    end
end

```

APÊNDICE B

B. Notas Relativizadas pelo método 1 para os Potenciais. Funcionais (PGM-NR1PF)

%PGM-NR1PF

%Gera as notas para cada Potencial Funcional, analisando as deficiencias

%RELATIVAS do Candidato com relação ao ALSCE considerando os indices de

%Importancia e de Gravidade das deficiencias.(Metodo 1)

clear all

format bank

%---<<ENTRADA DE DADOS>>-----

%IP=Indice entre [8, 9] que pondera a importancia da Deficiencia

IP=8.5;

%IG=Indice entre (0,4] que da peso a gravidade da deficiencia

IG=1;

%O arquivo AA contem as notas do CANDIDATO nos Anelos

AA=[9 5 5 3 5 5 7 5 7 9 7 9 9 7 5 5 5 9 7 9 7];

%O arquivo BA é o banco de dados referente aos 21 anelos para cada um dos

%21 Potenciais Funcionais.

BA=load('BA.m');

%O arquivo AL contem as notas do CANDIDATO nos Limites e Fobias

AL=[3 3 3 3 3 1 3 1 5 3 3 3 3 3 1 3 3 1 1 1 3];

%O arquivo BL é o banco de dados referente aos 21 Limetes e Fobias para

%cada um dos 21 Potenciais Funcionais.

BL=load('BL.m');

%O arquivo AS contem as notas do CANDIDATO nas Habilidades Sensoriais

AS=[7 5 5 5 4 4 5 5 5 5 5 5 6 6 5 5 1 1 3 5 5];

%O arquivo BS é o banco de dados referente as 21 Habilidades Sensoriais

```
%para cada um dos 21 Potenciais Funcionais.
BS=load('BS.m');
%O arquivo AC contem as notas do CANDIDATO nas Habilidades Cognitivas
AC=[3 1 3 5 6 7 5 3 7 8 8 8 7 7 7 3 4 3 3 3 3];
%O arquivo BC é o banco de dados referente as 21 Habilidades Cognitivas
%para cada um dos 21 Potenciais Funcionais.
BC=load('BC.m');
%O arquivo AE contem as notas do CANDIDATO nas Habilidades Emocional
AE=[3 5 3 7 3 5 7 7 7 3 5 5 3 3 9 9 7 5 3 3 5];
%O arquivo BE é o banco de dados referente as 21 Habilidades Emocionais
%para cada um dos 21 Potenciais Funcionais.
BE=load('BE.m');
%-----
% <<<CALCULO DAS NOTAS PARA OS ANELOS (NOA1)>>>
%-----
%Matriz CA contem a diferença entre a nota do Candidato e a necessidade para
%cada Potencial Funcional dos Anelos
CA=zeros(21,21);
%Matriz CA1 contem a diferença entre a nota do Candidato e a necessidade para
%cada Potencial Funcional dos Anelos considerando os indices de Importancia
%e Gravidade
CA1=zeros(21,21);
%kA contador
kA=0;
%SDA soma das deficiencias dos anelos
SDA1=0;
%PPFA mostra a porcentagem de itens de Anelos que o Candidato está abaixo do
%necessário
PPFA1=zeros(1,21);
%MDA=Média dos itens com deficiencia para Anelos
```

```
MDA1=zeros(1,21);
%NOA=Nota dos Potenciais Funcionais para Anelos
NOA1=zeros(1,21);

for l=1:21
    for c=1:21
        CA(l,c)=AA(c)-BA(l,c);
        if BA(l,c)<9
            CA1(l,c)= CA(l,c)*(1/(IP-BA(l,c)))^(IG);
        else
            CA1(l,c)=CA(l,c);
        end
        if CA1(l,c)<0
            kA=kA+1;
            SDA1=SDA1-CA1(l,c);
        end
    end
    PPFA1(l)=kA/21;
    MDA1(l)=SDA1/kA;
    NOA1(l)=PPFA1(l)*MDA1(l);
    kA=0;SDA1=0;
end
%NOA1
```

```
%-----
% <<<CALCULO DAS NOTAS PARA OS LIMITES E FOBIAS (NOL1)>>>
%-----
%Matriz CL contam a diferença entre a nota do Candidato e a necessidade para
%cada Potencial Funcional dos Limites e Fobias
CL=zeros(21,21);
%Matriz CL1 contam a diferença entre a nota do Candidato e a necessidade para
%cada Potencial Funcional dos Limites e fobias considerando os indices de
Importancia
%e Gravidade
CL1=zeros(21,21);
%kL contador
kL=0;
%SDL soma as deficiencias das limitações e fobias
SDL1=0;
%PPFL mostra a porcentagem de itens de limites que o Candidato está abaixo do
%necessário
PPFL1=zeros(1,21);
%MDL=Média dos itens com deficiencia para Limites e fobias
MDL1=zeros(1,21);
%NOL=Nota dos Potenciais Funcionais para Limites e fobias
NOL1=zeros(1,21);

for l=1:21
    for c=1:21
        CL(l,c)=AL(c)-BL(l,c);
        if BL(l,c)<9
            CL1(l,c)= CL(l,c)*(1/(IP-BL(l,c)))^(IG);
        else
            CL1(l,c)=CL(l,c);
```

```

        end
        if CL1(l,c)<0
            kL=kL+1;
            SDL1=SDL1-CL1(l,c);
        end
    end
    PPFL1(l)=kL/21;
    MDL1(l)=SDL1/kL;
    NOL1(l)=PPFL1(l)*MDL1(l);
    kL=0;SDL1=0;
end
%NOL1
%-----
% <<<CALCULO DAS NOTAS PARA AS HABILIDADES SENSORIAIS (NOS1)>>>
%-----
Procedimentos semelhantes aos do cálculo anterior
%NOS1
%-----
% <<<CALCULO DAS NOTAS PARA AS HABILIDADES COGNITIVAS (NOC1)>>>
%-----
Procedimentos semelhantes aos do cálculo anterior

%NOC1

```

```
%-----
% <<<CALCULO DAS NOTAS PARA AS HABILIDADES EMOCIONAIS (NOE1)>>>
%-----
Procedimentos semelhantes aos do cálculo anterior

%NOE1
%-----
%CONSTRUÇÃO DA MATRIZ NR1PF (notas relativizadas pelo método 1 para os
potenciais funcionais) - ENTRADA PARA O PROCESSO DE INFERÊNCIA FUZZY
- PotFunc
%-----
NR1PF=zeros(21,5);
for l=1:21
    NR1PF(l,1)=NOA1(l)/10;
    NR1PF(l,2)=NOL1(l)/10;
    NR1PF(l,3)=NOS1(l)/10;
    NR1PF(l,4)=NOC1(l)/10;
    NR1PF(l,5)=NOE1(l)/10;
end
%NR1PF
%-----
%CONSTRUÇÃO DO VETOR NOPF => SAIDA DEFUZZIFICADA-NOTAS DO
%CANDIDATO PARA OS POTENCIAIS FUNCIONAIS.
%-----
a=readfis('PotFunc');
A=NR1PF;
NOPF=zeros(1,7);
%Calcula a nota para cada Potencial Funcional pela fuzzy(PotFunc)
for i=1:21
    NOPF(1,i)=evalfis(A(i,1:5),a);
```

End
%-----
%FIM DO PGM
%-----