APLICAÇÃO DE UM SISTEMA *FUZZY* AO INSTRUMENTO DE *KEIRSEY-BATES*

Ulisses Chemin Netto – uchenin@usp.br
Juliano Coelho Miranda – coelhojm@sel.eesc.usp.br
Denis Vinicius Coury – coury@sc.usp.br
Universidade de São de Paulo – USP - Escola de Engenharia de São Carlos - EESC
Laboratório de Sistemas de Energia Elétrica – http://lsee.sel.eesc.usp.br
Av. Trabalhador São Carlense, 400, Centro - 13.566-590 – São Carlos, SP, Brasil

Resumo: *A busca por qualidade no ensino brasileiro é uma constante para seus diversos níveis. Para tanto, diferentes estratégias podem ser aplicadas para atingir tal objetivo. Identificar o temperamento dos estudantes representa um importante elemento para a obtenção da excelência pretendida. Um instrumento utilizado para se obter a pretendida classificação é o indicador de Keirsey-Bates. Porém, quando dois pólos dicotômicos de uma mesma dimensão de personalidade apresentam pesos iguais esse instrumento é incapaz de discriminar adequadamente qual é a dimensão dominante. Este trabalho propõe a utilização de um sistema Fuzzy para tratar essa questão. Para tanto, foram utilizadas 58 amostras referentes a estudantes do 3◦ ano da habilitação em Engenharia Civil em uma Universidade pública. O sistema Fuzzy desenvolvido apresentou 100% de acerto para todo o conjunto de teste utilizado, além de tratar adequadamente a indefinição mencionada do instrumento de Kiersey-Bates.*

Palavras-chave: *Instrumento de Keirsey-Bates, Ensino de Engenharia, Inteligência artiticial, Sistemas Fuzzy, Temperamento.*

1 INTRODUÇÃO

A busca por excelência no ensino brasileiro é uma constante para os diversos níveis de educação formal existentes, sejam eles o fundamental, médio, tecnológico ou superior. Em relação ao ensino superior, tanto na graduação quanto na pós-graduação, sua qualidade configura-se em questão central, onde temas correlatos como motivação, princípios e métodos de educação e instrução (pedagogia), didática aplicada ao ensino, métodos de avaliação, consonâncias com as demandas do mercado de trabalho contemporâneo e evasão determinam a tônica das investigações acerca da qualidade do ensino ministrado/pretendido. Posto tal contexto, torna-se premente o estabelecimento de estratégias e ações que visem a alcançar o objetivo precípuo da qualidade no ensino.

Um elemento componente para qualquer estratégia que vise à qualidade no ensino é a identificação do temperamento dos indivíduos com os quais se está trabalhando no âmbito de uma disciplina. Pois, dessa forma é possível entender e auxiliar o indivíduo de forma adequada em seu processo de aprendizagem (KURI, 2004).

A inteligência artificial (IA) tem sido aplicada à educação desde a década de 1960. Inicialmente, foram propostos programas complementares a atividade em classe que tinham como finalidade reproduzir métodos tradicionais de ensino e aprendizagem através de exercícios e práticas em que os estudantes resolviam problemas previamente escolhidos pelo professor. O desenvolvimento da IA, nas décadas seguintes, aplicada a educação foi substancial. Atualmente existem sistemas computacionais inteligentes bastante refinados, como os sistemas tutores inteligentes (STI), os quais constituem uma tentativa de implementar, em um sistema computacional, os métodos tradicionais de ensino e aprendizagem (OLIVEIRA, 2004) (GIRAFFA, 1999) (ZUCHI, 2000).

Esses podem ser exemplificados por uma interação individual entre tutor e aluno, o que equivale, computacionalmente, a ter um professor particular para cada aluno que faça uso do sistema, adaptando-se aos conhecimentos e necessidades, os quais são detectados dinamicamente para determinado aluno. Simula-se, assim, o comportamento de um bom professor. Os STI são considerados como uma aplicação típica da IA em educação (OLIVEIRA, 2004) (GIRAFFA, 1999) (ZUCHI, 2000).

Algumas vantagens da utilização da IA em educação são (ZUCHI, 2000):

- Busca de ferramentas mais poderosas para a construção de sistemas educacionais;
- Possibilidade de produção de interações bidirecionais entre o usuário e o sistema, que são especialmente importantes na obtenção de habilidades para a resolução de problemas complexos.

A lógica *Fuzzy* é um ramo da IA. Ela é caracterizada por modos de raciocínio que são aproximados, ou seja, é uma tentativa de representação computacional para o raciocínio humano, utilizando para tanto sua característica em tratar informações imprecisas e qualitativas para obtenção de uma resposta determinada e quantificável (PHAM & PHAM, 2001) (KOVACCIC & BOGDAN, 2006). Tais características a tornam adequada para aplicação em conjunto com a abordagem *de Keirsey-Bates*.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema *Fuzzy* que solucione a questão de indefinição do indicador de *Keirsey-Bates* quando dois pólos dicotômicos de certa dimensão de personalidade apresentam valores idênticos. Pois, nessa condição o referido instrumento não é capaz de discriminar de forma adequada as características de personalidade do indivíduo em estudo. Dessa forma, o sistema *Fuzzy* desenvolvido irá agregar maior robustez ao instrumento estudado, além de fornecer uma solução computacional que auxilie educadores a programarem em sistemas de apoio ao ensino esse indicador de personalidade.

2 CLASSIFICADOR DE TEMPERAMENTOS DE *KEIRSEY-BATES*

O classificador de Keirsey-Bates é baseado na teoria dos tipos psicológicos de Carl Gustav Jung, um dos fundadores da prática e teoria da psicanálise moderna, e no trabalho de Isabel Myers e Katherine Briggs (JUNG, 1991) (SILVA, 2005).

Este classificador fornece uma estrutura para determinar as tendências naturais no comportamento humano, buscando definir como as pessoas conscientemente preferem atuar no mundo, perceber, fazer julgamentos e tomar decisões (KURI, 2004).

Esse instrumento consiste de um questionário composto por 70 questões, cada uma com duas alternativas de escolha, elaboradas para evidenciar as preferências de uma pessoa nas quatro dimensões de temperamentos existentes (KURI, 2004). A Figura 1 apresenta um exemplo das questões que compõem o questionário.

Instruções: Responda a cada questão, assinalando uma das alternativas (a ou b). Preencha depois o quadro de respostas anexo.

1. Numa festa você
   (a) interage com muitos, incluindo estranhos
   (b) interage com poucos, seus conhecidos

2. Você se considera mais
   (a) realista do que especulativo
   (b) especulativo do que realista

8. Nas festas você geralmente
   (a) permanece até tarde, com energia crescente
   (b) retira-se mais cedo, com energia decrescente

9. Você se sente mais atraído(a) por
   (a) pessoas sensatas
   (b) pessoas criativas

Figura 1 – Exemplo de perguntas do questionário de *Keirsey-Bates*.

As dimensões de personalidade definidas por *Keirsey-Bates* são as mesmas definidas por *Myers-Briggs*, as quais são apresentadas a seguir (FELDER, 1996).

- Extroversão (E) - Experimentam as coisas, atentam para o mundo exterior das pessoas;
- Introversão (I) - Ponderam as coisas, atentam para o mundo interior das idéias;
- Sensação (S) – Práticos, atentos aos detalhes, focalizam nos fatos e procedimentos;
- Intuição (N) - Imaginativos, atentos aos conceitos, focalizam nos significados e possibilidades;
- Razão (T) - Cépticos, tendem a tomar decisões baseadas na lógica e em regras;
- Emoção (F) - Apreciativos, tendem a tomar decisões com base em considerações pessoais e humanísticas;
- Julgamento (J) - Estabelecem e seguem programações, buscam a conclusão, mesmo com dados incompletos;
- Percepção (P) - Adaptam-se às circunstâncias, protelam a conclusão na busca de mais dados.

A combinação destas preferências resulta em 16 subtipos de personalidade diferentes que devem ter tratamento diferenciado no processo de ensino. Contudo,

Keirsey-Bates os agruparam em 4 tipos básicos de temperamento, cada um representando a combinação de duas dimensões. Esses são resumidos na Tabela 1 (KURI, 2004).

Tabela 1 – Temperamentos e Personalidades.

Temperamentos	**Tipos de Personalidade**			
SJ	ISFJ	ESFJ	ISTJ	ESTJ
SP	ISTP	ESTP	ISFP	ESFP
NT	INTP	ENTP	INTJ	ENTJ
NF	INFJ	ENFJ	INFP	ENFP

3 O SISTEMA *FUZZY* DESENVOLVIDO

A modelagem de um sistema *Fuzzy*, para ser aplicado a um problema qualquer, pode ser dividida, grosso modo, nas seguintes etapas (MINOTTI, 2008):

- Determinação da interface de *Fuzzificação*;
- Definição da base de conhecimento (regras);
- Determinação do procedimento de inferência;
- Determinação da interface de *defuzzificação*.

A Figura 2 apresenta o sistema *Fuzzy* implementado para o problema em questão, o qual pode ser sumarizado da seguinte forma: existem 4 entradas, 1 saída, 16 regras, o método de inferência utilizado é o operador de Mandani e o método de *defuzzificação* utilizado é o do primeiro máximo.

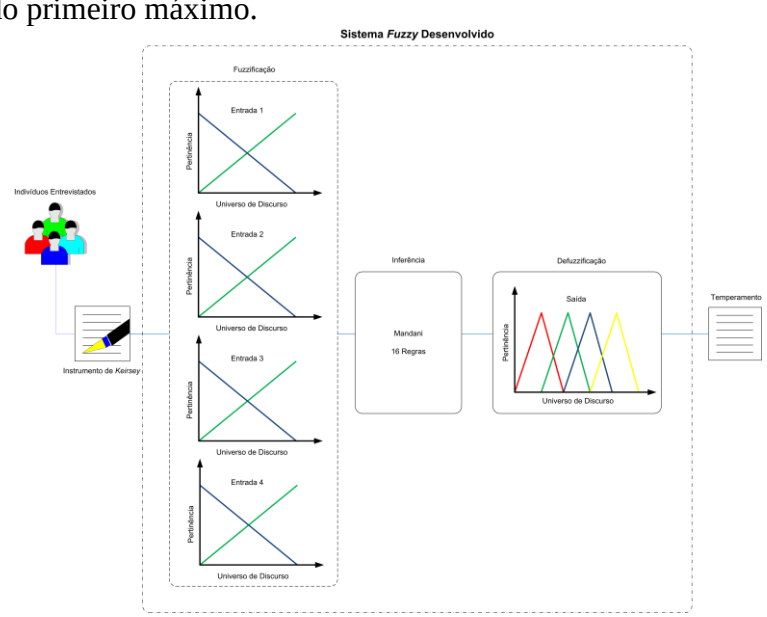

Figura 2 – Topologia para o sistema *Fuzzy* desenvolvido.

A seguir, cada um desses itens que compõe tal sistema será detalhado em relação ao problema abordado por este artigo. Sua implementação foi realizada por meio da linguagem de computação técnica MATLAB® (SIVANANDAM, et al., 2006), (CHAPMAN, 2006) .

3.1 Determinação da interface de *Fuzzificação*

Nesta etapa são determinadas quais entradas fornecem informações relevantes sobre o processo com o qual se está trabalhando (SIVANANDAM, et al., 2006). Dito isso e a partir das dimensões de personalidade apresentadas na seção 2 foram determinadas as funções de pertinência aplicadas a este estudo. Essas são apresentadas na Figura 3, a seguir. Para todas as entradas foi considerado o mesmo universo de discurso ([0 100] %) e a mesma quantidade de pontos para discretização (1000 pontos). Os valores de entrada apresentados ao sistema *Fuzzy* foram obtidos a partir do questinonário proposto por *Kiersey-Bates* mencionados na seção 2.

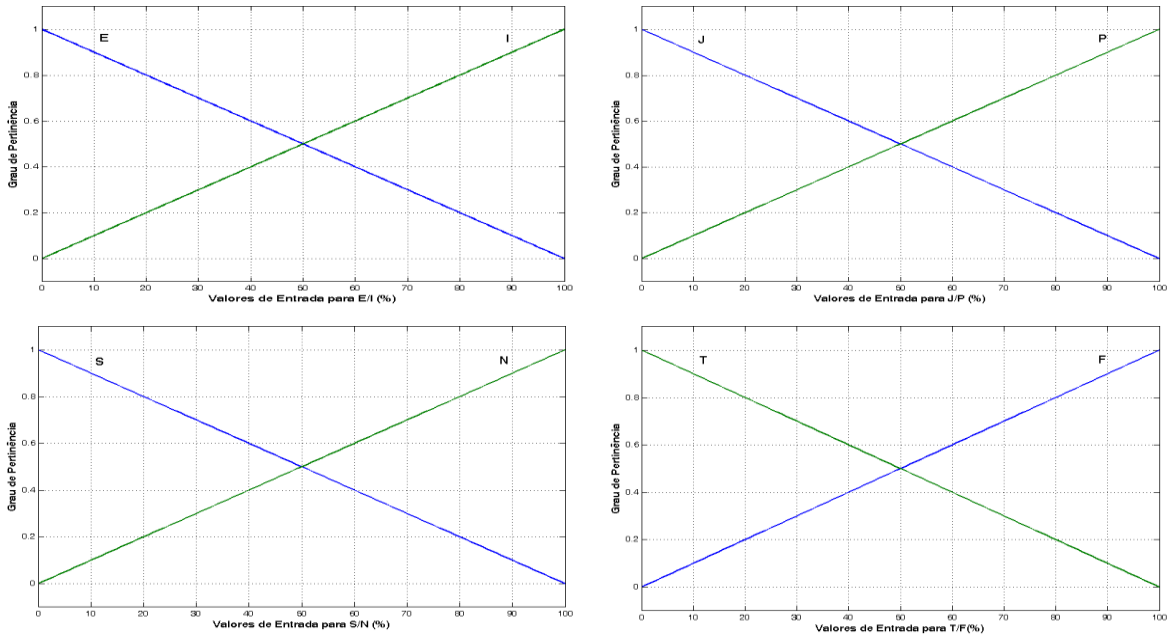

Figura 3 – Funções de entrada.

3.2 Definição da base de conhecimento

Esta etapa consiste em aplicar o conhecimento específico acerca do comportamento do sistema a fim de estabelecer as relações de causa e conseqüência entre as entradas e as saídas necessárias ao seu modelamento (SPATTI, 2007).

Foram definidas 16 regras para este sistema. Essas foram criadas com base nos 16 subtipos (antecedentes) e 4 tipos (conseqüêntes) de temperamento apontados por

Keirsey-Bates. Cada um dos antecedentes, conseqüentes e conectivos aplicados ao estabelecimento de cada rega é apresentado na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Regras Estabelecidas.

Regra N°.	Descrição
01	Se (E) e (S) e (F) e (J) então (Temperamento é SJ)
02	Se (I) e (S) e (F) e (J) então (Temperamento é SJ)
03	Se (E) e (S) e (T) e (J) então (Temperamento é SJ)
04	Se (I) e (S) e (T) e (J) então (Temperamento é SJ)
05	Se (E) e (S) e (F) e (P) então (Temperamento é SP)
06	Se (I) e (S) e (F) e (P) então (Temperamento é SP)
07	Se (E) e (S) e (T) e (P) então (Temperamento é SP)
08	Se (I) e (S) e (T) e (P) então (Temperamento é SP)
09	Se (E) e (N) e (T) e (J) então (Temperamento é NT)
10	Se (I) e (N) e (T) e (J) então (Temperamento é NT)
11	Se (E) e (N) e (T) e (P) então (Temperamento é NT)
12	Se (I) e (N) e (T) e (P) então (Temperamento é NT)
13	Se (E) e (N) e (F) e (J) então (Temperamento é NF)
14	Se (I) e (N) e (F) e (J) então (Temperamento é NF)
15	Se (E) e (N) e (F) e (P) então (Temperamento é NF)
16	Se (I) e (N) e (F) e (P) então (Temperamento é NF)

3.3 Determinação do procedimento de Inferência

O processo de inferência *Fuzzy* consiste em relacionar os valores de entrada *fuzzificados* com os conjuntos *Fuzzy* de saída através das regras estabelecidas. Para este trabalho foi escolhido o operador de Mamdani, o qual pode ser visto na Equação 1 (MAMDANI, et al., 1975) (SIVANANDAM, et al., 2006).

$$Mandani = MIN\left(\mu_A(x), \mu_B(x)\right) \tag{1}$$

Para a qual:

- $\mu_A(x)$ – Grau de pertinência do conjunto *Fuzzy* A;
- $\mu_B(x)$ – Grau de pertinência do conjunto *Fuzzy* B;
- MIN - τ-norma utilizada.

3.4 Mapeamento das Informações de Saída

Nesta etapa são determinadas quais são as saídas do sistema *Fuzzy* com o qual se está trabalhando. A partir dos tipos básicos de temperamento apresentados na seção 2 foram determinadas as funções de pertinência de saída utilizadas neste estudo. Essas são apresentadas na Figura 6 a seguir. Para todas as saídas foi considerado o mesmo universo de discurso ([0 100]%) e a mesma quantidade de pontos para discretização (1000 pontos).

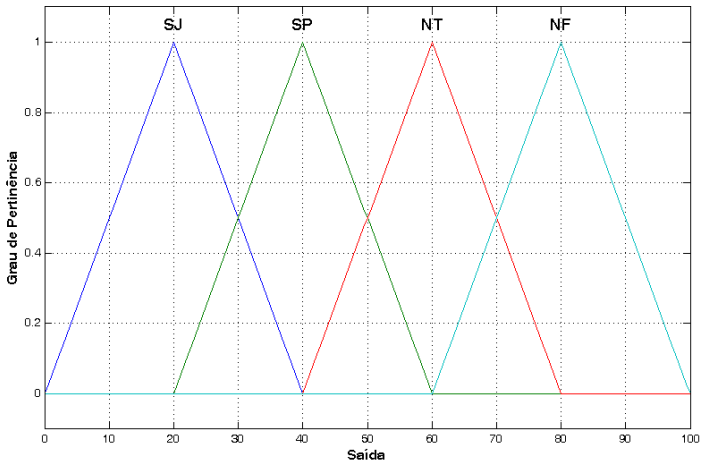

Figura 6 – Funções de pertinência para classificação do temperamento.

3.5 Determinação da Interface de *Defuzzificação*

O objetivo do processo de *defuzzificação* é o de atribuir a região *Fuzzy* de saída, resultante do procedimento de inferência, um valor preciso (*crisp*) equivalente (SPATTI, 2007). Valor esse que representa um dos 4 tipos básicos de temperamento em foco. Para este trabalho foi escolhido o método do primeiro máximo, representado pela Equação 2 (RUNKLER, 1997).

$$MPM = MIN\left\{MAX\left(\mu_{C'}\right)\right\} \tag{2}$$

Para a qual:

- $\mu_{C'}$ – Grau de pertinência do conjunto *Fuzzy* A;
- MIN - τ-norma utilizada;
- MAX – S-norma utilizada.

4 TESTES EFETUADOS

Com o intuito de validar o sistema desenvolvido foi realizada uma série de testes com um conjunto pré-definido de valores de entrada. Tais valores foram obtidos a partir da aplicação do questionário de *Keirsey-Bates* a um conjunto de 58 alunos do terceiro ano do curso de graduação em Engenharia Civil em uma universidade pública. A título de ilustração, a Tabela III apresenta os 10 primeiros dados de entrada obtidos com esse instrumento. Cabe dizer que apenas as dimensões [I], [N], [F] e [P] são apresentadas ao sistema desenvolvido.

4.1 Resultados Obtidos

O sistema *Fuzzy* desenvolvido apresentou 100% de acerto para todo o conjunto de teste utilizado, mostrando-se, portanto, adequado a tarefa proposta. Sendo, ainda, hábil em tratar casos nos quais dois pólos opostos em uma mesma dimensão de personalidade

possuem valores percentuais iguais, como por exemplo, os casos N° 04, 07, 08 e 10 visto na Tabela 3. A Figura 7 ilustra uma parcela do relatório de saída do sistema *Fuzzy* desenvolvido.

Tabela 3 – Parcela dos valores de entrada para o sistema desenvolvido.

Indivíduo N.°	**Valores de Entrada (%)**			
01	[I] 90	[N] 15	[F] 20	[P] 10
02	[I] 70	[N] 75	[F] 10	[P] 30
03	[I] 00	[N] 60	[F] 65	[P] 45
04	[I] 40	[N] 60	[F] 50	[P] 45
05	[I] 30	[N] 55	[F] 45	[P] 30
06	[I] 70	[N] 45	[F] 15	[P] 20
07	[I] 50	[N] 55	[F] 25	[P] 30
08	[I] 20	[N] 50	[F] 45	[P] 40
09	[I] 20	[N] 25	[F] 15	[P] 20
10	[I] 40	[N] 50	[F] 35	[P] 70

```
Valor de Saída = 16 ---> Classificação =  SJ : Linha 1 OK!
Valor de Saída = 54 ---> Classificação =  NT : Linha 2 OK!
Valor de Saída = 71 ---> Classificação =  NF : Linha 3 OK!
Valor de Saída = 50 ---> Classificação =  NT : Linha 4 OK!
Valor de Saída = 51 ---> Classificação =  NT : Linha 5 OK!
Valor de Saída = 11 ---> Classificação =  SJ : Linha 6 OK!
Valor de Saída = 50 ---> Classificação =  NT : Linha 7 OK!
Valor de Saída = 10 ---> Classificação =  SJ : Linha 8 OK!
Valor de Saída = 15 ---> Classificação =  SJ : Linha 9 OK!
Valor de Saída = 30 ---> Classificação =  SP : Linha 10 OK!
```

Figura 7 – Exemplo do relatório de saída do sistema *Fuzzy* desenvolvido.

5 CONCLUSÕES

O objetivo proposto neste artigo, desenvolver um sistema *Fuzzy* para tratamento da indefinição dos pólos dicotômicos do indicador de *Kiersey-Bates*, foi atingido, pois, para todo o conjunto de dados utilizado houve êxito na classificação realizada pelo sistema. O sistema desenvolvido trata de forma adequada essa situação em função das características intrínsecas da lógica *Fuzzy*.

Este tipo de desenvolvimento é relevante, pois auxilia o educador a entender as diferenças de cada um de seus estudantes e assim utilizar métodos e modelos de ensino/aprendizagem mais adequados a esse público, melhorando os resultados de todo o processo educacional. Isso é especialmente válido na atual sociedade da informação, devido ao caráter dinâmico que a construção do conhecimento adquiriu em função da abrangência de meios interativos de comunicação de massa.

Cabe ressaltar que os promissores resultados obtidos são pontuais e, portanto, é necessário submeter o sistema desenvolvido a um número maior de informações de

entrada de modo que suas singularidades tornem-se explícitas. Tal avaliação irá culminar no refinamento do mesmo, fornecendo assim uma ferramenta confiável para os fins propostos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Sistemas de Energia Elétrica (LSEE) e ao Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC - USP), pelas facilidades proporcionadas quando do desenvolvimento deste trabalho. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, (CAPES), pelo apoio financeiro concedido. Ao professor Tit. Marcius Fantozzi Giorgetti, do departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC - USP e a professora Dr.a. Nídia Pavan Kuri, do Centro de Tecnologia Educacional para Engenharia, da EESC - USP, pelos dados partilhados e pelas discussões acerca do indicador de temperamento utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAPMAN, S. J. **Programação em Matlab para Engenheiros**. São Paulo : Thomson Learning, 2006.

FELDER, R. M. Matters of Style. ***ASEE Prism***, Washington, EUA, v.6, p. 18-23, 1996.

GIRAFFA, L. M. M. ***Uma Arquitetura de Tutor Utilizando Estados Mentais***. Porto Alegre, 177p., 1999. Tese (Doutorado) - CPGCC/UFRGS.

JUNG, C. G. **Obras completas de Carl Gustav Jung** - *Tipos Psicológicos* v.6.. Petrópolis : Editora Vozes, 1991.

KOVACCIC, Z.; BOGDAN, S. **Fuzzy Controller Design** - Theory and Applications. Boca Raton : CRC Press Taylor & Francis, 2006.

KURI, N. P. **Tipos de Personalidade e Estilos de Aprendizagem: Proposições para o Ensino de Engenharia**. São Carlos, 324p., 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos

MAMDANI, E. H.; ASSILIAN, S. An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. **International Journal of Man Machine Studies**., v. 7, p. 1-13, 1975.

MINOTTI, C. **Estimador Fuzzy de Velocidade para Motores de Indução Trifásicos usando Abordagens Sensorless**. São Carlos, 125 p., 2008. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, R. **SócrateS - Sistema de Ensino-Aprendizado Inteligente para Internet com Adoção Dinâmica de Estratégias de Ensino Híbridas Usando o MBTI**. Campinas, 96 p., 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.

PHAM, D. T.; PHAM, P. T. N. Cap. 1 - Computational Intelligence for Manufacturing, In: WANG, J. et al. (ed.) **Computational Intelligence in Manufacturing Handbook**. Boca Raton : CRC Press LLC, 2001.

RUNKLER, T. A. Selection of Appropriate Defuzzification Methods Using Application Specific Properties. **Application Specific Properties**. v.5, n.1, p. 72-79, 1997.

SILVA, T. L. K. **Produção Flexìvel de Materiais Educacionais Personalizados:O Caso da Geometria Descritiva**. Florianópolis, 183 p., Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SIVANANDAM, S.N.; SUMATHI, S.; DEEPA, S. N. **Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB**. Secaucus, NJ, EUA : Springer-Verlag New York Inc., 2006.

SPATTI, D. H. **Sistema Inteligente para Controle de Relés Reguladores de Tensão**. São Carlos, 119 p., Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2007.

ZUCHI, I. **O Desenvolvimento de um Protótipo de Sistema Especialista Baseado em Técnicas de RPG para o Ensino de Matemática**. Florianópolis, 136p., Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

A FUZZY SYSTEM USED TOGETHER WITH THE KEIRSEY TEMPERAMENT SORTER

Abstract: *The search for quality in the education in Brazil is essential in its various levels. Thus, different strategies can be applied to achieve this goal. Identify the personality of the students is an important element for obtaining the desired excellence. An instrument used to obtain the desired classification is the Keirsey-Bates indicator. However, when two dichotomous poles of one dimension of personality have equal weights this tool is unable to properly discriminate what is the dominant dimension. This work proposes the use of a fuzzy system to address this matter. Thus, 58 samples were used concerning students in the third year of Civil Engineering from a public university. The Fuzzy system presented 100% of accuracy for the set of tests used. In addition, it properly handled the mentioned uncertainty of the Kiersey-Bates instrument.*

Key-words: Keirsey Temperament Sorter, Teaching Engineering, Artificial Intelligence, Fuzzy Systems.