



ANÁLISE DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA NA UERJ A PARTIR DE INDICADORES CONSTRUÍDOS BASEADOS NO EXAME NACIONAL DE CURSOS: UM SISTEMA NEBULOSO DE AVALIAÇÃO

Maria Luiza F. Velloso – mlfv@centroin.com.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Uerj, Faculdade de Engenharia - DETEL

Rua São Francisco Xavier 524 - Maracanã

20550-013 - Rio de Janeiro, RJ

Nival N. de Almeida – nival@uerj.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Uerj, Faculdade de Engenharia - CTC

Rua São Francisco Xavier 524 - Maracanã

20550-013 - Rio de Janeiro, RJ

Bernardo Severo Silva Filho – severo@uerj.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Uerj, Coordenação Curso Engenharia Elétrica

Rua São Francisco Xavier 524 - Maracanã

20550-013 - Rio de Janeiro, RJ

***Resumo:** Os cursos de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Uerj - têm obtido resultados no ENC abaixo da média em relação à sua Categoria Administrativa – instituições públicas, e em relação aos outros cursos da Uerj. Embora esta avaliação passe por um processo de discussão, não podemos ignorar a oportunidade de termos indicadores concretos que se prestam a estudos comparativos. Há um entendimento, dentro da Faculdade de Engenharia, que o desempenho do Curso de Engenharia Elétrica não é homogêneo, varia de ênfase para ênfase e, dentro de uma mesma ênfase, o desempenho dos graduandos é diferenciado de acordo com o conteúdo programático de cada questão do ENC. Várias outras questões têm sido levantadas, a partir do desempenho de nossos graduandos no ENC, tais como a influência do tamanho das turmas, do número de professores temporários, da inserção em pesquisa do corpo discente, entre outras na qualidade dos Cursos de Engenharia. Procurando investigar onde estariam localizadas as maiores deficiências do Curso, este trabalho, utilizando indicadores oficiais e dados locais, propõe um sistema nebuloso de avaliação e diagnóstico de Cursos.*

***Palavras-chave:** Sistema neuro-fuzzy, Sistemas de avaliação, Sistemas Adaptativos.*

1. INTRODUÇÃO

Os cursos de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Uerj - têm obtido resultados no Exame Nacional de Cursos -ENC - abaixo da média em relação à sua Categoria Administrativa – instituições públicas, e em relação aos outros cursos da Uerj. Embora o ENC, como avaliação, passe por um processo de discussão não podemos negar que forneceu indicadores concretos que se prestam a estudos comparativos e diagnósticos. Além disso, revitalizou as discussões sobre os objetivos e a qualidade dos cursos.

Há um entendimento, dentro da Faculdade de Engenharia, que o desempenho do Curso de Engenharia Elétrica não é homogêneo, varia de ênfase para ênfase e, dentro de uma mesma ênfase, o desempenho dos graduandos é diferenciado de acordo com o conteúdo programático de cada questão do ENC. Várias outras questões têm sido levantadas, a partir do desempenho de nossos graduandos no ENC, tais como a influência do tamanho das turmas, do número de professores temporários, da inserção em pesquisa do corpo docente na qualidade dos Cursos de Engenharia, entre outras. Procurando investigar onde estariam localizadas as maiores deficiências do Curso e como os diversos fatores envolvidos no processo de aprendizagem se inter-relacionam, este trabalho aproveita esses indicadores oficiais, juntamente com indicadores locais, e propõe uma metodologia de avaliação e diagnóstico utilizando um sistema de inferência com conjuntos nebulosos (fuzzy sets).

Na seção 2 comenta-se brevemente os conceitos de sistemas nebulosos utilizados na metodologia proposta, na seção 3 descreve-se a metodologia proposta, na seção 4 são feitos alguns comentários finais.

2. SISTEMAS NEBULOSOS

A teoria de conjuntos nebulosos (Zadeh, 1965) oferece aos investigadores uma álgebra interpretativa, uma linguagem que é meio verbal-conceitual e meio matemática-analítica. Desta forma, os conjuntos nebulosos são de grande valia para investigações que fogem ao escopo das Ciências Exatas pois têm potencial para fortalecer e estender o “diálogo” entre idéias e evidências em pesquisas sociais (Ragin, 2000) e, em particular, na área de Educação.

Os métodos de inferência baseados em conhecimento representam uma tentativa de desenvolver reconhecimento automático de padrões através da simulação dos mecanismos de inferência do cérebro. Podemos destacar dois tipos de sistemas de inferência nebulosa, onde o conhecimento está representado nas regras nebulosas.

O primeiro tipo corresponde ao que é usado na maioria das abordagens de inferência, ou de classificação, baseadas em conhecimento: a extração de regras não é automática e depende do conhecimento de especialistas. São abordagens apropriadas para sistemas onde as regras de inferência podem ser criadas completamente através do conhecimento de especialistas.

Nas outras abordagens são utilizados métodos para extração automática de regras diretamente dos dados. Essas abordagens são apropriadas quando dispomos de dados mas não do conhecimento de especialistas suficiente para montarmos uma base de regras. Nesta categoria inclui-se o Sistema Nebuloso de Avaliação proposto.

2.1 Inferência Nebulosa

A Lógica Nebulosa se fundamenta no conceito de conjunto nebuloso. Um conjunto nebuloso é um conjunto sem uma fronteira claramente definido. Os elementos de um sistema nebuloso pertencerão aos conjuntos nebulosos com um grau de pertinência parcial.

Para exemplificar, seja uma variável alunos/docente representando a relação do número de alunos por docente de um curso. Pode-se criar os seguintes conjuntos nebulosos: Boa e Ruim, descritos pelas funções de pertinência ilustradas na Figura 1, onde o valor 40 alunos/docente teria igual grau de pertinência em Boa e Ruim.

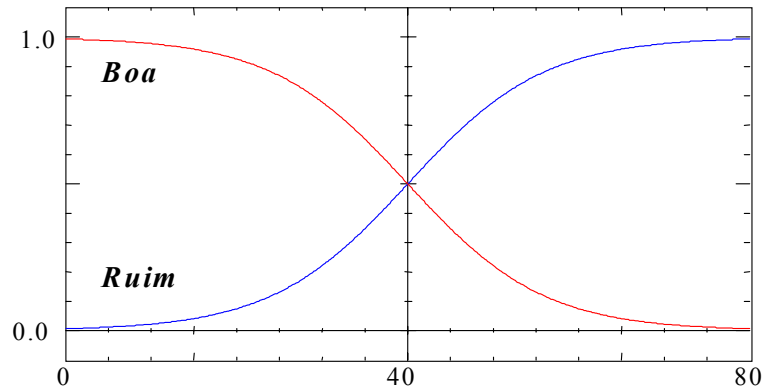


Figura 1- Exemplo de perfil das funções de Pertinência.

Inferência Nebulosa é o processo de mapeamento de uma dada entrada para uma saída utilizando Lógica Nebulosa. Este mapeamento fornecerá uma base para que sejam tomadas decisões ou sejam discernidos padrões ou classes. O processo de inferência nebulosa envolve funções de pertinência, operadores lógicos nebulosos e regras se-então.

Como exemplo de uma regra nebulosa pode-se ter:

SE alunos/docente é BOA e cargahorária é ALTA ENTÃO curso é BOM.

onde as entradas (anteriores) alunos/docente e cargahorária e a saída (conseqüente) curso terão graus de pertinência nas funções respectivas, BOA, ALTA e BOM.

Contudo, existirão situações de modelagem nas quais não se pode somente olhar os dados e discernir quais funções de pertinência utilizar. Por exemplo, como estabelecer *a priori* que o valor 40 no exemplo da variável alunos/docente é o valor de igual pertinência nos dois conjuntos.

Ao invés de escolher-se os parâmetros associados com uma função de pertinência qualquer, esses parâmetros podem ser adaptados de forma a ajustar-se melhor às variações dos dados. Esta é a chamada técnica de aprendizagem neuro nebulosa adaptativa.

2.2 Sistemas Neuro-Nebulosos

Os sistemas neuro-nebulosos e os sistemas nebulosos realizam, internamente, um mapeamento entre regiões nebulosas do espaço de entrada em regiões nebulosas do espaço de saída. Este mapeamento é feito através das regras do sistema. As variáveis de entrada e saída dos sistemas neuro-nebulosos e dos sistemas nebulosos são divididas em vários termos lingüísticos (por exemplo: baixo, alto) que são utilizados pelas regras nebulosas. O particionamento do espaço de entrada indica a forma como as regras nebulosas estão relacionadas no espaço. O particionamento mais comum é o em grade (Jang, 1991 e 1993) que, apesar de ser o mais simples, possui restrições com relação ao número possível de variáveis de entrada. Pode-se dizer que sistemas neuro-nebulosos (Halgamuge, 1994) são sistemas híbridos pois utilizam mais de uma técnica de identificação de sistemas para a solução de um problema de modelagem. Essa mistura de técnicas reflete na obtenção de um

sistema mais poderoso (em termos de interpretação, de aprendizado, de estimativa de parâmetros, de generalização, etc).

Os sistemas neuro-nebulosos combinam a capacidade de aprendizado das redes neurais artificiais (Haykin, 1999) com o poder de interpretação lingüístico dos sistemas de inferência nebuloso (Mendel, 1995). A idéia básica de um sistema neuro-nebuloso é implementar um sistema de inferência nebuloso numa arquitetura paralela distribuída de tal forma que os paradigmas de aprendizado comuns às redes neurais possam ser aproveitados nessa arquitetura híbrida.

Com os sistemas neuro nebulosos pode-se criar um sistema nebuloso que correspondam a um conjunto de entrada e saída qualquer. Utilizando-se os dados de entrada e saída o sistema neuro nebuloso de inferência ajusta os parâmetros das funções de pertinência através de um algoritmo de minimização de erro. O sistema aprende com os dados. Os parâmetros das funções de pertinência mudarão durante o processo de aprendizagem. A computação desses parâmetros (ou o seu ajuste) é realizado através de uma medida de erro que representa quão bem o sistema está modelando os dados de entrada e saída para o conjunto de parâmetros.

Suponhamos que deseja-se aplicar uma inferência nebulosa a um sistema para o qual já se tenha uma coleção de dados de entrada e saída que representassem as variáveis alunos/docente, carga horária e desempenho do curso, onde o último seria medido por um índice que varia entre zero e um. Não é necessário ter-se uma estrutura de modelo pré-determinada baseada nas características das variáveis do sistema. Um sistema possível seria o ilustrado na Figura 2.

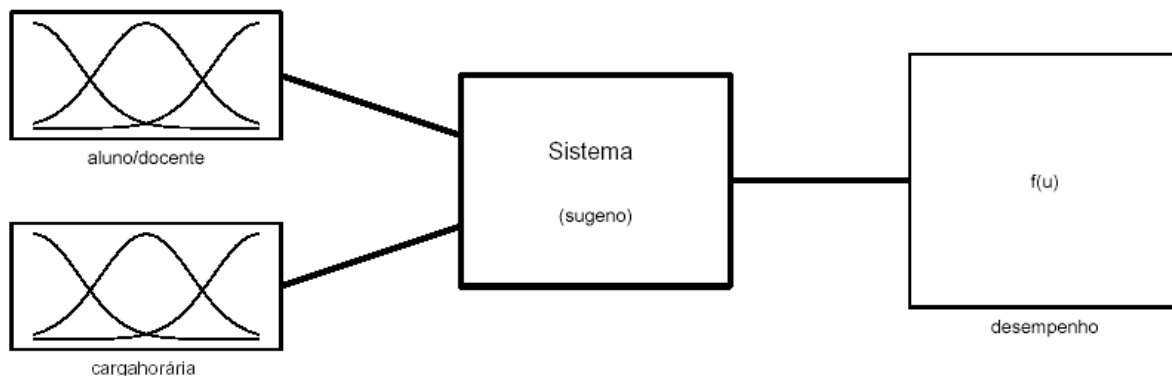


Figura 2- Sistema nebuloso de avaliação do desempenho de um curso.

A Figura 3 ilustra um diagrama de regras que poderiam ser geradas por um sistema neuro nebuloso em grade, ou seja, este gerará todas as quatro regras com as combinações de antecedentes (Boa, Alta; Boa, Baixa; Ruim, Alta; Ruim, Baixa). Nesse diagrama é mostrado um exemplo para valores de entrada alunos/docente igual a 35 e carga horária igual a 3,96. Baseado no sistema de inferência ajustado através de dados de treinamento é calculado um desempenho de 0,387.

3. METODOLOGIA

A primeira parte do projeto de um Sistema Nebuloso de Avaliação seria o levantamento de dados. É desejável que se use dados externos além dos locais para que a avaliação não seja auto-referente. Indicadores oficiais como os produzidos pelo ENC, se em número suficiente e representativos, prestam-se a esse propósito.

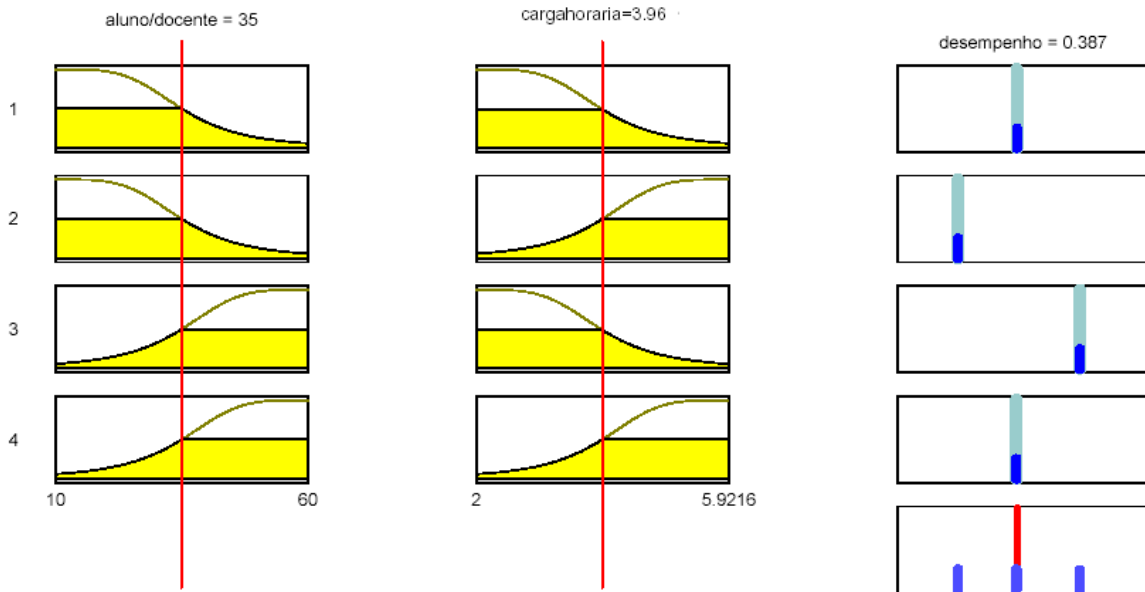


Figura 3 – Um exemplo das regras de um Sistema Neuro Nebuloso que avalia o desempenho de um curso através das variáveis aluno/docentes e carga horária.

Com esses dados é feita a base de dados, que deverá ser atualizada com o propósito de ajustar-se o Sistema sempre que necessário, já que um Sistema Neuro Nebuloso é de natureza adaptativa.

A metodologia empregada para realizar o diagnóstico utilizará o conhecimento implícito desta base de dados para criar o modelo neuro-nebuloso capaz de gerar diagnósticos ou avaliações. Para isto, parte-se do conjunto de dados que é dividido em duas partes: conjunto de treinamento e conjunto de teste. O primeiro conjunto é utilizado para treinamento e geração da estrutura do modelo do Sistema Neuro Nebuloso de Avaliação, o segundo é usado para os testes de validação do mesmo. A Figura 4 ilustra, de forma resumida essa metodologia.

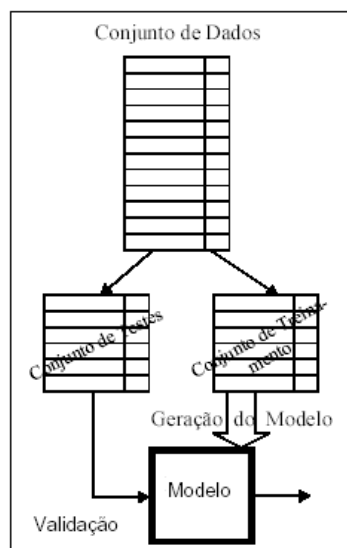


Figura 4 – Metodologia de geração do Sistema Neuro Nebuloso.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A habilidade dos sistemas neuro nebulosos lidarem com a linguagem natural e sua capacidade de extrair regras diretamente dos dados são úteis em qualquer sistema diagnóstico e de avaliação. Contudo, apesar dos primeiros esforços terem sido feitos com Sistemas em Grade, em particular, o sistema ANFIS (Jang, 1993 e 1995), estes deixam a desejar pois trazem limitações severas quanto à relação número de regras/quantidade de dados. Atualmente os indicadores provenientes do ENC, por exemplo, ainda são em número bastante reduzido.

Já estão sendo desenvolvidos trabalhos utilizando o sistema neuro nebuloso, denominado Neuro-Nebuloso Hierárquico BSP - NNHB (Souza, 1999). O sistema NNHB é baseado no particionamento BSP (Binary Space Partitioning) do espaço de entrada e foi desenvolvido de forma a contornar as deficiências dos Sistemas Neuro Nebulosos tradicionais no que se refere ao número reduzido de entradas com que trabalham e à sua pouca flexibilidade na criação de sua estrutura.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dado pela Sub-Reitoria de Graduação – SR1, da Uerj a este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HALGAMUGE, S. K., GLESNER, M. Neural Networks in Designing Fuzzy Systems for Real World Applications. **Fuzzy Sets and Systems** N0.65, pp. 1-12, 1994.

HAYKIN, S. **Neural Networks – A Comprehensive Foundation**. Macmillan College Publishing Company, Inc.(1994).

JANG, J.-S. ANFIS: Adaptive-Neural-based Fuzzy Inference Systems, **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, Vol. 23, No. 3, pp. 665-685, 1993.

JANG, J. S. R., Fuzzy Modeling Using Generalized Neural Networks and Kalman Filter Algorithm, **Proc. of the Ninth National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-91)**, pp. 762-767, 1991.

Kruse, R., Nauck, D. NEFFCLASS – A Neuro-Fuzzy Approach for the Classification of Data. **Proc. Of the 1995 ACM Symposium on Applied Computing**, Nashville, 1995.

MENDEL, J. Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial. **Proceedings of the IEEE**, Vol.83, n.3, pp.345-377, 1995.

RAGIN, C. R. **Fuzzy-Set Social Science**. Chicago: The University of Chicago Press, 2000.

SOUZA F. J. **Modelos Neuro-Fuzzy Hierárquicos**. 1999. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

ZADEH, L.A. Fuzzy sets. **Information Control** 8, p. 338-353, 1965.



***Abstract:** This work proposes a Neuro-Fuzzy System in order to evaluate Engineering Courses, using public and local indexes. Neuro-fuzzy systems have learning parameters characteristics similar to neural networks, and have an additional advantage: they are interpretable.*

***Key-words:** Neuro-fuzzy System, Evaluation Systems, Adaptive Systems.*