

Sistema *Fuzzy* na classificação de patologias da coluna vertebral

Reginaldo J. Silva,¹ Joaquim R. M. Júnior,² Mara L. M. Lopes,³ Anna D. P. Lotufo⁴
FEIS, UNESP, Ilha Solteira, SP

A coluna vertebral é um sistema composto por um grupo de vértebras, discos intervertebrais, nervos, músculos, medula e articulações. Este sistema extremamente complexo pode sofrer disfunções que causam dores intensas, dentre elas estão a hérnia de disco e a espondilolistese. A hérnia de disco é a desordem musculoesquelética que ocorre quando há ruptura do anel fibroso propiciando o escorregamento da massa central do disco nos intervalos intervertebrais. É considerada uma patologia extremamente comum, constituindo um problema de doença pública mundial e estima-se que entre 2% a 3% da população mundial sofra desse problema. A espondilolistese por sua vez é o deslocamento anterior ou posterior de uma vértebra sobre a outra, esta patologia é muito difícil de ser diagnosticada devido à grande variedade de formas anatômicas e clínicas [1].

Atualmente, em diversos problemas da medicina relacionados ao diagnóstico de doenças, tem-se utilizado Sistemas Inteligentes, como por exemplo a Lógica *Fuzzy*, possibilitando a identificação de uma patologia através de dados obtidos por testes ou exames. Sendo assim, este trabalho apresenta os resultados obtidos utilizando a teoria de conjuntos *Fuzzy* [2] para a categorização de patologias da coluna vertebral, discriminando pacientes como pertencente a uma das duas categorias: normal ou anormal.

Com o intuito de identificar as patologias na coluna vertebral, foi utilizada a base de dados *Vertebral Column Data Set* [3], cujo conjunto de dados biomédicos foi coletado pelo Dr. Henrique da Mota e está disponível no repositório *UCI - Machine Learning Repository*. Os dados foram obtidos durante o período de residência médica no Grupo de Pesquisa Aplicada em Ortopedia (GARO) do *Centre Medico-Chirurgical de Readaptation des Massues*, Lyon, França. O conjunto de dados é formado por seis atributos biomecânicos derivados da forma e orientação da pelve e coluna lombar. A correlação entre patologias da coluna vertebral e esses atributos foram originalmente propostos em [1].

Como o banco de dados possui informações de pacientes com Hérnia de Disco (60 pacientes) e Espondilolistese (150 pacientes), essas duas categorias foram fundidas em uma única denominada Anormal (AN) totalizando 210 pacientes e a classe Normal (NO) contendo 100 pacientes. Foi utilizado o sistema *fuzzy* do tipo Mandani, utilizando cinco variáveis de entrada, sendo elas: Versão pélvica, Ângulo da lordose lombar, Declive sacral, Raio pélvico e o Grau de deslizamento. No processo de fuzzificação, as funções de pertinência de entrada do sistema foram formuladas com base em valores normais disponíveis em [1].

A base de conhecimento é composta por proposições *fuzzy* que formam a base de regras *fuzzy*, tal base de regras foi gerada utilizando uma árvore de decisão do tipo J48 da qual foram extraídas 13 regras, foi utilizado como método de defuzzificação o centroide. Como a saída do sistema *fuzzy* gera um número $x \in \mathbb{R} \mid 0 \leq x \leq 1$, as saídas foram convertidas para que fosse possível a identificação da classe final, sendo assim, as saídas menores que 0,52 ($x < 0,52$) são substituídas

¹regisilva_mb@hotmail.com

²j.jhonkin@hotmail.com

³mara.lopes@unesp.br

⁴anna.lotufo@unesp.br

por 0 (paciente saudável) e saídas maiores ou iguais a 0,52 ($x \geq 0,52$) são substituídas por 1 (paciente afetado por hérnia de disco ou espondilolistese).

Tabela 1: Matriz de confusão e resultados obtidos.

	Anormal	Normal	Acurácia	Sensibilidade	Especificidade
Anormal	183	21	84,52%	87,14%	79,00%
Normal	27	79			

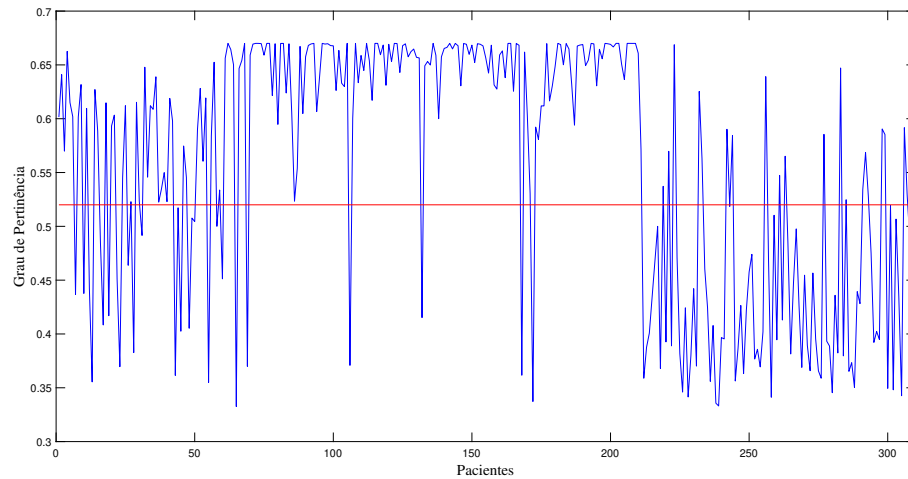


Figura 1: Gráfico do resultado.

O resultado obtido pelo Sistema *Fuzzy* foi satisfatório, a literatura apresenta acurácia entre 77% e 89% utilizando outros tipos de modelos como por exemplo redes neurais, entretanto, ainda é possível fazer alguns ajustes com o intuito de melhorar o desempenho do sistema, como por exemplo acrescentar mais funções de pertinência visto que as três utilizadas para cada variável de entrada não foram suficientes para diferenciar com precisão pacientes com Hérnia de Disco e saudáveis como pode ser visto na Figura 1 onde, no intervalo [0 – 60] são representados os pacientes com Hérnia de Disco, [61 – 210] com espondilolistese e [211 – 310] pacientes saudáveis.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

Referências

- [1] E. Berthonnaud et al. “Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters”. Em: **Clinical Spine Surgery** 18.1 (2005), pp. 40–47.
- [2] L. A. Zadeh. “Information and control”. Em: **Fuzzy sets** 8.3 (1965), pp. 338–353.
- [3] A. R. Rocha Neto. “SINPATCO - Sistema Inteligente para Diagnóstico de Patologias da Coluna Vertebral”. Dissertação de mestrado. Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, 2006, p. 105.