

Sistema baseado em regras Fuzzy para previsão de recidiva do câncer de próstata

Maria E. Antunes¹, Paulo F. A. Mancera²

UNESP, Botucatu, SP.

Thaise G. Araujo³, Marta H. Oliveira⁴

UFU, Patos de Minas, MG.

O câncer de próstata é o mais incidente na população masculina brasileira. Segundo dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA), houveram 65.840 novos casos diagnosticados da doença no país em cada ano do triênio 2020-2022 [1]. O PSA (antígeno prostático específico) é um biomarcador amplamente utilizado no diagnóstico e monitoramento de pacientes com câncer de próstata. Sua função principal é a liquefação do sêmen, levando à morte das células espermáticas, resultando em uma concentração naturalmente baixa no sangue [2]. A dosagem do PSA no sangue ou na urina é um exame comumente utilizado para diagnosticar a doença. Valores superiores a 4,0 ng/mL são considerados elevados e podem indicar alterações na próstata. O escore de Gleason é um sistema de classificação utilizado para avaliar o prognóstico do câncer de próstata, fornecendo informações importantes sobre a taxa de crescimento e disseminação do tumor. Para calcular o escore total da classificação de Gleason, que varia de 1 a 10, as duas áreas mais comuns do tumor são avaliadas e pontuadas de 1 a 5 cada. Quanto menor o escore total, melhor é o prognóstico do paciente [3]. A recidiva bioquímica é caracterizada pelo aumento dos níveis de PSA após o tratamento do câncer de próstata, e acomete de 20% a 30% dos pacientes. Esse aumento não indica necessariamente a volta da doença, mas deve ser investigado com cautela. Essa avaliação depende de fatores que vão além do PSA, como o escore de Gleason, o estadiamento patológico, entre outros [4, 5].

Embora existam diretrizes disponíveis para prevenir a recidiva, não há um consenso em relação a uma estratégia de acompanhamento ótima. Além disso, o processo através do qual o médico infere o prognóstico do paciente com base em informações e resultados de testes é complexo e caracterizado por incertezas [6, 7]. A teoria de conjuntos Fuzzy é uma ferramenta que pode ser utilizada para contornar essas dificuldades e auxiliar na determinação do prognóstico. Por ser de fácil interpretação, é possível construir sistemas Fuzzy que auxiliem tomadas de decisões envolvendo variáveis que carregam incertezas associadas [7].

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema baseado em regras Fuzzy, com o propósito de ser uma ferramenta auxiliar na previsão da recidiva em pacientes com câncer de próstata. As variáveis de entrada (*Nível de PSA pré-operatório* e *Escore de Gleason combinado*) e saída (*Possibilidade de recidiva*) foram consideradas variáveis linguísticas e seus valores como conjuntos Fuzzy em seus respectivos domínios. Para a variável *Nível de PSA pré-operatório*, foram considerados os termos linguísticos *Normal*, *Levemente Elevado*, *Moderadamente Elevado* e *Altamente Elevado*. Já para a variável *escore de Gleason combinado*, foram considerados os termos linguísticos *Bem diferenciado*, *Moderadamente diferenciado* e *Indiferenciado*. Por fim, para a variável linguística de saída *Possibilidade de recidiva*, foram considerados os termos linguísticos *Possibilidade Baixa*, *Média baixa*, *Média alta* e *Alta*.

¹maria.antunes@unesp.br

²paulo.mancera@unesp.br

³tgaraujo@ufu.br

⁴marta@ufu.br

Uma base de 12 regras foi construída com o auxílio de especialistas e artigos da literatura [7, 8]. O método de inferência utilizado foi o de Mamdani Tipo I e a defuzzificação foi feita por meio do Método do Centro de Gravidade. O sistema foi implementado em MATLAB ⁵ através do aplicativo *Fuzzy Logic Designer*⁶. Para as simulações do sistema, utilizamos dados clínicos de 43 pacientes portadores de câncer de próstata que apresentaram recidiva bioquímica em até 7 anos, disponibilizados no banco de dados TCGA (The Cancer Genome Atlas) ⁷. Como resultados preliminares, 28 pacientes apresentaram maior grau de pertinência ao conjunto *possibilidade média alta* e 15 pacientes apresentaram maior grau de pertinência ao conjunto *possibilidade alta*. Como próximos passos, pretendemos incluir mais variáveis linguísticas de entrada para refinar a inferência do sistema, além de incluir nas simulações dados de pacientes que não apresentaram recidiva bioquímica no período considerado.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código de financiamento 001.

Referências

- [1] Instituto Nacional do Câncer. **Câncer de Próstata 2020 - Saúde do homem**. Online. Acessado em 27/03/2023, <https://www.inca.gov.br/campanhas/cancer-de-prostata/2020/saude-do-homem>. 2023.
- [2] M. Ferro, C. Buonerba, D. Terracciano, G. Lucarelli, V. Cosimato, D. Bottero, V. M. Deliu e P. Ditunno. “Biomarkers in Localized Prostate Cancer”. Em: **Future Oncology** 12.3 (2016), pp. 399–411. DOI: 10.2217/fon.15.318.
- [3] American Cancer Society. **Prostate Cancer. Gleason Score**. Online. Acessado em 27/03/2023, <https://www.cancer.org/cancer/prostate-cancer/detection-diagnosis-staging/how-diagnosed.html>. 2023.
- [4] R.P. Fonseca, A.S. Fernandes, V. S. Lima, S. S. S. Lima, A. F. Castro, H. L. Horta e B.F. Neto. “Recidiva bioquímica em câncer de próstata: artigo de revisão”. Em: **Revista Brasileira de Cancerologia** 53.2 (2007), pp. 167–172. DOI: 10.32635/2176-9745.RBC.2007v53n2.1812.
- [5] N. I. Simon, C. Parker, T.A. Hope e C.J. Paller. “Best Approaches and Updates for Prostate Cancer Biochemical Recurrence”. Em: **American Society of Clinical Oncology Educational Book** 42 (2022), pp. 1–8. DOI: 10.1200/EDBK_351033..
- [6] A. Shahabi, R. Satkunasivam, I. S. Gill, G. Lieskovsky, S. Daneshmand, J.K. Pinski e M.C. Stern. “Predictors of time to biochemical recurrence in a radical prostatectomy cohort within the PSA-era”. Em: **Canadian Urological Association Journal** 10.1-2 (2016), E17–E22. DOI: 10.5489/cuaj.3163.
- [7] M.J.P. Castanho, L.C. Barros, A. Yamakami e L.L. Vendite. “Fuzzy expert system: an example in prostate cancer”. Em: **Applied Mathematics and Computation** 202 (2008), pp. 78–85. DOI: 10.1016/j.amc.2007.11.055.
- [8] O.W. Brawley, D.P. Ankerst e M. Thompson. “Screening for prostate cancer”. Em: **CA: A Cancer Journal for Clinicians** 59.4 (2009), pp. 264–273. DOI: 10.3322/caac.20026.

⁵Licença 41047170

⁶<https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzylogicdesigner-app.html>

⁷<https://portal.gdc.cancer.gov/>