

Modelo Computacional com *Fuzzy* Como Recurso Auxiliador na Predição da Esquizofrenia em Adultos

Maria Dayane Almeida Araujo¹, Lina Yara Monteiro Rebouças Moreira¹,
Rhyan Ximenes de Brito¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)
CE-187, s/n - Estádio, – CEP 62320-000 – Tianguá – CE – Brasil

{dayanealmeida1996, linayara, rxbrito}@gmail.com

Abstract. *Schizophrenia is a complex and difficult to diagnose psychiatric disorder, leading an individual to have symptoms of mental disorganization. This paper presents a fuzzy rule-based system for a pre-diagnosis, aiming to assist psychiatrists in the diagnosis of the disease. The methodology was based on bibliographical research and simulations with dummy patients, using as input variables symptoms such as delusions, hallucinations, disorganized speech, among others. The results were promising as they were very close to those observed by health professionals. The study showed the importance of using fuzzy logic in the pre-diagnosis of psychiatric disorders.*

Resumo. *A esquizofrenia é um transtorno psiquiátrico complexo e difícil de ser diagnosticado, levando um indivíduo a ter sintomas de desorganização mental. Este trabalho apresenta um sistema baseado em regras fuzzy para um pré-diagnóstico, objetivando auxiliar psiquiatras no diagnóstico da doença. A metodologia baseou-se em pesquisas bibliográficas e em simulações com pacientes fictícios, onde foram utilizadas como variáveis de entrada sintomas como: delírios, alucinações, discurso desorganizado, entre outras. Os resultados mostraram-se promissores na medida que foram bem próximos dos observados por profissionais da saúde. O estudo mostrou a importância da utilização da lógica fuzzy no pré-diagnóstico de transtornos psiquiátricos.*

1. Introdução

Segundo [Lobo 2017], a Inteligência Artificial na medicina analisa um grande volume de dados utilizando algoritmos definidos por especialistas da área, com a capacidade de propor soluções para problemas médicos.

A utilização dos modelos de lógica clássica, mostraram-se incapazes de solucionar vários problemas e o uso da lógica *fuzzy* como extensão da lógica clássica tem possibilitado enormes avanços no tratamento de dados complexos como por exemplo, a percepção de emoções como, felicidade, tristeza, depressão e outras [Goyal and Singhai 2018].

Este trabalho está organizado da seguinte forma: Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados; Seção 3 apresenta a fundamentação teórica. Em seguida na Seção 4 a abordagem proposta no trabalho. Na Seção 5 os resultados e discussões e finalmente, conclusões e trabalhos futuros na Seção 6.

2. Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica sobre a utilização da lógica *fuzzy* como instrumento auxiliador na busca por respostas a problemas relacionados a saúde.

[Mosoiu et al. 2010] abordaram um sistema *fuzzy* para os sintomas da esquizofrenia, para isso foi aplicado uma abordagem difusa baseado em modelos de fatores esquizofrênicos em uma amostra de pacientes que foram pontuados no teste positivo e escala de síndrome negativa (*Positive and Negative Syndrome Scale - PANSS*).

Já [da Silva et al. 2017] abordaram um sistema *fuzzy* para auxiliar na análise dos riscos de uma mulher desenvolver ou já ser portadora do câncer de mama. O trabalho realizado concentrou os estudos em 3 variáveis: idade, sintomas e os fatores de risco.

Em oncologia, a detecção de cânceros, incluindo pulmão, de mama e câncer de próstata, pode ser auxiliada com lógica *fuzzy*. Assim [Seker et al. 2003] investigaram as condições mais próximas utilizando o classificador KNN (*K-Nearest Neighbors*) como um método lógico difuso que fornecesse um grau de certeza para decisão prognóstica e avaliação de marcadores em diagnósticos.

3. Fundamentação Teórica

3.1. Lógica *Fuzzy*

A Teoria de conjuntos *fuzzy* foi concebida por Lofti Asker Zadeh, professor de Ciências da Computação da Universidade da Califórnia, com o objetivo de fornecer uma ferramenta matemática para tratamento de informações de caráter impreciso ou vago. A lógica *fuzzy*, baseada nessa teoria, foi inicialmente construída a partir dos conceitos já estabelecidos de lógica clássica, assim operadores foram definidos à semelhança dos tradicionalmente utilizados e outros foram introduzidos ao longo do tempo [Tanscheit 2004].

A lógica *fuzzy* resolve ideias vagas e indecisas, é uma extensão da lógica booleana e baseia-se em grau de verdade em vez de valores absolutos de 0 e 1, ou seja, verdadeiro ou falso. Ela é semelhante ao pensamento humano e a interpretação dá sentido as expressões leve, moderado e grave. Sendo utilizada para conversão de valores numéricos em expressões linguísticas e assim avaliando melhor as possibilidades de solução.

3.2. Esquizofrenia

A esquizofrenia é uma doença mental crônica caracterizada por distorções do pensamento e da percepção associadas na maior parte do tempo a um afeto embotado ou inadequado. Atualmente, são investigados, além dos *déficits* cognitivos e sintomas negativos, aspectos preditores de funcionalidade na esquizofrenia [Amorim et al. 2018].

É um transtorno causado por diversos fatores biopsicossociais que interagem entre si, criando situações, favoráveis ou não ao aparecimento dos sintomas. Indivíduos com predisposição podem desenvolver a doença quando estimulados por fatores biológicos, ambientais ou emocionais [Giacon and Galera 2006].

Os fatores biológicos seriam aqueles ligados à genética e/ou aqueles que são devidos a uma lesão ou anormalidade de estruturas cerebrais e deficiência em neurotransmissores e os fatores psicossociais são aqueles ligados ao indivíduo, do ponto de vista psicológico e de sua interação com o seu ambiente social, tais como: ansiedade

muito intensa, estado de estresse elevado, fobia social e situações sociais e emocionais intensas[Giacon and Galera 2006].

Por muitos anos, a esquizofrenia foi considerada uma doença crônica ao longo da vida e com pouca ou nenhuma esperança de recuperação. O refinamento do conhecimento sobre o curso clínico da esquizofrenia, melhorias nas técnicas psicoterapêuticas e introdução de medicamentos antipsicóticos começaram a alterar essa visão, considerando os possíveis parâmetros para definir a recuperação que aparece na literatura desde 1983 [Andreasen et al. 2005].

3.2.1. Sintomas da Esquizofrenia Segundo o Critério A do DSM-5

A esquizofrenia é um transtorno mental com curso crônico em 80% dos casos, apresentando prejuízo funcional em aproximadamente 60% dos casos. Caracteriza-se por um grupo heterogêneo de sintomas [Duncan et al. 2014]. Logo abaixo são abordados cinco desses sintomas seguindo o critério A de diagnóstico do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5).

1. **Delírios:** Ideias ou pensamentos que não condizem com a realidade, por exemplo, delírios persecutório, crença de que o indivíduo irá ser prejudicado por outra pessoa [Association et al. 2013];
2. **Alucinações:** Percepções reais de objetos que não existem, ou seja, são experiências semelhantes a percepção que ocorrem sem um estímulo externo, como alucinações auditivas [Association et al. 2013];
3. **Discurso Desorganizado:** É deduzido a partir do discurso do indivíduo mudando de um tópico a outro, ou seja, perda da ligação normal e lógica entre os assuntos da conversa. O discurso pode estar tão gravemente desorganizado que é quase incompreensível. [Association et al. 2013];
4. **Comportamento Grosseiramente Desorganizado ou Catatônico:** Pode se manifestar de várias formas inclusive agitação imprevisível. Exemplo: Dificuldades na realização das atividades cotidianas[Association et al. 2013];
5. **Sintomas Negativos:** Caracteriza-se por expressão emocional diminuída incluindo reduções na expressões de emoções no rosto, no contato visual e outras [Association et al. 2013]

4. Abordagem Proposta

Com o auxílio da plataforma *MatLab*, modelou-se um sistema com a utilização da lógica *fuzzy* para a realização de simulações de diagnósticos, onde foi utilizado como dados de entrada: delírios, alucinações, discurso desorganizado, comportamento grosseiramente desorganizado ou catatônico e sintomas negativos. Todos esses sintomas apresentam as seguintes fases: leve, moderada e grave. Os sintomas estudados estão classificados em uma escala entre 0 e 1, onde 0 é a menor atribuição e 1 é a maior atribuição.

A Figura 1 apresenta as variáveis de entrada. Neste caso, a aplicação realizada nesse trabalho possui cinco variáveis de entrada e uma de saída, sendo que as variáveis de entrada correspondem aos sintomas necessários para identificação da doença esquizofrenia de acordo com o critério A de diagnóstico do (DSM-5) Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais.

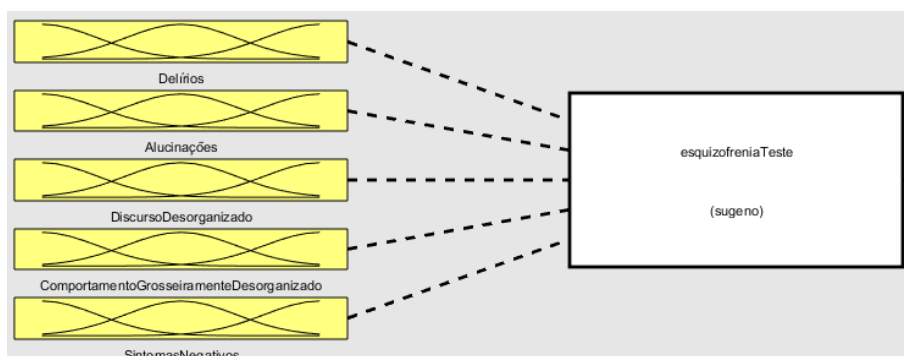


Figura 1. Variáveis de Entrada

A Figura 2 demonstra a definição das regras as quais são necessárias para obter o diagnóstico da esquizofrenia. Foram elaboradas 243 regras para obter todos os possíveis resultados de combinação entre as entradas e as saídas esperadas. A partir destas regras é possível identificar se o paciente tem ou não o risco de ter a doença e em nível de gravidade se apresenta esse risco.

1. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoMuitoBaixo) (1)
2. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoMuitoBaixo) (1)
3. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoMuitoBaixo) (1)
4. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoMuitoBaixo) (1)
5. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoMuitoBaixo) (1)
6. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
7. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
8. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
9. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
10. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
11. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
12. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
13. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
14. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
15. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Leve) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoBaixo) (1)
16. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Moderada) and (DiscursoDesorganizado is Moderada) and (ComportamentoDesorganizado is Moderada) and (SintomasNegativos is Moderada) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoMédio) (1)
17. If (Delirios is Leve) and (Alucinacoes is Grave) and (DiscursoDesorganizado is Leve) and (ComportamentoDesorganizado is Leve) and (SintomasNegativos is Leve) then (RiscoDeEsquizofrenia is RiscoMédio) (1)

Figura 2. Regras de Inferência no Sistema Fuzzy

5. Resultados e Discussões

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos com a simulação realizada com um paciente fictício X de 35 anos, onde foi verificado que os sintomas estudados apresentaram os seguintes resultados: delírios 0.53, sendo considerado moderado com aproximação da fase leve; alucinações 0.38, onde se encontra na fase leve, bem próximo à moderada; discurso desorganizado com 0.15 na fase leve do sintoma; comportamento grosseiramente desorganizado com 0.45 inspirando cuidados devidos apresentando-se na fase moderada do sintoma, mas no limiar com o leve; sintomas negativos 0.12 considerada uma fase leve. De acordo com a Figura 3, o diagnóstico de esquizofrenia obtido com os resultados de todos os sintomas e aplicando as regras da lógica *fuzzy* foi 0.25, sendo considerado que o paciente encontra-se com baixo risco de ter a doença.

Tabela 1. Simulação com Paciente X

Sintomas	Gravidade
Delírios	0.53
Alucinações	0.35
Discurso desorganizado	0.15
Comportamento grosseiramente desorganizado	0.45
Sintomas negativos	0.12
Diagnóstico	0.25

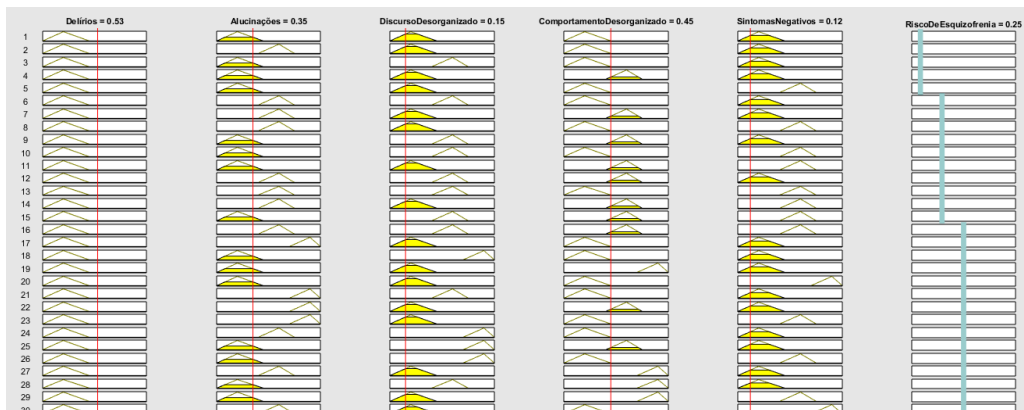


Figura 3. Resultados da Simulação com Paciente X

Para o paciente fictício Y de 28 anos foram simulados os seguintes valores, constantes na Tabela 2: delírios 0.84, sendo considerada presença grave do sintoma; alucinações 0.69, na fase moderada com aproximação para a fase grave; discurso desorganizado 0.45 encontrando-se da fase moderada no limiar para o grave do sintoma; comportamento grosseiramente desorganizado 0.15 na fase leve; sintomas negativos 0.18 na fase leve. O diagnóstico é de risco alto do paciente ser portador de esquizofrenia, conforme a Figura 4.

Tabela 2. Simulação com Paciente Y

Sintomas	Gravidade
Delírios	0.84
Alucinações	0.69
Discurso desorganizado	0.45
Comportamento grosseiramente desorganizado	0.15
Sintomas negativos	0.18
Diagnóstico	0.75

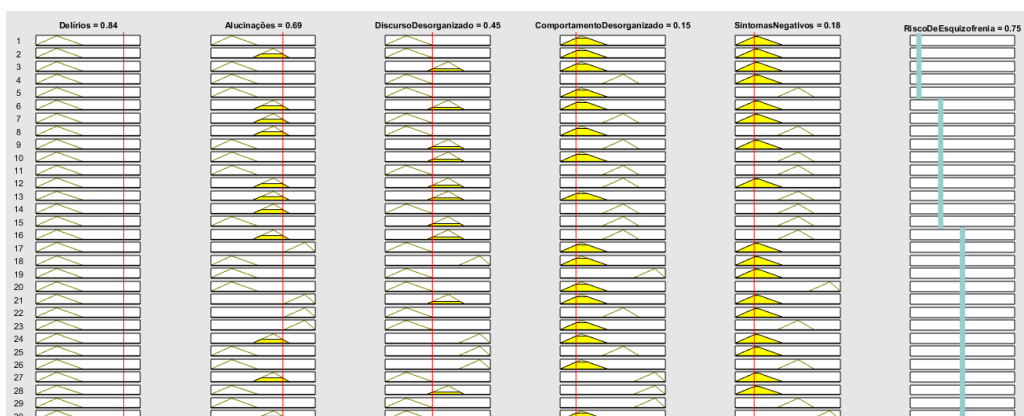


Figura 4. Resultados da Simulação com Paciente Y

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

A Esquizofrenia é uma doença que acomete pessoas no mundo todo. Este trabalho evidencia que a lógica *fuzzy* é um método que pode ser utilizado como um recurso auxiliar na predição dela e de outras doenças. Podendo auxiliar profissionais da saúde a

diagnosticarem a presença da doença e possibilitando identificar a gravidade do sintoma. Contribuindo para que o paciente possa ser encaminhado para o tratamento mais indicado.

Como trabalho futuro sugere-se a aplicação da lógica *fuzzy* como recurso auxiliar no diagnóstico da síndrome do pânico por afetar a vida social e emocional da pessoa e por provocar sintomas desconfortáveis.

Referências

- Amorim, L. et al. (2018). Avaliação de funcionalidade em pacientes com esquizofrenia.
- Andreasen, N. C., Carpenter Jr, W. T., Kane, J. M., Lasser, R. A., Marder, S. R., and Weinberger, D. R. (2005). Remission in schizophrenia: proposed criteria and rationale for consensus. *American Journal of Psychiatry*, 162(3):441–449.
- Association, A. P. et al. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- da Silva, P. H. A., de Brito, R. X., de Sousa Ximenes, J. N., and de Sousa, R. N. (2017). A aplicação da lógica de fuzzy no auxílio do diagnóstico do câncer de mama. *ENUCOMPI*.
- Duncan, B. B., Schmidt, M. I., Giugliani, E. R., Duncan, M. S., and Giugliani, C. (2014). *Medicina Ambulatorial-: Condutas de Atenção Primária Baseadas em Evidências*. Artmed Editora.
- Giacon, B. C. C. and Galera, S. A. F. (2006). Primeiro episódio da esquizofrenia e assistência de enfermagem. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 40(2):286–291.
- Goyal, K. and Singhai, J. (2018). Review of background subtraction methods using gaussian mixture model for video surveillance systems. *Artificial Intelligence Review*, 50(2):241–259.
- Lobo, L. C. (2017). Inteligência artificial e medicina.
- Mosoiu, C., Sumedrea, A., Burtea, V., and Ifteni, P. (2010). Fuzzy system approach to symptoms in schizophrenia.
- Seker, H., Odetayo, M. O., Petrovic, D., and Naguib, R. N. G. (2003). A fuzzy logic based-method for prognostic decision making in breast and prostate cancers. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 7(2):114–122.
- Tanscheit, R. (2004). *Sistemas fuzzy*. Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.