

## SISTEMAS INTELIGENTES COMO FERRAMENTA DE SUBSÍDIO NA TOMADA DE DECISÃO EM SAÚDE

Ingrid Bergmam do Nascimento Silva<sup>1</sup>  
Natasha Seleidy Ramos de Medeiros<sup>2</sup>  
Ronei Marcos de Moraes<sup>3</sup>

### RESUMO

Os sistemas inteligentes se apresentam como uma ferramenta importante para auxiliar gestores no processo de tomada de decisão. Visto que técnicas baseadas em aprendizado de máquina são capazes de prever alguns eventos com certa precisão. Trata-se de um relato de experiência, baseado na vivência e execução de sistemas inteligentes para solucionar problemas através de projetos de mestrado e doutorado de um Programa de Pós-graduação da Universidade Federal da Paraíba, localizada no município de João Pessoa, Paraíba. O estudo analisado foi elaborado através de um modelo de decisão *fuzzy* para a aids no estado da Paraíba e teve como objetivo identificar os municípios de acordo com os graus de prioridade para controle da aids no estado da Paraíba, através da proposição de um modelo de decisão. Utilizando-se 7 variáveis *fuzzy*: Risco Relativo, Scan espacial, Scan espaço-temporal, Tempo do Conglomerado Espaço-temporal, Persistência do Conglomerado Espaço-temporal, correlação de Spearman e a decisão com relação a situação dos municípios paraibanos. Os municípios da Paraíba classificados como prioritários para controle e/ou combate da aids são: Alhandra, Baía da Traição, Bayeux, Cajazeiras, Campina Grande, João Pessoa, Lucena, Mamanguape, Mari, Patos, Pedras de Fogo, Rio Tinto, Santa Rita e Cabedelo. Enquanto os municípios com tendência a prioritário são: Caldas Brandão, Cruz do Espírito Santo, Conde, Frei Martinho, Guarabira, Juripiranga, Marcação, Pitimbu, Sapé e Sousa. Os sistemas inteligentes são alternativas disponíveis para solucionar problemas na área da saúde, visando auxiliar os gestores no processo de tomada de decisão em saúde.

**Palavras-chave:** Sistemas Inteligentes, Tomada de decisão, Gestão, Saúde.

### INTRODUÇÃO

Os sistemas Inteligentes se apresentam como uma ferramenta importante para auxiliar gestores no processo de tomada de decisão. Visto que técnicas baseadas em aprendizado de máquina são capazes de prever alguns eventos com certa precisão (GOLDSCHMIDT et al., 2015).

Segundo Martins (2014) a análise de variáveis e critérios para tomar decisões geralmente apresenta-se de forma complexa, na maioria das vezes podendo envolver dados imprecisos ou

---

<sup>1</sup>Enfermeira, Mestranda em Modelos de Decisão e Saúde na Universidade Federal da Paraíba - UFPB, [ingridgba2006@hotmail.com](mailto:ingridgba2006@hotmail.com);

<sup>2</sup>Fisioterapeuta, Mestranda em Modelos de Decisão e Saúde na Universidade Federal da Paraíba – UFPB, [natashaseleidy@gmail.com](mailto:natashaseleidy@gmail.com);

<sup>3</sup>Professor da graduação e Pós-graduação no Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba- UFPB, [ronei@de.ufpb.br](mailto:ronei@de.ufpb.br).

incompletos, múltiplos critérios, inúmeros agentes de decisão e vários objetivos, o que vem a dificultar a tomada de decisão. Com isso, o processo decisório determina entre diversas alternativas viáveis, onde as mesmas podem ser influenciadas pelo fluxo de informações, qualidade de informações, tempo disponível e recursos.

Tomar decisões na área da saúde é um processo que requer, sempre que possível, a utilização de métodos científicos adequados e uma análise criteriosa de informações para auxiliar o indivíduo quanto à melhor escolha a ser feita. Obstáculos são comumente encontrados nas pesquisas, assim como nas práticas da área da saúde, podendo estar vinculadas a problemas na manipulação de metodologias objetivas que vem a auxiliar no tratamento e resolução das temáticas. Diante deste exposto, estudos voltados para a análise da decisão são cada vez mais direcionados ao desenvolvimento de modelos que auxiliem nesse complexo processo de tomada de decisão em saúde (ALLISON e ZELIKOW, 1999).

A afirmação de um diagnóstico, a escolha de um método terapêutico, ou ainda análise de uma hipótese científica requer uma tomada decisão, geralmente cheia de riscos e incertezas. A existência de um conhecimento acumulado, experiências prévia ou previamente planejadas, podem vir a colaborar neste processo (TANAKA e TAMAKI, 2012).

Frente a diversos questionamentos, especialistas tentaram suprir as necessidades advindas desde tempos passados, as quais se relacionavam a modelos capazes de aprender a partir de dados disponíveis e automaticamente serem capazes de tomar decisões corretas. A solução para diversas indagações surge a partir de diversas aplicações nos campos de classificação de padrões, aprendizado de máquina e inteligência artificial (KAZMIERSKA; MALICKI, 2008).

Os métodos estatísticos são ferramentas que podem auxiliar de forma significativa nesse contexto. A estatística pode ser definida como um conjunto de métodos que se destinam a possibilitar a tomada de decisões acertada, diante de incertezas (MEDRONHO et al, 2009). Esses métodos apresentam-se de forma numerosas e variadas, o critério de escolha do método a ser utilizado de acordo com o objetivo do investigador e a natureza dos dados a serem analisados.

Portanto sempre que necessário deve-se requerer um método científico adequado para a análise criteriosa de dados e informações disponíveis (FORTES; PEREIRA, 2012).

Nesse sentido, a tomada de decisão pode ser apoiada por diversos algoritmos, fazendo visando a minimização de erros, os quais ofereçam uma maneira conveniente de abordar uma infinidade de problemas em que se deseja chegar a conclusões.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um relato de experiência, baseado na vivência e execução de sistemas inteligentes para realizar problemas de projetos de mestrado e doutorado no Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, localizada no município de João Pessoa, Paraíba.

Tendo em vista que os projetos visam servir de subsídio para os gestores na tomada de decisão em saúde, e sua execução depende do auxílio de métodos de tomada de decisão, onde estão disponíveis métodos, e cada um é escolhido de acordo com as variáveis do problema o qual deseja solucionar.

## **DESENVOLVIMENTO**

A tomada de decisão é um processo de escolher uma ação dentre várias outras possíveis visando à solução, mitigação ou prevenção de problemas. Esse processo é desencadeado quando existe um problema a ser resolvido, torna-se necessário tomar decisões quando o estado atual das coisas se apresentam diferente do estado desejado, em caso de ocorrência de quebra de paradigmas estabelecidos, quando pretende-se obter uma maior eficiência ou há pretensão de reduzir custos, entre outros (MORAES; SOARES, 2016).

Partindo do pressuposto que o HIV comumente não produz sintomas que levam ao diagnóstico por volta do momento da infecção, existem em todo o mundo indivíduos infectados pelo vírus HIV porém não diagnosticados, desta forma conseqüentemente esses casos não estão notificados (LODWICK et al., 2011). Na Paraíba foram notificados entre os anos de 1980 à 2011, 5.667 casos de aids (BRASIL, 2011).

Torna-se de grande relevância identificar o padrão da distribuição geográfica da aids para que desta forma possa haver um controle visando diminuir a propagação e a morbi-mortalidade em consequência deste agravo. Identificar as áreas de risco é de suma importância para colaborar no direcionamento dos recursos voltados para a área da saúde pública (UTHMAN et al., 2009).

Visto que comumente nos deparamos com situações que apresentam diferentes níveis de incerteza e imprecisão onde o método de tomada de decisão acaba se apoiando em conceitos vagos estranhos à lógica clássica e em parâmetros de caráter subjetivo, torna-se imprescindível o modelo

de decisão científico, onde neste presente estudo o método escolhido foi a lógica fuzzy (KLIR; YUAN, 1995; SOUSA, 2007; ZADEH, 1968).

A lógica *fuzzy* é um referencial teórico que pode ser usado de duas formas: Representa uma extensão da lógica clássica para uma lógica mais flexível visando formalizar conceitos imprecisos, e outra onde se aplica a teoria dos conjuntos fuzzy a diversas teorias e tecnologias para processar informações imprecisas como, por exemplo, tomar decisões (KLIR; YUAN, 1995; SOUSA, 2007; ZADEH, 1968).

Segundo Zadeh (1973), uma variável linguística foi definida como uma variável linguística, onde esta pode admitir valores que são descritos através de conjuntos *fuzzy*, onde apresentam-se através de funções de pertinência. Contudo a variável linguística pode admitir valores onde as suas sentenças podem apresentarem-se em linguagem natural ou artificial, onde o tamanho de um indivíduo pode ser apresentado por uma variável linguística, onde a mesma assume os seguintes valores: baixa, média e alta. Para cada uma das variáveis que entraram no modelo de decisão foram construídos histogramas, para posterior aplicação da lógica *fuzzy*.

O estudo analisado foi desenvolvido no ano de 2012 e baseou-se na lógica *fuzzy* e foi escolhido após pesquisas na literatura acerca de modelos de decisão que abordam o tema aids e no estudo realizado por Costa (2011). Contudo, foi elaborado um modelo de decisão *fuzzy* para a aids no estado da Paraíba. Utilizando-se 7 variáveis *fuzzy*: Risco Relativo, Scan espacial, Scan espaço-temporal, Tempo do Conglomerado Espaço-temporal, Persistência do Conglomerado Espaço-temporal, correlação de Spearman e a decisão com relação a situação dos municípios paraibanos. Para cada uma das referidas variáveis possui seus conjuntos *fuzzy* possíveis.

O estudo teve como objetivos: Identificar os municípios de acordo com os graus de prioridade para controle da aids no estado da Paraíba através da proposição de um modelo de decisão; realizar uma análise descritiva e calcular as medidas de frequência dos casos de aids no estado da Paraíba; identificar os municípios paraibanos com maior Risco Relativo; analisar a distribuição espacial e espaço-temporal da aids na Paraíba, analisar a associação entre os Riscos Relativos de cada ano; gerar um modelo de decisão para atuação de programas de intervenção direcionadas ao agravamento da aids no estado da Paraíba e avaliar o modelo proposto a partir dos dados da aids na Paraíba.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

## **Análise Descritiva**

Através desta análise foi possível observar que o ano com maior número de casos foi 2009, com 420 casos novos da doença. O ano de 2002 foram 146 casos novos, sendo o menor número de casos relatados. Feita a análise mensal verificou-se que o mês de fevereiro apresentou menor número de notificações (202 casos), e que no mês de dezembro foi maior o número de notificações (325 casos). Observou-se um significativo aumento no número de notificações no mês de dezembro do ano de 2004. A faixa etária mais acometida pela aids foi dos 20 aos 34 anos, com 1.410 casos no período estudado, seguida pela faixa etária de 35 anos a 49 anos com 1.239 casos, diante desses dados observou-se que este mal atinge preferencialmente as pessoas economicamente ativas. Há predomínio de aids na zona urbana no decorrer de todo o estudo, foram 2.702 casos (89%), com predomínio no sexo masculino, enquanto na área rural 267 casos (8,8%) e também houve prevalência dos casos no sexo masculino.

## **Medidas de Frequência da aids na Paraíba**

Quanto à incidência da aids na Paraíba observou-se séries no período de 2000-2010 e decréscimo nos anos 2000-2002, observou-se uma ascensão rápida de incidência de 2003 à 2004, com um pico em 2004, a maior incidência foi em 2009. O Risco Relativo(RR) para a aids foi analisado no período de 2000-2010, nos municípios paraibanos o RR agrupou-se entre 0 e 208, não ultrapassando 208.

## **Análise Espacial**

No que concerne à análise espacial dos casos de aids na Paraíba, a estatística utilizada foi a Scan que foi aplicada através do modelo Poisson, através do método Scan identificou-se conglomerados de alto e baixo risco. Verificou-se conglomerados espaciais em maior concentração no litoral do estado.

## **Análise Espaço-temporal**

Realizada esta análise identificou-se 14 conglomerados, os quais estão mais concentrados na faixa litorânea e no sertão do estado, foram detectados mais conglomerados foram detectados com mais frequência conglomerados no período de 2006-2010, no total de 5 vezes.

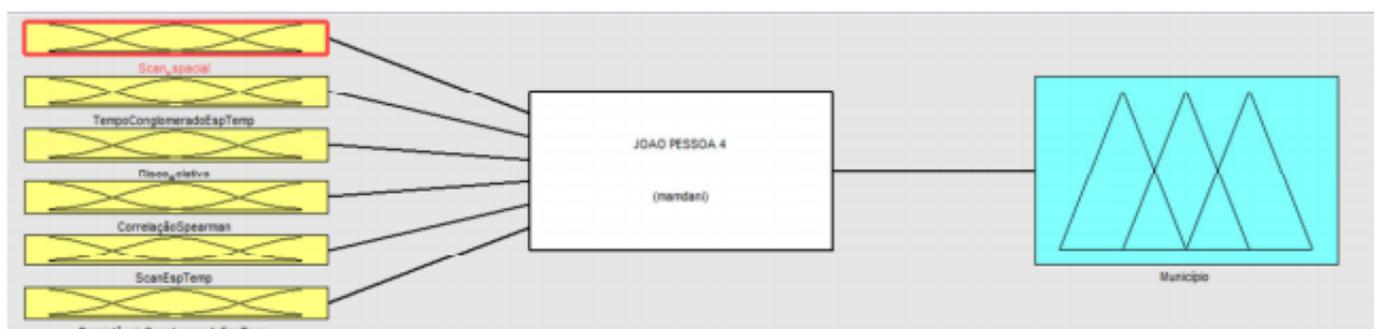
### Lógica *fuzzy*

As regras deste estudo foram criadas baseada nas informações dos histogramas que foram obtidos para cada uma das variáveis de entrada e de saída *fuzzy*. O ano de 2010 foi utilizado como referência para a criação das 472 regras e para a aplicação do modelo *fuzzy*. Ao aplicar o modelo de decisão para os municípios do estado da Paraíba, modelo este baseado na lógica *fuzzy*, foram encontrados resultados satisfatórios para o ano de 2010. Quanto à categorização dos municípios, foi realizada de modo que 14 (6,27%) foram considerados como prioritários; 10 (4,48%) com tendência a prioritário; 4 (1,81%) com tendência a não-prioritário; e, 195 (87,44%) como não-prioritários.

Os municípios da Paraíba classificados como prioritários para controle e/ou combate da aids são: Alhandra, Baía da Traição, Bayeux, Cajazeiras, Campina Grande, João Pessoa, Lucena, Mamanguape, Mari, Patos, Pedras de Fogo, Rio Tinto, Santa Rita e Cabedelo. Enquanto os municípios com tendência a prioritário são: Caldas Brandão, Cruz do Espírito Santo, Conde, Frei Martinho, Guarabira, Juripiranga, Marcação, Pitimbu, Sapé e Sousa. A avaliação do modelo foi realizada baseada em documentos da Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba que elegessem os municípios que fossem prioritários para ações de controle e prevenção da aids.

Onde através desta análise descobriu-se o Plano de Ações e Metas (PAM) elaborado pela própria Secretaria de Saúde, o qual se constitui num documento elaborado anualmente com o objetivo de planejar o financiamento das ações em HIV/aids e outras doenças sexualmente transmissíveis através da transferência de recursos fundo a fundo na forma de incentivos federais (Sistema Único de Saúde).

**Figura 1-** Estrutura básica mostrando o modelo *fuzzy* para a aids na Paraíba



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, conclui-se que os sistemas inteligentes são ferramentas importantes para solucionar problemas na área da saúde, de modo que o melhor método é escolhido de acordo com as variáveis do problema que pretende-se resolver.

A lógica *fuzzy* apresenta-se como método de decisão, podendo ser usado na resolução de problemas em saúde, através da proposição deste método foi possível identificar os municípios de acordo com os graus de prioridade para controle da aids no estado da Paraíba, estes dados podem servir de subsídio para os gestores na tomada de decisão em saúde.

A utilização de recursos computacionais é altamente requerida, uma vez que a realização de cálculos só é possível com este recurso.

## REFERÊNCIAS

ALLISON, G.; ZELIKOW, P. *Essence of decision: explaining the Cuban missile crisis*. New York: Addison Wesley Longman, 1999.

BEHLAU, M.; OLIVEIRA, G.; RICARTE, A. Validação no Brasil de protocolos de autoavaliação do impacto de uma disfonia. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**. 2009; 21(4): 326–32.

BRASIL. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico AIDS/DST. Brasília: **CNDST/AIDS**, 2011. 26 p.

COSTA, D.C.S. Tomada de Decisão baseada em lógica fuzzy e na distribuição espacial da mortalidade por acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa-PB. 2011. 79 f. **Dissertação (Mestrado em Modelos de Decisão e Saúde)** – Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

FORTES, P. A. C.; PEREIRA, P. C. A. Priorização de pacientes em emergências médicas: uma análise ética. **Revista da Associação Médica Brasileira [online]**, v.58, n.3, p.335-340. 2012.

GOLDSCHMIDT, R.; PASSOS, E.; BEZERRA, E. *Data mining: um guia prático, conceitos, técnicas, ferramentas, orientações e aplicações*, 2. ed. **Elsevier**, 2015.

KAZMIERSKA, J.; MALICKI, J.. Application of the naive bayesian classifier to optimize treatment decisions. **Radiotherapy and Oncology**, 86(2):211–216, 2008.

KLIR, G.J.; YUAN, B. *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications*. New Jersey: Prentice Hall, 1995. 574p.

LODWICK, R. et al. HIV in hiding: methods and data requirements for the estimation of the number of people living with undiagnosed HIV. **AIDS**, v. 25, n. 08, mai. 2011, p. 1017-1023.

MARTINS, F. G.; COELHO, L. S. Aplicação do método de análise hierárquica do processo para o planejamento de ordens de manutenção em dutovias. **Revista GEPROS**, n. 1, p. 65, 2014.

MEDRONHO, R. A.; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. **Epidemiologia. 2ª Ed. São Paulo: Atheneu**, 2009.

MORAES, R. M.; SOARES, R. A. S. Modelos de Decisão aplicados à Saúde: teoria e prática. **Tempus, actas de saúde coletiva**, v. 10, n. 2, 2016.

TANAKA, O. Y.; TAMAKI, E. M. O papel da avaliação para a tomada de decisão na gestão de serviços de saúde. **Ciência & saúde coletiva [online]**, v.17, n.4, p. 821- 828. 2012

UTHMAN et al, 2009. A trend analysis and sub-regional distribution in number of people living with HIV and dying with TB in Africa, 1991 to 2006. **International Journal of Health Geographics**, 2009.

ZADEH, L. A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v.3, n.1, jan. 1973. p. 28-44.