

AS MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DE RISCO EPIDEMIOLÓGICO *FUZZY*

Ana Cláudia Oliveira Melo¹, Rodrigo Pinheiro T. Vianna², Ronei Marcos de Moraes³

¹UFPB/ Universidade Federal da Paraíba, (anaclaudiaemelo@gmail.com)

² UFPB/ Universidade Federal da Paraíba, (rodrigopissoa@gmail.com)

³ UFPB/ Universidade Federal da Paraíba, (ronei@de.ufpb.br)

Resumo

As medidas de avaliação de risco epidemiológico são calculadas com base nos dados dicotomizados resultantes dos estudos epidemiológicos clássicos que descartam as subjetividades e incertezas, perdendo assim informação nos seus resultados. Um conjunto de medidas epidemiológicas de avaliação de risco *fuzzy*, já propostas, prometem incluir essas subjetividades descartadas por meio da teoria de conjuntos *fuzzy* combinada com a teoria de possibilidades. Entretanto ainda não houve aplicação destas medidas em dados reais confirmando a informação diferenciada prometida. **Objetivo:** este estudo pretende apresentar resumidamente o que existe a respeito das medidas de associação e risco *fuzzy* que usam a teoria de conjuntos *fuzzy* combinada com a teoria de possibilidades no seu cálculo e contribuir com o desenvolvimento destas medidas apresentando uma possibilidade de aplicação em dados reais. **Métodos:** apresentou-se as medidas de avaliação de risco *fuzzy* nas últimas duas décadas, considerou-se apenas as medidas que usam a teoria de conjuntos *fuzzy* combinada com a teoria de possibilidades no seu cálculo. **Resultados:** algumas medidas de avaliação de risco *fuzzy* já foram teoricamente formalizadas e caracterizadas graficamente, entretanto há uma lacuna na literatura científica atual quanto a aplicação destas medidas em dados reais. **Conclusão:** A literatura considerada afirma que teoricamente as medidas de risco *fuzzy* podem contribuir no tratamento das incertezas e subjetividades próprias dos fenômenos epidemiológicos, entretanto para usar essas medidas os especialistas necessitam graduar as informações de exposição e doença da população avaliada. Por fim, contribui-se neste estudo com uma possibilidade de aplicação em dados reais destas medidas esperando em breve preencher a lacuna teórica existente.

Palavras-chave: Epidemiologia; Medidas de risco; Teoria de conjuntos *fuzzy*; Teoria de possibilidades.

Área Temática: Temas livres.

Modalidade: Estudo de revisão.

As medidas que avaliam o risco de doença associada aos níveis de exposição a fatores ambientais ou hábitos pessoais na população, calculadas a partir de estudos epidemiológicos, são importantes para os pesquisadores e gestores da saúde pública (ROTHMAN *et al.*, 2008).

Entretanto os estudos epidemiológicos clássicos que produzem estas medidas, categorizam os indivíduos como doentes ou não doentes e expostos ou não expostos, descartando subjetividades e incertezas inerentes aos processo de exposição e adoecimento sofrido pela população. Essa forma dicotômica de categorização não distingue os que estão “muito” doentes daqueles que estão “pouco” doentes, ou, os que foram mais ou menos expostos.

Se no estudo as subjetividades e incertezas inerentes ao processo de exposição e adoecimento são descartadas na categorização, pode haver comprometimento das medidas resultantes (MELO *et al.*, 2020). Medidas de associação e risco inconsistentes podem levar a uma tomada de decisão de pesquisadores e gestores equivocada na condução de tratamentos, diagnósticos e políticas de combate ao risco do desfecho na população (SABAHI, 2018).

As medidas propostas a partir da teoria de conjuntos *fuzzy* consideram na sua categorização as informações das transições dos indivíduos nos eventos da epidemiologia, aceitando casos em que não é possível definir facilmente os diferentes níveis de doença ou exposição sofridos pelo indivíduo (MELO *et al.*, 2020). O conjunto *fuzzy* associa uma função de pertinência a cada particular evento; cada função gera um grau de pertinência que varia no intervalo de zero a um para cada indivíduo da população em estudo (MALMIR; AMINI; CHANG, 2017). Assim entende-se que cada um indivíduo terá um conjunto de quatro graus de pertinência, registrando assim a transição do indivíduo entre os eventos, ou seja, um mesmo indivíduo tem os graus de exposição, não exposição, doente e não doente simultaneamente.

O uso desta metodologia torna-se possível quando o especialista dispõe de possibilidades capazes de determinar os graus de exposição e doença sofridos pelo indivíduo (MELO *et al.*, 2020). Segundo alguns autores (ALAM; GUPTA; SHANMUGAM, 2017; HAUSMANN *et al.*, 2016) é possível obter essa informação combinando a experiência do especialista com análises de exames laboratoriais, físicos, sintomas clínicos e o histórico médico para a construção do diagnóstico da doença. Existe ainda a possibilidade de capacitar enfermeiros e cuidadores auxiliados por algoritmos baseados em lógica *fuzzy* (AL-DMOUR *et al.*, 2019; GANGAVARAPU *et al.*, 2020) para registrar condições de exposição e ou mudanças sutis nas condições dos pacientes.

Objetiva-se neste estudo apresentar resumidamente o que existe a respeito das medidas de associação e risco *fuzzy* que usam a teoria de conjuntos *fuzzy* combinada com a teoria de

possibilidades no seu cálculo e contribuir com o desenvolvimento destas medidas apresentando uma possibilidade de aplicação em dados reais.

2 MÉTODO

As medidas clássicas de associação e risco RR (Razão de Risco), RP (Razão de Prevalência) e OR (Odds Ratio) partem da categorização dicotômica e são definidas com base na teoria de probabilidades (ROTHMAN *et al.*, 2008). Já as medidas de associação e risco *fuzzy* são categorizadas segundo a teoria de conjuntos *fuzzy* (ZADEH, 1965) e calculadas com base na teoria de possibilidades (DUBOIS; PRADE, 1988). A relação de construção entre as medidas clássicas e *fuzzy* se dá da seguinte forma:

As medidas *Fuzzy Risk Ratio* (FRR) e *Fuzzy Odds Ratio* (FOR) foram apresentadas por Massad *et al.*, (2003). O estimador FRR é baseado na equação da RR em termos das possibilidades relativas condicionais de incidência (equação 1) e o estimador FOR resultante do cruzamento das possibilidades condicionais está baseada na OR (equação 2) como:

$$RR = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}} = \frac{p(D/E)}{p(D/\bar{E})} \rightarrow FRR \propto \frac{poss(D/E)}{poss(D/\bar{E})} . \quad (1)$$

$$OR = \frac{a \times d}{c \times b} = \frac{p(D/E) \times p(\bar{D}/\bar{E})}{p(D/\bar{E}) \times p(\bar{D}/E)} \rightarrow FOR \propto \frac{poss(D/E) \wedge poss(\bar{D}/\bar{E})}{poss(D/\bar{E}) \wedge poss(\bar{D}/E)} . \quad (2)$$

Considerando as possibilidades relativas condicionais de prevalência baseada na razão de prevalência (RP), Melo *et al.*, (2020) apresentaram a *Fuzzy Prevalence Ratio* (FPR) como:

$$RP = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}} = \frac{p(D/E)}{p(D/\bar{E})} \rightarrow FPR \propto \frac{poss(D/E)}{poss(D/\bar{E})} . \quad (3)$$

O “passo a passo” da construção destas medidas está descrito com detalhes pelos respectivos estudos acima mencionados.

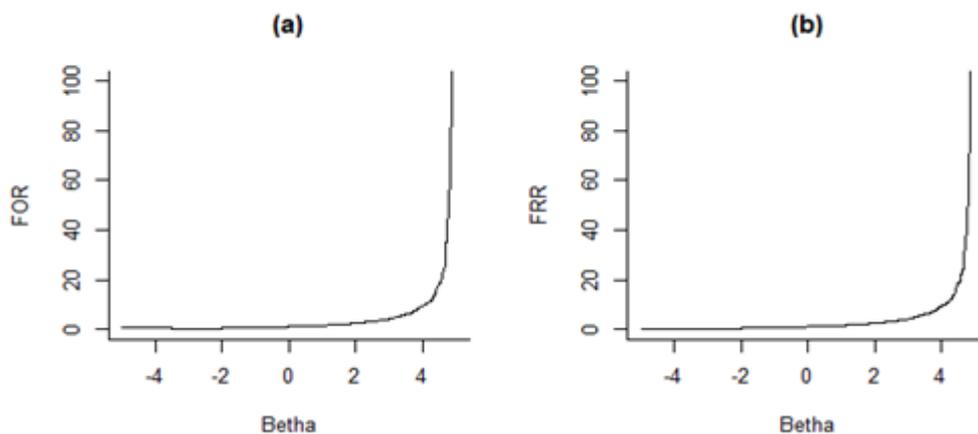
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2003 Massad *et al.*, (2003) propuseram as equações teóricas das medidas de associação e risco FRR (equação 1) e FOR (equação 2) combinando as teorias de conjuntos *fuzzy* e de possibilidades. Uma década depois (ALVES; VIANNA; MORAES, 2012) destacam em seu estudo a importância da informação agregada a estas medidas por meio das subjetividades captadas pelas funções de pertinência de exposição e doença. Entretanto reforçam que as medidas resultantes da combinação destas duas teorias ainda deixa

pesquisadores e gestores pouco à vontade para usá-las. Recentemente Melo *et al.*, (2020) destacaram em seu estudo os seguintes pontos: 1. Apresentaram mais uma medida de avaliação de risco *fuzzy*, denominada *FPR* (equação 3); 2. Destacaram que enquanto as medidas *RR*, *OR* e *RP* resumem-se, cada uma, a um valor numérico as medidas de risco *fuzzy* *FRR*, *FOR* e *FPR* consistem, cada uma, a uma curva gráfica descrevendo o risco de desfecho da doença de acordo com a elevação da exposição sofrida pela população em estudo; 3. Revelaram o comportamento gráfico das medidas *fuzzy* calculadas com base em um estudo caso-controle simulado, confirmando que teoricamente a *FOR* estima satisfatoriamente a *FRR*, para este delineamento.

Os resultados gráficos, para o estudo simulado, apresentados por Melo *et al.*, (2020) podem ser observados nos gráficos (a) e (b) na Figura 1 que mostram respectivamente o comportamento dos valores das medidas *fuzzy* *FOR* e *FRR*, definidas pelas equações (1) e (2) respectivamente, que mensuram a associação entre o risco e o desfecho em estudo.

Figura 1 - Curvas da *FOR* (gráfico (a)) e *FRR* (gráfico (b)) para valores do parâmetro *Betha* simulados



Fonte: Melo *et al.*, (2020)

É possível observar que as medidas, *FOR* e *FRR*, crescem de acordo com a intensidade da exposição ao fator em estudo (valores do parâmetro *Betha*). Confirmando que a *FOR* estima satisfatoriamente a *FRR* como nas medidas clássicas para o estudo caso-controle. A maior contribuição destas medidas gráficas está no fato de que se pode observar simultaneamente o risco como uma situação de “dose-resposta”, onde a exposição é a “dose” e o risco é a resposta.

A aplicação das medidas *fuzzy* em dados reais

Como contribuição este estudo apresenta uma possibilidade de aplicação, em breve, das medidas de risco *fuzzy*, aqui resumidas, para a avaliação do comportamento da *FRR* e *FOR* do Transtorno Mental Comum (TMC) associado à Insegurança Alimentar (IA). Para isso

considera-se os dados reais do estudo de coorte prospectivo de Sousa *et al.*, (2019), que avaliou o risco do TMC para as condições de exposição à IA numa amostra de 194 binômios mãe-filho registradas em duas maternidades públicas de João Pessoa na Paraíba. Serão consideradas as seguintes variáveis do banco de dados do referido estudo: 1. *INSEG_EBIA* que indica os níveis de exposição sofrido pela mãe em quatro níveis de IA da seguinte forma: (1) Segurança; (2) Insegurança leve; (3) Insegurança moderada e (4) Insegurança grave. 2. *SOMA*, indica o nível de risco do TMC e é resultante da soma de informações a respeito dos sintomas das mães (tristeza, dor de cabeça, medo, pânico etc.) e seus valores variam de 0 a 20. 3. *CLASS_SRQ20*, classifica a intensidade do TMC segundo o resultado da variável *SOMA* da seguinte forma: Normal - para valores da variável soma variando de 0 a 6; Alterado - para valores da variável *SOMA* variando de 7 a 20.

Assim espera-se complementar as informações das medidas de risco *RR* e *OR*, do estudo de Sousa *et al.*, (2019), com a informação da *FRR* e *FOR* e preencher a lacuna teórica existente quanto a aplicação das medidas epidemiológicas de avaliação de risco *fuzzy* em dados reais.

4 CONCLUSÃO

Resumiu-se neste estudo as medidas epidemiológicas de avaliação de risco *fuzzy*, que usam a teoria de conjuntos *fuzzy* para a categorização do indivíduo combinada com a teoria de possibilidades no seu cálculo, existentes na literatura científica corrente.

A literatura encontrada afirma que teoricamente as medidas de associação e risco *fuzzy* podem contribuir no tratamento das incertezas e subjetividades próprias dos fenômenos epidemiológicos, entretanto para usar essas medidas os especialistas necessitam graduar as informações de exposição e doença da população avaliada.

Por fim, propôs-se neste estudo uma possibilidade de aplicação destas medidas em dados reais, complementando a avaliação do risco do transtorno mental comum associado à insegurança alimentar em mães com filhos menores de um ano. Espera-se em breve preencher a lacuna teórica existente na literatura e oferecer os recursos necessários para o uso destas medidas por pesquisadores e gestores para o auxílio em suas tomadas de decisão.

REFERÊNCIAS

AL-DMOUR, J. A. *et al.* A fuzzy logic-based warning system for patients classification. **Health Informatics Journal**, 6 set. 2019. v. 25, n. 3, p. 1004–1024. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1460458217735674>>.

doity.com.br/conais2021

ALAM, N.; GUPTA, L.; SHANMUGAM, B. Islamic Deposits in Practice. **Islamic Finance**. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 79–130.

ALVES, A. A.; VIANNA, Rodrigo P De Toledo; MORAES, R. M. As Medidas de Risco Clássicas e as de Risco Fuzzi. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, 1 mar. 2012. v. 16, n. 1, p. 85–92. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/rbcs/article/viewFile/10713/7092>>.

DUBOIS, D.; PRADE, H. **Possibility Theory**. [S.l.]: [s.n.], 1988.

GANGAVARAPU, T. *et al.* Predicting ICD-9 code groups with fuzzy similarity based supervised multi-label classification of unstructured clinical nursing notes. **Knowledge-Based Systems**, fev. 2020. v. 190, p. 105321. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950705119305982>>.

HAUSMANN, D. *et al.* Tracing the decision-making process of physicians with a Decision Process Matrix. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, 18 dez. 2016. v. 16, n. 1, p. 133. Disponível em: <<http://bmcmmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-016-0369-1>>.

MALMIR, B.; AMINI, M.; CHANG, S. I. A medical decision support system for disease diagnosis under uncertainty. **Expert Systems with Applications**, 2017. v. 88, p. 95–108.

MASSAD, E. *et al.* Fuzzy epidemics. **Artificial Intelligence in Medicine**, nov. 2003. v. 29, n. 3, p. 241–259. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0933365702000702>>.

MELO, A. C. O. De *et al.* Uma Avaliação das Medidas de Associação e Risco Fuzzy. **Journal of Health Informatics**, 2020. v. 12, n. Suplemento I-XVII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde-CBIS 2020, p. 153–159. Disponível em: <<http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/view/807>>.

ROTHMAN, K. J. *et al.* **Modern epidemiology**. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia, 2008. V. 3.

SABAHI, F. Bimodal fuzzy analytic hierarchy process (BFAHP) for coronary heart disease risk assessment. **Journal of Biomedical Informatics**, jul. 2018. v. 83, p. 204–216. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1532046418300649>>.

SOUSA, S. Q. De *et al.* Associação entre risco de transtornos mentais comuns e insegurança alimentar entre mães com filhos menores de um ano de idade. **Ciência & Saúde Coletiva**, maio. 2019. v. 24, n. 5, p. 1925–1934. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232019000501925&tlng=pt>.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, jun. 1965. v. 8, n. 3, p. 338–353. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001999586590241X>>.