

Uma abordagem *fuzzy* para estimar o desenvolvimento de câncer de pele a partir de fatores de risco

Beatriz K. Laghetto¹, Magda S. Peixoto²,

DFQM, Universidade Federal de São Carlos, 18.052-780, Sorocaba/SP.

Resumo. Nesse trabalho utilizamos um sistema baseado em regras *fuzzy* para elaborar um modelo matemático para estimar a chance de um indivíduo desenvolver câncer de pele não melanoma. Para isso, consideramos fototipo, número de horas por dia de exposição solar ocupacional, número de horas por dia de exposição solar não ocupacional, histórico familiar e fotoproteção como variáveis de entrada do sistema *fuzzy*.

Palavras-chave: *câncer de pele; sistemas fuzzy; modelagem matemática.*

1. Introdução

O câncer é uma doença resultante de alterações genéticas, fatores ambientais e de estilo de vida (Popim et al., 2008). Entre os diferentes tipos de câncer destaca-se o câncer de pele, que divide-se em dois tipos: melanoma e não melanoma. Segundo o Instituto Nacional do Câncer (INCA), o câncer de pele não melanoma é o de maior incidência e mais baixa mortalidade. Apresenta altos percentuais de cura, se for detectado precocemente (INCA, 2012).

Os cânceres de pele são muito comuns no Brasil (25% dos tumores malignos diagnosticados), e a maioria ocorre por causa do excesso de exposição aos raios ultravioleta do sol.

O câncer de pele é mais comum em pessoas com mais de 40 anos, sendo relativamente raro em crianças e negros, com exceção daqueles já portadores de doenças cutâneas anteriores.

¹biakrala@hotmail.com

²magda@ufscar.br

Pessoas com histórico familiar da doença, de pele e olhos claros, cabelos loiros ou ruivos, albinas, as que se expõem ao sol constituem a população de maior risco para desenvolver a doença. A prevenção e o diagnóstico precoce do câncer de pele, através do conhecimento de seus fatores de risco são fundamentais na redução de sua mortalidade e de seu impacto na saúde pública (Ferreira et al., 2011).

2. Objetivo

O objetivo desse trabalho é elaborar um modelo matemático para estimar a chance de um indivíduo desenvolver câncer de pele não melanoma através de um sistema baseado em regras *fuzzy*. Para isso, consideramos os fatores fototipo, número de horas por dia de exposição solar ocupacional, número de horas por dia de exposição solar não ocupacional, histórico familiar e fotoproteção como variáveis de entrada do sistema *fuzzy*.

3. Conceitos e Definições

Um subconjunto *fuzzy* A de um conjunto universo X é definido pela função de pertinência ψ_A que associa a cada elemento x de X um número $\psi_A(x)$, entre zero e um, que indica o grau de pertinência de x a A . Assim, $\psi_A : X \rightarrow [0, 1]$?.

É interessante notar que um subconjunto clássico A de X é um conjunto *fuzzy* particular para o qual a função de pertinência é sua função característica, $\chi_A : X \rightarrow \{0, 1\}$.

Sistema baseado em regras *fuzzy*. Basicamente, um sistema baseado em regras *fuzzy* possui quatro componentes: um processador de entrada; uma coleção de regras lingüísticas, chamada base de regras; um método de inferência *fuzzy* e um processador de saída. Esses componentes processam valores reais de entrada em valores reais de saída (Peixoto et al., 2008). A figura 1 ilustra um sistema baseado em regras *fuzzy*.

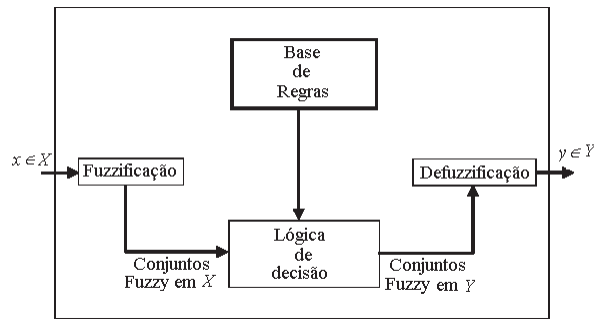


Figura 1: Estrutura de sistemas baseados em regras fuzzy

A base de regras é composta por uma coleção de proposições condicionais fuzzy na forma de regras *se-então*. Um especialista do fenômeno analisado fornece as informações para se formular o conjunto de regras fuzzy que ativa as associações de entradas/saídas linguísticas.

O método de inferência que utilizamos é o de Mamdani (Barros e Basanezi, 2006), que agrega as regras por meio do operador lógico OU, modelado pelo operador máximo e, em cada regra, os operadores lógicos E e ENTÃO são modelados pelo operador mínimo (Figura 2) (?).

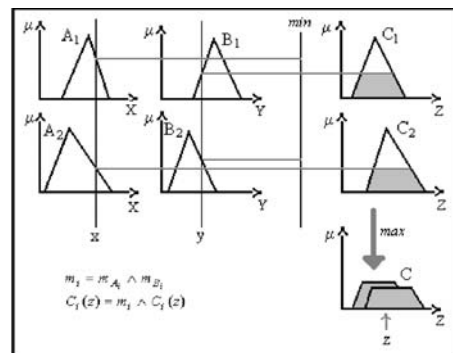


Figura 2: Método de Inferência de Mamdani

Por fim, na *defuzzificação*, o valor da variável linguística de saída inferida pelas regras fuzzy é traduzida num valor real. O objetivo é obter um valor real que melhor represente os valores fuzzy de saída. O método de *defuzzificação* adotado nesse artigo é o do Centro de Gravidade definido como segue. Seja C a

função de pertinência da variável de saída z . Então, o valor real (*defuzzificado*) de saída \bar{z} é dado como segue:

$$\bar{z} = \frac{\int zC(z)dz}{\int C(z)dz}.$$

Sugerimos a leitura de Barros e Bassanezi (2006) e ? para um entendimento detalhado dos fundamentos da teoria dos conjuntos e sistemas *fuzzy* e suas aplicações.

4. Formulação do Modelo *Fuzzy*

Para elaboração do modelo, utilizou-se os dados de (Ferreira et al., 2011) e (Popim et al., 2008), ou seja:

- Fototipo (segundo Fitzpatrick) - até 2 = RISCO, 3 em diante = NÃO RISCO;
- Número de horas (por dia) de exposição solar ocupacional - até 5h = NÃO RISCO, 6h em diante = RISCO;
- Número de horas (por dia) de exposição solar não ocupacional ocupacional - até 2h = NÃO RISCO, 3h em diante = RISCO;
- Fotoproteção - Sim = NÃO RISCO, Não = RISCO;
- Histórico Familiar - Sim = RISCO, Não = NÃO RISCO;

A proposta desse modelo é definir os fatores acima como conjuntos *fuzzy*, ou seja, de forma mais gradual. Informações qualitativas de especialistas, em particular de oncologistas, permitem propor regras que relacionem os fatores acima com a chance de um indivíduo desenvolver um câncer de pele.

O sistema *fuzzy* aqui proposto possui cinco variáveis de entrada (fototipo, número de horas (por dia) de exposição solar ocupacional, número de horas (por dia) de exposição solar não ocupacional ocupacional, fotoproteção e histórico familiar) e uma variável de saída (chance de um indivíduo desenvolver um câncer de pele).

- a variável *fuzzy* fototipo:
Segundo Fitzpatrick, a classificação baseada na reação da queimadura solar em seis tipos de pele:

Fototipo I. Pele muito branca, cor do cabelo é avermelhada, são as pessoas ruivas. A pele queima muito facilmente e dificilmente se bronzeia;

Fototipo II. Pele branca, geralmente são pessoas loiras de olhos claros. A pele queima facilmente e bronzeia moderada e uniformemente;

Fototipo III. Pele branca, cabelos castanhos escuros ou pretos. A pele queima e bronzeia moderada e uniformemente;

Fototipo IV. Pele clara ou bege e inclui as pessoas orientais também. A pele queima muito pouco, mas bronzeia fácil e moderadamente;

Fototipo V. Pele parda escura ou marrom médio São as pessoas mulatas, queimam raramente e bronzeiam muito;

Fototipo VI. São as pessoas negras. Nunca queimam e bronzeiam muito.

Dentro da classificação étnica, a pele branca está dentro do fototipo I ao III; a raça amarela está nos fototipos III ao V, com preponderância no IV; e a pele negra nos fototipos V e VI.

Então, a variável *fuzzy* fototipo é definida pelos subconjuntos *fuzzy* {branca, amarela, negra} como na Figura 3.

- a variável *fuzzy* número de horas (por dia) de exposição solar ocupacional é definida pelos subconjuntos *fuzzy* {poucas, muitas} como na Figura 4.
- a variável *fuzzy* número de horas (por dia) de exposição solar não ocupacional é definida pelos subconjuntos *fuzzy* {poucas, muitas} como na Figura 5.
- a variável *fuzzy* fotoproteção é definida pelos subconjuntos *fuzzy* {leve, alta} como na Figura 6. .
- a variável *fuzzy* histórico familiar é definida pelos subconjuntos *crisp* {sim, não}.
- a variável *fuzzy* chance de câncer é definida pelos subconjuntos *fuzzy* {baixa, média, alta} como na Figura 7

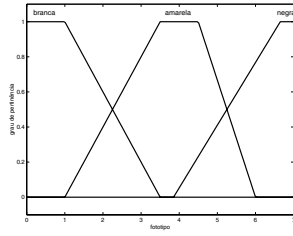


Figura 3: variável fototipo

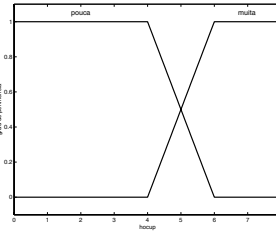


Figura 4: variável horas ocupacionais

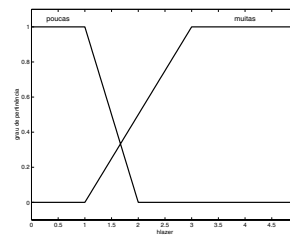


Figura 5: variável horas lazer

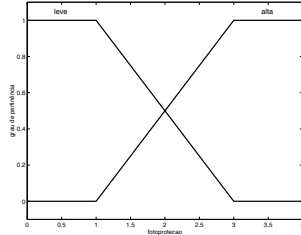


Figura 6: variável fotoprotecao

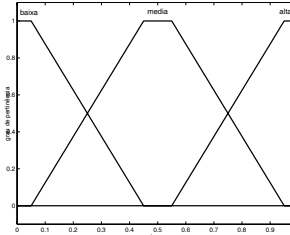


Figura 7: variável chance cancer

Foi elaborada uma base de regras, num total de 48 regras, do tipo: “Se (fototipo é branca) e (hocup são poucas) e (hlazer são poucas) e (HF é não) e (fotoprotecao é leve), então (chance is média)”; “Se (fototipo é negra) e (hocup são poucas) e (hlazer são poucas) e (HF é sim) e (fotoprotecao é leve), então (chance is B)”.

Adotou-se o Método de Inferência de Mamdani e a *defuzzificação* do Centro de Gravidade.

5. Resultados

O modelo matemático foi desenvolvido utilizando-se ferramenta *Toolbox Fuzzy* do *software MatLab*[®].

Por exemplo, suponha um indivíduo que:

- possui fototipo I;
- não trabalha ao sol;

- em suas horas de lazer permanece no máximo uma hora (por dia) ao sol;
- não utiliza fotoproteção;
- não possui histórico familiar de câncer de pele.

Como o programa é auto-explicativo, deve digitar os seguintes comandos:

Considerando a classificação segundo Fitzpatrick,

Fototipo 1. Pele muito branca, cor do cabelo é avermelhada, são as pessoas ruivas. A pele queima muito facilmente e dificilmente se bronzeia;

Fototipo 2. Pele branca, geralmente são pessoas loiras de olhos claros. A pele queima facilmente e bronzeia moderada e uniformemente;

Fototipo 3. Pele branca, cabelos castanhos escuros ou pretos. A pele queima e bronzeia moderada e uniformemente;

Fototipo 4. Pele clara ou bege e inclui as pessoas orientais também. A pele queima muito pouco, mas bronzeia fácil e moderadamente;

Fototipo 5. Pele parda escura ou marrom médio São as pessoas mulatas, queimam raramente e bronzeiam muito;

Fototipo 6. São as pessoas negras. Nunca queimam e bronzeiam muito;

Digite seu fototipo: 1

Digite a quantidade de horas (por dia) de exposição solar ocupacional: 0

Digite a quantidade de horas (por dia) de exposição solar não ocupacional:

1

De 0 a 4, digite o nível de proteção solar que utiliza: 0

Possui histórico familiar de câncer de pele: Se sim, digite 1, se não, digite 0: 0

Chance de desenvolver câncer de pele: 0.5986

Nas condições citadas acima, o indivíduo possui aproximadamente 60% de chances de desenvolver um câncer de pele não melanoma, isto é, estimativa gerada pelo sistema fuzzy proposto.

6. Conclusões

Esse artigo sugere a utilização da Teoria Fuzzy em Medicina. A partir de um sistema baseado em regras fuzzy, com o objetivo de estimar a chance de desenvolvimento de câncer de pele em um indivíduo, considerou-se o fototipo

(segundo Fitzpatrick), o número de horas (por dia) de exposição solar ocupacional, número de horas (por dia) de exposição solar não ocupacional (lazer, por exemplo), fotoproteção e histórico familiar. Para encontrar a solução, digitou-se dados fictícios de um indivíduo. As variáveis e a base de regras do sistema *fuzzy* foram elaboradas segundo (Popim et al., 2008) e (Ferreira et al., 2011).

Referências

- Barros, L. C. e Bassanezi, R. C. (2006). *Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática*, volume 5 de *Coleção Textos Didáticos*. IMECC–UNICAMP.
- Ferreira, F. R., Nascimento, L. F. C., e Rotta, O. (2011). Fatores de risco para câncer da pele não melanoma em Taubaté, SP: um estudo caso-controle. *Rev. Ass. Med. Bras.*, 57(4):431–437.
- INCA (2012). Pele não melanoma. URL: <http://www.inca.gov.br/tan.org/> Acesso em: 01/07/2013.
- Peixoto, M. S., Barros, L. C., e Bassanezi, R. C. (2008). Predator prey fuzzy model. *Ecological Modelling*, 214:39–44.
- Popim, R. C., Corrente, J. E., Marino, J. A. G., e Souza, C. A. (2008). Cancer de pele: uso de medidas preventivas e perfil demográfico de um grupo de risco na cidade de Botucatu. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(4):1331–1338.