

Utilização de Sistema Especialista para Diagnósticos de Doenças Transmitidas pelo *Aedes Aegypti*

Vitor de L. O. Fonseca¹, Luiz H. S. Volpasso², Gizelle K. Vianna³

^{1,2,3}Instituto de Ciências Exatas – Departamento de Matemática – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

BR 465 – Km 7 – CEP 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil

{vitorlofonseca, kupac}@ufrrj.br^{1,3}, luizvolpasso@pet-si.ufrrj.br²

Abstract. *In the last years, the african *Aedes Aegypti* mosquito has made many victims in Brazil and in countries around the Equator, serving as a vector for three known viruses: Dengue, Chikungunya and Zika. Moreover, the corrected diagnose of the viruses is an issue, as the symptoms can be mixed. This work presents an alternative way to diagnose patients that host one of the three viruses, by using an expert system that analyzes the combined symptoms and displays a probabilistic diagnosis.*

Resumo. *Nos últimos anos o mosquito *Aedes Aegypti*, de origem africana, tem feito muitas vítimas no Brasil e em países próximos a linha do Equador, servindo de vetor para três vírus conhecidos: Dengue, Zika e Chikungunya. Além da existência do *Aedes*, existe um grande problema relacionado a esses três vírus, que é o diagnóstico diferencial correto entre as três doenças. Esse trabalho apresenta uma forma alternativa de diagnosticar pacientes, através da análise dos sintomas apresentados por um sistema especialista que emite um diagnóstico probabilístico da doença.*

1. Introdução

Em 2016, foram registrados 1.426.005 casos prováveis de dengue no país até a Semana Epidemiológica 32 (3/1/2016 a 13/08/2016). No mesmo período do ano de 2015, foram estimados 1.479.950 casos (Figura 1). Nessas 32 primeiras semanas do ano de 2016, houveram 509 mortes confirmadas pelo Ministério da Saúde. No mesmo período, estima-se que 216.102 pessoas foram infectadas pelo vírus Chikungunya, e 196.976 pelo vírus Zika [Ministério da Saúde 2016]. Diversas medidas para a erradicação dos vírus citados anteriormente já foram tomadas por instituições governamentais, como distribuição de insumos estratégicos, como inseticidas e kits para diagnóstico aos estados e municípios, elaboração e disponibilização de cursos virtuais relacionados ao assunto [Ministério da Saúde, 2016], passagens frequentes de carros fumacê para o lançamento de inseticida, campanhas de prevenção e combate na internet, entre outras.

Porém um dos problemas que mais tem afetado os órgãos de saúde nos últimos 2 anos é identificar qual dos três vírus um paciente está hospedando. Isso acontece porque os sintomas dos três são quase idênticos (Tabela 1). Em decorrência disto, há a necessidade de que o médico utilize uma ponderação adequada para cada tipo de sintoma que o paciente possuir, visto que, ajudará na diferenciação de qual doença o paciente possui.

Além disso, tem-se dificuldade na compreensão dos médicos nas descrições dos sintomas que o paciente tem, por não serem precisas ou completas, e também por perguntas mal formuladas realizadas pelos médicos. Estes fatores tornam a diagnóstico mais complexo.

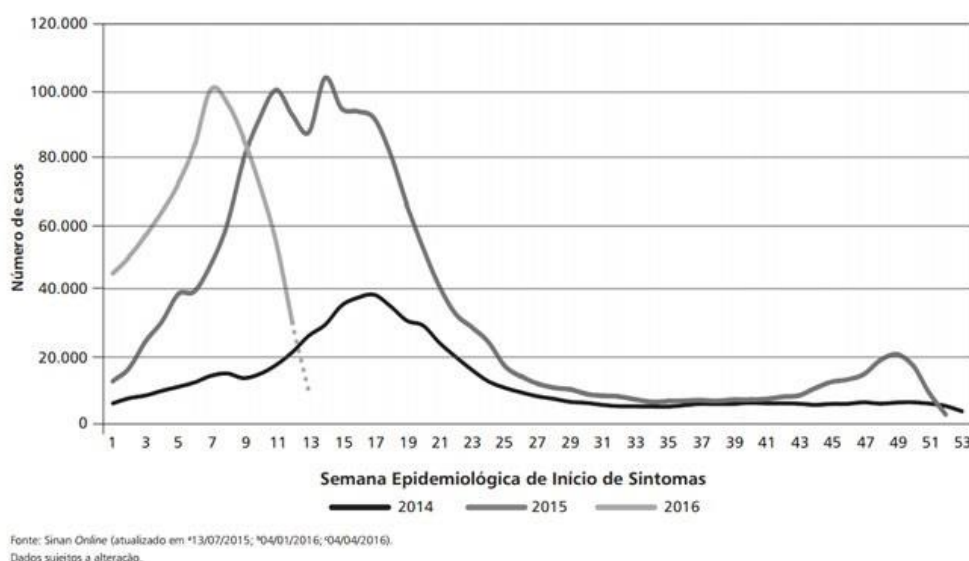


Figura 1. Casos prováveis de Dengue por semana no ano de 2016, 2015 e 2014 (Secretaria de Vigilância em Saúde - Ministério da Saúde, 2016).

Tabela 1. Sintomas e seus respectivos vírus.

Sinais/Sintomas	Dengue	Zika	Chikungunya
Febre (duração)	Acima de 38 °C (4 a 7 dias)	Sem febre ou subfebril 38 °C (1-2 dias subfebril)	Febre alta > 38 °C (2-3 dias)
Manchas na pele (frequência)	A partir do 4º dia (30-50% dos casos)	Surge no 1º ou 2º dia (90-100% dos casos)	Surge 2-5 dias (50% dos casos)
Dor nos músculos (frequência)	+++ / +++	++ / +++	+ / +++
Dor na articulação (frequência)	+ / +++	++ / +++	+++ / +++
Intensidade da dor articular	Leve	Leve/Moderada	Moderada/Intensa
Edema na Articulação	Raro	Frequente e leve intensidade	Frequente e de moderada a intensa
Conjuntivite	Raro	50-90% dos casos	30%
Dor de cabeça (frequência e intensidade)	+++	++	++
Coceira	Leve	Moderada/Intensa	Leve
Alteração no sistema nervoso	Raro	Mais frequente que Dengue e Chikungunya	Raro (predominante em Neonatos)

O objetivo desse trabalho é auxiliar no diagnóstico dos pacientes, utilizando as frequências e intensidades dos sintomas dos hospedeiros como entradas de um sistema especialista, construído através do Expert Sinta [SINTA 2016], que utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades. Deve-

se salientar que o sistema apenas auxilia na elaboração do diagnóstico, não pretendendo ser categórico em um diagnóstico final.

2. Processo de Diagnóstico através de um Sistema Especialista

Um sistema especialista consiste em um sistema lógico composto por um conjunto de regras de produção. As regras fornecem uma forma de representação do conhecimento bastante próxima da forma humana de expressá-lo, e podem ser estruturadas como sentenças booleanas ou binárias do tipo SE...ENTÃO...SENÃO, armazenadas em uma base de conhecimento [LOPES, 2005]. Formando um conjunto de regras e fatos, pode-se extrair um determinado estado conclusivo (objetivo) que, em aplicações médicas, seria um diagnóstico.

Abaixo, mostraremos o conjunto de regras usadas para representar os fatos conhecidos sobre o diagnóstico das doenças em questão e a forma usada para ponderar os fatos em busca de um objetivo, com suas respectivas conclusões.

2.1. Obtenção de conclusões com operadores lógicos e fatos

Nesse trabalho, utilizamos abordagem orientada a objetivos, a qual aciona as regras que contém os objetivos atuais, na ordem em que se apresentam. A cada regra acionada, caso a premissa não possa ser avaliada, novos objetivos são definidos e o processo de avaliação das regras é reiniciado.

Para que o processo de obtenção de objetivos se assemelhe mais às decisões de especialistas humanos, sistemas especialistas utilizam o artifício da probabilidade. Com a utilização desse recurso, regras, premissas e conclusões são ponderados por fatores de confiança, que consistem de valores percentuais que representam a confiabilidade de cada um desses elementos. Fatores de confiança devem corresponder a um número entre 0% e 100%, proporcionalmente à expectativa de que aquele elemento seja verdadeiro. Define-se também um limiar, onde se o fator de confiança de determinada afirmativa for menor que esse limiar, tal afirmativa é considerada falsa, do contrário verdadeira.

Neste trabalho, foram usados três formatos de regra de produção. O primeiro formato é a implicação básica na forma SE A ENTÃO B onde, se a condição A for verdadeira, a conclusão B também o será e falsa, caso contrário. No segundo formato aparecem as implicações com conjunções, do tipo SE A e B ENTÃO C. Nesse tipo de regra, apenas quando A e B forem condições verdadeiras simultaneamente, C será uma conclusão verdadeira. Se A ou B forem falsas, C será falsa. No terceiro formato, temos as implicações disjuntivas SE A ou B ENTÃO C, onde C só será falso se A e B forem falsos ao mesmo tempo. O primeiro passo de representação do conhecimento é identificar o formato da implicação e, a partir daí, temos três formas para calcular o fator de confiança do objetivo da mesma, de acordo com o formato de regra sendo usado, a saber:

- 1) Para regras do tipo SE A então B, a forma de calcular o fator de confiança de um objetivo (B) consiste em multiplicar o fator de confiança da premissa (A) pelo fator de confiança da regra.
- 2) Para regras do tipo SE A e B então C, multiplica-se o fator de confiança das premissas (A) e (B), pelo fator de confiança da regra.

- 3) Para regras do tipo SE A ou B então C, devemos subtrair o produto dos fatores de confiança das premissas (A) e (B), da soma desses mesmos fatores e multiplicar o resultado pelo fator de confiança da regra.

2.2. Listagem e descrição das regras

Ao todo, foram listadas e utilizadas 34 regras com bases nos sintomas relacionados a cada uma das doenças (Tabela 2).

Tabela 2. Sintomas Principais e Regras

REGRA 1	SE temperatura corporal = acima de 38 °C E duração febre = 2 a 3 dias	ENTÃO chikungunya
REGRA 2	SE temperatura corporal = acima de 38 °C E duração febre = 4 a 7 dias	ENTÃO dengue
REGRA 3	SE temperatura corporal = abaixo de 38 °C	ENTÃO zika
REGRA 4	SE dia de aparecimento de manchas na pele = 1° ou 2°	ENTÃO zika
REGRA 5	SE dia de aparecimento de manchas na pele = 2° ao 5°	ENTÃO chikungunya
REGRA 6	SE dia de aparecimento de manchas na pele = a partir do 4°	ENTÃO dengue
REGRA 7	SE dia de aparecimento de manchas na pele = não tem manchas	ENTÃO dengue
REGRA 8	SE dor nos músculos = com dor E intensidade = intensa	ENTÃO dengue
REGRA 9	SE dor nos músculos = com dor E intensidade = moderada	ENTÃO zika
REGRA 10	SE dor nos músculos = com dor E intensidade = leve	ENTÃO chikungunya
REGRA 11	SE dor nos músculos = sem dor	ENTÃO não tem doença
REGRA 12	SE dor nas articulações = com dor E intensidade = intensa	ENTÃO chikungunya
REGRA 13	SE dor nas articulações = sem dor	ENTÃO não tem doença
REGRA 14	SE dor nas articulações = com dor E intensidade = leve	ENTÃO dengue
REGRA 15	SE dor nas articulações = com dor E intensidade = moderada	ENTÃO zika
REGRA 16	SE edema nas articulações = não tenho	ENTÃO dengue
REGRA 17	SE edema nas articulações = leve intensidade	ENTÃO zika
REGRA 18	SE edema nas articulações = moderada ou intensa	ENTÃO chikungunya
REGRA 19	SE conjuntivite = tenho	ENTÃO zika e chikungunya
REGRA 20	SE conjuntivite = não tenho E intensidade nas dores articulares = intensa	ENTÃO chikungunya
REGRA 21	SE conjuntivite = não tenho E intensidade nas dores articulares = leve	ENTÃO dengue
REGRA 22	SE dor de cabeça = sem dor	ENTÃO não tem doença
REGRA 23	SE dor de cabeça = com dor E intensidade = leve	ENTÃO chikungunya e zika
REGRA 24	SE dor de cabeça = com dor E intensidade = moderada E intensidade nas dores articulares = intensa	ENTÃO chikungunya
REGRA 25	SE dor de cabeça = com dor E intensidade = intensa	ENTÃO dengue
REGRA 26	SE dor de cabeça = com dor E intensidade = moderada E intensidade nas dores articulares = moderada	ENTÃO zika
REGRA 27	SE coceira = não tenho	ENTÃO não tem doença

REGRA 28	SE coceira = tenho E intensidade coceira = leve E intensidade das dores musculares = intensa	ENTÃO dengue
REGRA 29	SE coceira = tenho E intensidade coceira = leve E intensidade das dores musculares = leve	ENTÃO chikungunya
REGRA 30	SE coceira = tenho E intensidade coceira = moderada	ENTÃO zika
REGRA 31	SE coceira = tenho E intensidade coceira = intensa	ENTÃO zika
REGRA 32	SE alterações no sistema nervoso = sim	ENTÃO zika
REGRA 33	SE alterações no sistema nervoso = não E intensidade nas dores articulares = leve	ENTÃO dengue
REGRA 34	SE alterações no sistema nervoso = não E intensidade nas dores articulares = intensa	ENTÃO chikungunya

Após a formulação das regras com suas respectivas condições, basta inicializar a aplicação que o programa realizará o questionário e, com base nas respostas dados pelo usuário, encontrará a probabilidade de classificação em cada uma das doenças (objetivos) que o usuário possa ter.

O programa não necessariamente acionará todas as regras ou passará por todas elas pois, conforme ele vai sendo alimentado de informações, passa a ter uma inferência individual com base nos questionários respondidos por cada paciente e pelas decisões tomadas durante o percurso realizado na árvore de pesquisa. Além disso, o programa pode realizar novas buscas sempre que um novo objetivo for definido, quando uma regra acionada não puder ser respondida sem que novos fatos sejam concluídos.

Ao final do questionário é informado ao usuário a probabilidade de diagnóstico para cada uma das três doenças avaliadas, além de disponibilizar o histórico do processamento de todas as regras avaliadas para aquele caso individual (Figura 2). Lembrando que existe um limiar de corte que pode desprezar regras e conclusões, nem sempre todas as doenças terão um valor significativo de probabilidade para que possam ser consideradas como possíveis de existir em um determinado quadro.

3. Conclusões

Os Sistemas Especialistas se mostram capazes de atuar em diferentes áreas de aplicação, com bastante flexibilidade quanto ao número e formato das regras necessárias para modelar um ramo do conhecimento. Para isso, porém, o sucesso depende que o responsável pela tradução do conhecimento para o formato de conjunto de regras lógica tenha uma boa capacidade de organização estruturada das informações fornecidas por especialistas das áreas e das conexões entre as partes desse conhecimento.

No estudo de caso aqui apresentado, abordamos a adequação do paradigma ao diagnóstico das doenças relacionadas ao vetor *Aedes* que são, em nível de sintomas, praticamente idênticas. Utilizando o sistema da forma correta, com um especialista que tenha habilidade de agregar conhecimento extra quando necessário, haverá grande probabilidade do sistema atender os requisitos para o qual foi construído, podendo auxiliar setores de triagem em postos de emergência, por exemplo.

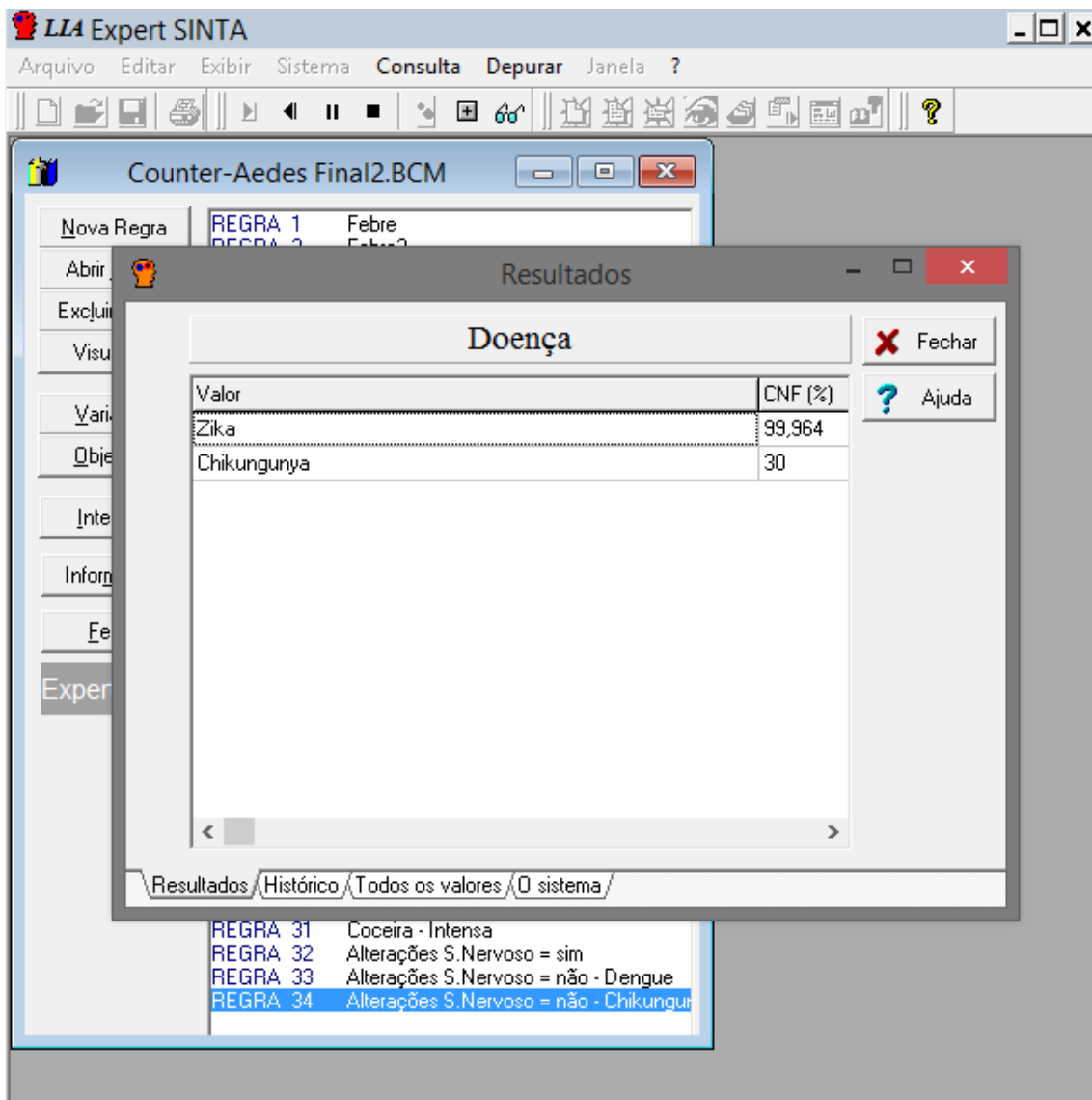


Figura 2. Resultado final após questionário

4. Referências

- MS, (2016), “Boletim Epidemiológico, Volume 47, Número 8”, Secretaria de Vigilância em Saúde - Ministério da Saúde, página: <http://www.combateaedes.saude.gov.br/images/pdf/2016-006-Dengue-SE5.pdf>
- LOPES, M.H.B. de Moraes, HIGA, R. (2005) “Desenvolvimento de um sistema especialista para identificação de diagnósticos de enfermagem relacionados com a eliminação urinária”
- SINTA (2016), Projeto Expert Sinta, Laboratório de Pesquisa em Ciência da Computação, Departamento de Computação, UFC, página: <http://www.lia.ufc.br/~bezerra/exsinta/> (Consultada em maio de 2016)