

UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FGA - FACULDADE GAMA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
BIOMÉDICA**

**CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL
TRANSMITIDA PELO MOSQUITO *Ae. aegypti* POR MEIO DO
SISTEMA ESPECIALISTA *AEDES EXPERT***

LUCIANA CÁSSIA ARAÚJO DE SOUSA

**ORIENTADORA: Dra. LOURDES MATTOS BRASIL
COORIENTADOR: Dr. MARCOS TAKASHI OBARA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA
BIOMÉDICA**

PUBLICAÇÃO: 090A/2018

BRASÍLIA/DF: MAIO – 2018

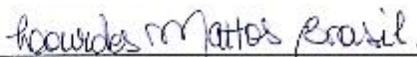
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DO GAMA
ENGENHARIA BIOMÉDICA

"CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL TRANSMITIDA
PELO MOSQUITO *Ae. aegypti* POR MEIO DO SISTEMA
ESPECIALISTA *AEDES EXPERT*"

LUCIANA CASSIA ARAÚJO DE SOUSA

DISSERTAÇÃO DE Mestrado SUBMETIDA À FACULDADE UNB GAMA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA
A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA BIOMÉDICA.

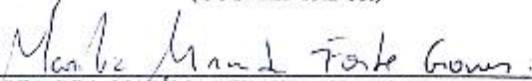
APROVADA POR:



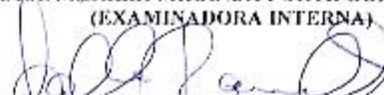
PROFA. DRA. LOURDES MATTOS BRASIL – FGA / UNB
(ORIENTADORA)



PROF. DR. MARCOS TAKASHI OBARA – FCE / UNB
(COORIENTADOR)



PROFA. DRA. MARÍLIA MIRANDA FORTE GOMES – FGA / UNB
(EXAMINADORA INTERNA)



PROF. DR. WALTER MASSA RAMALHO – FCE / UNB
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA, 28 DE MAIO DE 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

LUCIANA CÁSSIA ARAÚJO DE SOUSA

CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL TRANSMITIDA PELO MOSQUITO *Ae. aegypti* POR MEIO DO SISTEMA ESPECIALISTA *AEDES EXPERT*, Gama/Distrito Federal, 2018.

140 p., 210 x 297 mm (FGA/UnB Gama, Mestre, Engenharia Biomédica, 2018).
Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade Gama. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

1. Sistemas Especialistas

2. Probabilidade

3. *Ae. aegypti*

4. *Aedes Expert*

I. FGA UnB Gama/ UnB.

II. Título (090A/2018)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, L. C. A. (2018). **CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL TRANSMITIDA PELO MOSQUITO *Ae. aegypti* POR MEIO DO SISTEMA ESPECIALISTA *AEDES EXPERT***. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação n 090A/2018, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 140.p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: LUCIANA CASSIA ARAÚJO DE SOUSA.

TÍTULO: CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL TRANSMITIDA PELO MOSQUITO *Ae. aegypti* POR MEIO DO SISTEMA ESPECIALISTA *AEDES EXPERT*.

GRAU: Mestre

ANO: 2018.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

2018

Área Especial de Indústria Projeção A Setor Leste Gama
CEP 72.444-240 Brasília, DF – Brasil.

DEDICATÓRIA

*Para as bênçãos da minha vida, Diogo e
Gustavo, e para o meu amado companheiro
pra vida toda George Sugai, com amor.*

*Porque eu sei que é amor
Eu não peço nada em troca
Porque eu sei que é amor
Eu não peço nenhuma prova*

...

*Porque eu sei que é amor
Sei que cada palavra importa
Porque eu sei que é amor
Sei que só há uma resposta*

...

*Porque eu sei que é amor
Porque eu sei que é amor*

Sérgio Britto e Paulo Miklos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao amado mestre de todos os mestre, DEUS, já que Ele colocou pessoas tão especiais ao meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta!

As bênçãos da minha vida Diogo e Gustavo, principalmente ao meu pequeno príncipe Gustavo que quando iniciei esta fase importante de minha vida estava com apenas 1 ano e 9 meses e hoje, já completou 4 aninhos. Tão pequeno precisou entender que a mamãe também é papai e precisa melhorar para o futuro, fazer muitas coisas e estar em vários lugares em apenas um dia. E ele esperou e sempre me recebeu com alegria. Obrigada, meu pequeno! Obrigada pela paciência, meus filhos! Vocês são a minha razão de viver!

Ao meu amado noivo e futuro marido, George Sugai que chegou na minha vida no meio do turbilhão de tarefas e decidiu ficar, me ajudou e me apoiou em todas as minhas decisões. Me deu o ombro para acolher as minhas lágrimas nos momentos em que eu pensei que não conseguiria. Obrigada, meu amor! Te amo!

A minha família, pai, mãe e irmãos pela compreensão, pelos muitos aniversários e confraternizações em família perdidos. Amo todos vocês!

A minha orientadora Profa. Lourdes Brasil por ter acreditado que eu conseguiria, mesmo com tudo conspirando contra a pesquisa e aos resultados. Mas consegui chegar até o final. Obrigada por acreditar, Profa. Lourdes! Exemplo!

Ao meu coorientador o Prof. Marcos Obara, ao Prof. Dr. Luiz Tauil e ao prof. Walter Ramalho do Núcleo de Medicina Tropical pelas orientações e contribuições que enriqueceram este trabalho.

A Profa. Marília Miranda que me auxiliou com a sua experiência, conhecimento, palavras de motivação e sorriso cativante! Muito obrigada!

Ao colega Douglas Médice, Engenheiro de Software pela importante colaboração e paciência. Obrigada, Douglas!

As pessoas maravilhosas e prestativas do HRSM e do HRG que me acolheram e me auxiliaram na aquisição das informações necessárias para o desenvolvimento desse trabalho. A Dra. Leandra coordenadora do NEPs Sul pelo empenho. Ao Sr. Zacarias Júnior chefe do Arquivo do HRSM por me direcionar diante tantos prontuários. E, especialmente

a Érica Macedo, enfermeira chefe da Epidemiologia que me recebeu de braços abertos e colaborou em todas as etapas da pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que participaram de mais esta fase da minha vida de alguma forma, apoio moral, conselhos e conhecimento. Vai aqui o meu muito obrigada a todos!

RESUMO

CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL TRANSMITIDA PELO MOSQUITO *Ae. aegypti* POR MEIO DO SISTEMA ESPECIALISTA *AEDES EXPERT*

Autor: Luciana Cássia Araújo de Sousa

Orientadora: Profa. Dra. Lourdes Mattos Brasil

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Takashi Obara

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica

Brasília, Maio de 2018.

Este trabalho teve o objetivo de propor a implementação do *Aedes Expert* no apoio ao diagnóstico da Dengue, *Chikungunya* e *Zika*, três doenças que possuem várias características em comum e outras bem distintas e pontuais. O ambiente de programação utilizado foi o DELPHI. A base de conhecimento foi desenvolvida por meio de informações e conhecimentos de um especialista na área epidemiológica e os protocolos específicos disponibilizados nos *sites* do Ministério da Saúde (MS). O *Aedes Expert* se baseia nas técnicas de tomada de decisão por meio de raciocínio probabilístico. O Sistema foi organizado e desenvolvido em três fases distintas, isto é, a primeira foi a aquisição do conhecimento e submissão ao comitê de ética e pesquisa, a segunda foi o desenvolvimento do *Aedes Expert* e, na terceira fase, o *Aedes Expert* foi testado com casos reais extraídos do Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) adquiridos dos arquivos dos Hospitais Regionais do Gama (HRG) e Santa Maria (HRSM) do Distrito Federal, em que foi coletada uma amostra de 200 PEPs. O sistema não foi invasivo, utilizou-se um questionário de direcionamento de diagnóstico computadorizado tal como um protocolo estabelecido pelo MS, com tecnologia de inteligência artificial. Dessa forma, o maior risco que se poderia citar ao profissional de saúde seria o estresse inerente a aprendizagem da utilização do *Aedes Expert*. O resultado obtido foi o desenvolvimento de um programa simples e capaz de produzir uma hipótese diagnóstica somente com a anamneses e observações clínicas do paciente, proporcionando agilidade no pronto atendimento e encaminhamento do paciente ao setor competente para tratamento correto e precoce. Os testes tiveram um percentual de acertos satisfatórios, visto que o número de acertos foi de 70%. Os demais 30% foram combinações de sintomas que o especialista não considerou e que o *Aedes Expert* não contemplou em sua programação, mas que foram inseridos conforme a resposta aos testes. Por conseguinte, foi observado que o *Aedes Expert* apresentou grande potencial de ser uma ferramenta computacional capaz de auxiliar no diagnóstico da tríplice infecção viral, funcionando como uma segunda opinião ao diagnóstico clínico, proporcionando agilidade no pronto atendimento e encaminhamento do paciente ao setor competente para tratamento precoce, correto e direcionado.

Palavras-chaves: Sistema Especialista, Probabilidade Condicional, Dengue, *Zika*, *Chikungunya*.

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF THE TRIPLEX VIRAL INFECTION TRANSMITTED BY MOSQUITO *Ae. aegypti* THROUGH THE SPECIALIST SYSTEM AEDES EXPERT

Author: Luciana Cássia Araújo de Sousa

Supervisor: Dra. Lourdes Mattos Brasil

Co-supervisor: Dr. Marcos Takashi Obara

**Post-Graduation Program in Biomedical Engineering – Qualify of Master Degree
Brasília, May of 2018.**

This work has had the objective to propose the implementation of Aedes Expert, a specialized system (SE) using probability reasoning, to support the diagnosis of Dengue, Chikungunya and Zika virus. The three pathologies have several characteristics in common and others very distinct and punctual. The programming environment used was DELPHI. The knowledge base was developed through the informations and knowledges of an expert of epidemiological field and through specific protocols available at the Minister of Health's sites. The Aedes Expert system is based on decision-making techniques through probability thus probability reasoning. The system was organized and developed in 3 phases: The first one was the acquisition of knowledge and the its submission through the research and ethics committee. The second was the development of Aedes Expert system and, the third one was the test and validation with real cases from patients electronic medical record (PEP) at Gama Regional Hospital (HHRG) and at Santa Maria Regional Hospital (HRSM) both hospitals located at Federal District (DF), Brazil. In fact 200 patients electronic medical records were collected for validation the system. The Aedes Expert has not been invasive, indeed it utilized a computational diagnostic targeting quiz based on a protocol established by Ministry of Health with artificial intelligence technology. Thus, the highest risk that could happen to the health professional would be the stress in learning the system Aedes Expert. The result was the development of a simple computational program able to produce a possible diagnosis with patient's clinical observations and anamnesis providing efficiency in the patient's medical care, The results have presented a satisfactory percentage of achievement with 70% of accuracy. The others 30% were due the combination of symptoms that the expert did not considered and the sytem Aedes Expert did not considered in its programming, but were included according to the test's answers. Therefore was verified that the Aedes Expert presented a big potential to become a computational tool able to help on the diagnosis of the triplex viral infection working as a second opinion through the clinical diagnosis, providing agility on the medical care through delivering the patient to the competent sector for early correct and foward treatment.

Key-words: Expert System, Conditional probability, Dengue, Zika, Chikungunya.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Contextualização e Formulação do Problema	17
1.2	Objetivos.....	19
	1.2.1 Objetivo geral.....	19
	1.2.2 Objetivos específicos	19
1.3	Revisão da Literatura	20
1.4	Organização do Trabalho.....	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	SISTEMAS ESPECIALISTAS E SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA DA SAÚDE 25	
	2.1.1 Sistemas Especialistas.....	25
	2.1.2 Aquisição do Conhecimento	26
	2.1.3 Base de Conhecimento.....	27
	2.1.4 Máquina de Inferência	28
	2.1.5 Aplicações dos Sistemas Especialistas na Área da Saúde	29
2.2	SISTEMAS DE RACIOCÍNIO PROBABILÍSTICO	29
2.3	VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA	32
2.4	CONCEITOS EM SAÚDE PÚBLICA – TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL: DENGUE, <i>CHIKUNGUNYA</i> E <i>ZIKA</i>	33
	2.4.1 Epidemiologia da tríplice infecção viral transmitida pelo <i>Ae. aegypti</i>	33
	2.4.2 <i>Aedes aegypti</i> : o vetor.....	35
	2.4.3 Vírus e patologias associadas.....	41
2.5	DIAGNÓSTICO laboratorial	45
3	metodologia	52
	3.1 O COMITÊ DE ÉTICA	52
	3.2 O AMBIENTE DE PESQUISA.....	52

3.3	Coleta e Análise dos dados	53
3.1	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	59
4.	RESULTADOS	60
4.1	Visão Geral	60
4.2	Levantamento de Requisitos	60
5.	DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	98
6.	TRABALHOS FUTUROS	102
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
	ANEXOS	111
	ANEXO 1: Dados dos protocolos do ms.	112
	Anexo 1a: Questionário de investigação da infecção por <i>Zika</i> para gestante.....	113
	Anexo 1b.....	114
	Anexo 1c.....	115
	Anexo 1d.....	116
	ANEXO 2: Termo de Consentimento livre e esclarecido	117
	ANEXO 3: PUBLICAÇÕES	120
	Anexo 3a.....	121
	ANEXO 4: Pareceres do comitê de ética.....	133
	Anexo 4 ^a : 1º Parecer Consubstanciado	134
	Anexo 4b: 2º Parecer consubstanciado	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Casos prováveis de Dengue, Chikungunya e <i>Zika</i> de 2015 a 2018.....	18
Tabela 2: Casos prováveis de Dengue, Chikungunya e <i>Zika</i> de 2015 a 2018.....	18
Tabela 3: Palavras chave utilizadas para busca de artigos de referência na língua inglesa.	20
Tabela 4: Artigos relevantes que abordam temas similares.	22
Tabela 5 - <i>Culex X Ae. aegypti</i>	36
Tabela 6 - Oportunidade de coleta para os agravos da Tríplice epidemia causados pelo <i>Ae. aegypti</i>	47
Tabela 7- Testes laboratoriais Padrão Ouro para o diagnóstico da tríplice epidemia. ...	48
Tabela 8- Protocolos e manuais utilizados para extração dos sinais e sintomas.	54
Tabela 9- Variáveis e seus valores.	56
Tabela 10 - Matriz de relação das variáveis e a probabilidade de ocorrência/intensidade em cada doença para a população geral.	61
Tabela 11 - Matriz de relação entre as variáveis e seus valores de intensidade em probabilidade de intensidade/frequências num indivíduo.	61
Tabela 12 - simbologia e tipos de função utilizadas para a montagem das regras de produção na linguagem DELPHI.	62
Tabela 13 - Funções utilizadas nas regras de produção.	64
Tabela 14 - Valores para os níveis de intensidade.	72
Tabela 15 - Interpretação dos resultados – classificação final para dengue, chikungunya e <i>Zika</i> (cid a90 e a92).	73
Tabela 16 - Critério de confirmação/descarte.	73
Tabela 17 - Exames confirmatórios realizados.	74
Tabela 18 - 1ª etapa de seleção dos dados disponibilizados.	75
Tabela 19 - : Casos Verdadeiramente Positivos.	77

Tabela 20 - Casos Verdadeiramente Negativos.	78
Tabela 21 - Casos Confirmados por Dados de Investigação Epidemiológica.	78
Tabela 22 - Classificação dos resultados de exames laboratoriais.	79
Tabela 23 - Sintomas e sinais clínicos extraídos dos PEPs.	82
Tabela 24 - Anamnese extraídos dos PEPs.	83
Tabela 25 - Destaque para os anos com o maior número de casos para os agravos da tríplice epidemia no Brasil.	87
Tabela 26 - Sintomas e sinais clínicos para dengue no ano de 2015 do HRSM.	89
Tabela 27 - Sinais e sintomas.	90
Tabela 28 - Testes para a doença Dengue.	94
Tabela 29 - Testes para a doença Chikungunya.	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação dos vetores do gênero <i>Aedes</i>	35
Quadro 2- Ciclo biológico do <i>Aedes aegypti</i>	38
Quadro 3 - Distribuição de casos de dengue. Fonte: Brasil nos anos de 2015, 2016 e 2017 (SUvisa, 2017).	42
Quadro 4 - Diagnóstico diferencial dengue x chikungunya x <i>Zika</i>	44
Quadro 5 - Definição de casos suspeitos. As amostras que chegarem ao LACEN sem atenderem as definições de casos suspeitos, e/ou os critérios de qualidade de amostra, serão descartadas pelo LACEN.	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura de um SE. Adaptado de: BRASIL (2008).	26
Figura 2 - Diferenças morfológicas entre o pernilongo e o mosquito da dengue. Machos estão representados a esquerda e fêmea à direita. Fonte: NEWSWEEK (2016).	37
Figura 3 - Sensibilidade X Especificidade de um teste laboratorial. Fonte: UFG, 2018.....	45
Figura 4 - Valores preditivos de testes laboratoriais. Fonte: USP, 2018	46
Figura 5- Fluxograma para a realização de testes laboratoriais para a confirmação ou descarte do <i>vírus da Zika</i> . Fonte: SBPC, 2016.	49
Figura 6: Fluxo laboratorial para o diagnóstico de dengue. Fonte: PARANÁ (2017).	50
Figura 7 - Aquisição do conhecimento.	55
Figura 8 – Conjunto de telas do <i>Aedes Expert</i>	68
Figura 9 - Interface do <i>Aedes Expert</i> e a sua sequência de telas	70
Figura 10 - Interface reduzida das Telas do <i>Aedes Expert</i> . Em apenas 4 telas o sistema consegue chegar a um resultado satisfatório.	71
Figura 11 - Fluxograma de decisão para tríplice epidemia.....	86
Figura 12 - Cruzamento entre sintomas e o respectivo resultado.	87

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

AC – Aquisição do Conhecimento

Ae. – *Aedes*

BVS – Biblioteca Virtual de Saúde

CBEB XXV – XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica

DIVE – Diretoria de Vigilância Epidemiológica

DF – Distrito Federal

HRG – Hospital Regional do Gama

HRSM – Hospital Regional de Santa Maria

IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

IS – Informática em Saúde

IA – Inteligência Artificial

PEP - Prontuário Eletrônico do Paciente

PC – Probabilidade Condicional

MEDLINE - Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Tradução: Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica)

MS – Ministério da Saúde

NLM - US National Library of Medicine's (Tradução: Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América)

OMS – Organização Mundial de Saúde

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde

PUBMED - Public Medline or Publisher Medline

SAD – Sistemas de Apoio a Decisão

SE – Sistema Especialista

SESDF – Secretaria do Estado de Saúde do Distrito Federal

SI – Sistemas Inteligentes

SUS – Sistema Único de Saúde

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

TI – Tecnologia da Informação

USP – Universidade de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A área médica tem recebido muita contribuição da ciência da computação e da Tecnologia da Informação (TI), seja pela inclusão de computadores nos hospitais e centros de saúde, seja pela aplicação de técnicas computacionais na organização das informações médicas, tais como documentação, processamento de dados, processamento de sinais gráficos, audiovisuais, dentre outros. A Informática em Saúde (IS) estuda e desenvolve sistemas computacionais para apoio às atividades médicas, trabalhando com análise e gestão do conhecimento em saúde, banco de dados em saúde, Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP), Inteligência Artificial (IA) no apoio à educação em saúde, multimídia e hipermídia em saúde, telemedicina, processamento digital de imagens médicas e de sinais bioelétricos, desenvolvimento de sistemas de monitoração, apoio ao diagnóstico e à decisão, além de sistemas tutores inteligentes (MAIA, 2017).

A união da IS e a IA permitem o desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) médica de grande importância e desempenho buscando acompanhar novos desafios para integração dos computadores, equipamentos médicos e sistemas de informação existentes nos hospitais, bem como funcionar como apoio na distinção entre doenças muito similares em seus sinais e sintomas tais como os que ocorrem no caso da tríplice epidemia: Dengue, *Chikungunya* e *Zika*. A tríplice epidemia é transmitida pelo vetor *Ae. aegypti*, um mosquito doméstico de hábitos preferencialmente diurnos e que se reproduz rapidamente em água limpa e parada. O grande problema destas doenças é devido a grande semelhança entre elas, o que torna a diferenciação um diagnóstico difícil, se levado em conta apenas com as anamneses do paciente e exames complementares. De fato, o diagnóstico diferencial e confirmatório das três doenças só pode ser obtido através de exames laboratoriais considerados como “Padrão Ouro”. No entanto, em períodos de epidemia, o Ministério da Saúde (MS) recomenda que, uma vez caracterizada a transmissão sustentada da tríplice epidemia, os demais casos devem ser confirmados por critérios clínico-epidemiológicos (SVS, 2016).

A tríplice infecção viral causou epidemia e um grande impacto na saúde pública do Brasil, principalmente, nos anos de 2015 e 2016, mas até momento ainda assusta devido ao

potencial de mortalidade da dengue, de morbidade da *Chikungunya* e de microcefalia congênita causada pelo vírus da *Vírus da Zika* (DIVE, 2017).

Segundo os boletins epidemiológicos, dos arquivos do MS, liberados para os anos de 2015 até 14 de abril de 2018, das primeiras semanas epidemiológicas até a última registrada na publicação deste trabalho, foram registrados um total de 3.767.495 casos prováveis de dengue, 531.481 casos prováveis de febre de *Chikungunya* e 237.548 casos prováveis de febre pelo vírus da *Zika* no país como mostra a Tabela 1 (SVS, 2018; SINAN, 2016; SINAN, 2018). Dos óbitos confirmados para o mesmo ano, destacam-se as seguintes informações: 1.732 casos de dengue, 382 óbitos por febre de *Chikungunya* e 14 óbitos por vírus *Zika* (óbitos em recém-nascidos, natimortos, abortamento ou feto, resultantes de microcefalia associada ao vírus *Zika* não estão inclusos) (BVS, 2016; SVS, 2018; SINAN, 2018).

Tabela 1: Casos prováveis de Dengue, *Chikungunya* e *Zika* de 2015 a 2018.

CASOS PROVÁVEIS DE DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA DE 2015 A 2018					
AGRAVO	2015	2016 SE 1 a 52	2017 (SE 1 a 52)	2018 (SE 1 a 15)	Total
DENGUE	1.649.008	1.438.623	251.711	90.858	3.430.200
CHIKUNGUNYA	38.499	277.882	185.605	29.495	531.481
ZIKA	2.401	215.319	17.594	2.234	237.548

Fonte: Boletins Epidemiológicos da Dengue, *Chikungunya* e *Zika* do MS dos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018 (Anexo IV).

Tabela 2: Casos prováveis de Dengue, *Chikungunya* e *Zika* de 2015 a 2018.

Nº ÓBITOS CONFIRMADOS POR TESTES LABORATORIAIS					
AGRAVO	2015 (SE 1 a 52)	2016 (SE 1 a 52)	2017 (SE 1 a 52)	2018 (SE 1 a 15)	Total
DENGUE	863	698	137	34	1.732
CHIKUNGUNYA	14	196	168	4	382
ZIKA	3	8	2	1	14

Fonte: SINAN – Boletins Epidemiológicos 2015, 2016, 2017 e 2018.

Sistemas computacionais, conhecidos por SE são sistemas dotados de IA e desenvolvidos a partir da aquisição do conhecimento e raciocínio de um especialista humano em uma determinada área. Estes são utilizados na área da saúde desde a década de 70 e vem evoluindo constantemente e podem se tornar ótimas ferramentas na tomada de decisão médica, pois são capazes de direcionar um profissional da área da saúde, não especialista, para um melhor diagnóstico e avaliação com maior precisão e agilidade (BRASIL, 2008; O'BRIEN, 2004). Neste cenário, foi proposto um SE capaz de realizar a diferenciação entre as três doenças, pois em épocas de epidemia o MS preconiza que todos os casos de suspeita da tríplice infecção viral devem ser notificados sem que precisem ser comprovados (REZENDE, 2003; MS, 2016).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Propor o *Aedes Expert* como Sistema Especialista para a diferenciação da tríplice infecção viral transmitida pelo mosquito *Ae. aegypti*.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos deste trabalho podem ser detalhados segundos os aspectos de interesse relevantes a área da saúde e à Engenharia Biomédica:

- Coletar dados da tríplice epidemia disponibilizados pelo MS;
- Realizar o cruzamento destes dados para desenvolver as regras de produção;
- Criar/desenvolver o *Aedes Expert*;
- Testar o *software* por meio de casos reais extraídos de PEPs do Hospital Regional do Gama (HRG) e Hospital Regional de Santa Maria (HRSM) nos últimos 3 anos (2015-2017).

1.3 REVISÃO DA LITERATURA

A pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho envolveu a busca por livros, teses, dissertações, artigos e demais publicações na área de SE e epidemiologia da tríplice infecção viral transmitida pelo vetor *Aedes aegypti*.

Os parâmetros de pesquisa foram inseridos na base de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), para a união das palavras-chave Sistema Especialista (SE) + Probabilidade (Pb) e houve uma quantidade de resultados bem extensos para o idioma em inglês, isto é, mais de 218 mil trabalhos. Porém, conforme as palavras-chave foram ficando mais específicas, os resultados diminuíram drasticamente para a combinação SE + Redes Bayesianas (RB) + Probabilidade Condicional (PC) + Dengue (DEN) + Zika (ZIK) + Chikungunya (CHIK) retornou apenas 3 resultados. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos segundo a combinação de palavras-chave utilizadas na língua inglesa. A legenda para cada sigla encontra-se na parte inferior da Tabela.

Tabela 3: Palavras chave utilizadas para busca de artigos de referência na língua inglesa.

Palavras-chave	Publicações dos últimos 5 anos em inglês (2013-2017)						Total
	CAPES	PUBMED	IEEE	USP	BCE/UuB	BVS	
SE + PB	153.523	2.668	218.054	0	0	0	7.622
SE + RB	25.985	5.221	460	0	0	0	31.646
SE + PC	30.236	19	89	0	1	11	21.077
SE + DEN	3.455	33	47.359	0	1	7	50.132
SE + CHIK	736	2	47.228	0	1	1	47.802
SE + ZIK	667	8	47.237	0	1	0	47.914
RB + DEN	385	2	29	0	1	1	417
RB + CHIK	79	3	11.682	0	0	0	11.726
RB + ZIK	85	4	11.689	0	0	0	11.764
PC + DEN	494	14	5.165	0	0	0	5.673
PC + CHIK	93	0	5.160	0	0	0	5.253
PC + ZIK	84	0	5.159	0	0	0	5.243
SE+DEN+CHIK+ZIK	318	0	23	0	0	0	18
SE+RB+DEN	163	0	16.753	0	0	0	16.916
SE+RB+CHIK	47	0	16.715	0	0	0	16.762
SE+RB+ZIK	28	0	16.713	0	0	0	16.741
SE+RB+DEN+CHIK+ ZIK	10	0	1	0	0	0	11
PC+DEN+CHIK+ZIK	77	0	9	0	0	0	86
SE+RB+PC+DEN	44	0	435	0	0	0	479
SE+RB+PC+CHIK	12	0	435	0	0	0	447
SE+RB+PC+ZIK	7	0	434	0	0	0	441
SE+RB+PC+DEN+C HIK+ZIK	3	0	0	0	0	0	3

Total	217.202	7.974	450.838	0	5	20	676.039
--------------	---------	-------	---------	---	---	----	---------

Legendas: SE: Sistema Especialista; Pb: Probabilidade; RB: Redes Bayesianas; PC: Probabilidade Condicional; DEN: Dengue; ZIK: *Zika*; CHIK: *Chikungunya*; CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; PUBMED: *Public MEDLINE or Publisher MEDLINE*; IEEE: *Institute of Electrical and Electronic Engineers*; USP: Universidade de São Paulo; BCE/UuB: Biblioteca Central da UNB; BVS: Biblioteca Virtual em Saúde.

Dos trabalhos mais relevantes encontrados nos periódicos que uniram SE com inferência probabilística e alguma das três patologias, constatou-se que nenhum deles tratou de diferenciar as três patologias em um mesmo SE, embora haja publicações de SEs que diferenciam graus de perigo para uma mesma patologia, como no caso da dengue, que pode ser diferenciada em: simples, com complicações, hemorrágica e choque tal como o proposto por Bukhari e Amjad (2018), denominado *Soft Expert System* baseado na teoria dos conjuntos matemáticos e dos conjuntos *fuzzy*. No entanto, eles utilizaram somente resultados de exames complementares tais como as transaminase glutâmica oxalacética (TGO) e transaminase glutâmica pirúvica (TGP), contagem de plaquetas e medidas de pressão arterial, não utilizaram sinais clínicos e sintomas do paciente. Em 2010 Faisal, Ibrahim e Taib (2010) desenvolveram um SE com inferência de Redes Neurais Artificiais (RNA) para prever o risco de complicações na dengue, para tanto usaram a impedância bioelétrica dos pacientes, em uma amostra de 210 pacientes com dengue. Cassas (2016) propôs uma versão detalhada da construção de um SE como ferramenta de apoio aos profissionais de saúde para o diagnóstico da enfermidade *Zika*. Obteve 90% de confiança em suas saídas, ou seja, o diagnóstico.

Os trabalhos que mais se assimilaram com o *Aedes Expert*, foram os publicados pelos autores Amaral *et al.* (2016), onde a mestrandia encontra-se como co-autora; a dissertação de mestrado defendida pelo autor Germano Gurgel do Amaral Teles (2013) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sendo que estes trabalharam com a proposta de integração entre a linguagem Java e o SE para construção de redes bayesianas, o NETICA (software de desenvolvimento de redes bayesianas). A Tabela 4 mostra os artigos mais relevantes para a revisão bibliográfica deste trabalho.

Tabela 4: Artigos relevantes que abordam temas similares.

RELEVÂNCIA	AUTORES	TÍTULO	RESUMO	PERIÓDICO/EVENTO
1º	Rodrigo Rabelo Amaral <i>et al.</i>	SISTEMA ESPECIALISTA PARA DIRECIONAMENTO NA DIFERENCIAÇÃO ENTRE AS PATOLOGIAS CAUSADAS PELO <i>AE. AEGYPTI</i>	O trabalho demonstra um SE desenvolvido no software livre <i>Shell Exper SINTA</i> . Com o mesmo propósito de diagnóstico da tríplice viral. O mesmo demonstrou êxito na diferenciação das patologias através da inserção dos sinais e sintomas do paciente.	<i>In: CBEB'2016 - XX Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2016, Foz do Iguaçu/Paraná. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica.</i>
2º	Germann Gurgel do Amaral Teles	UM MECANISMO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM AGRAVO DE DENGUE BASEADO EM DADOS PROBABILÍSTICOS	Este trabalho contém uma versão detalhada da construção de um SE baseado em redes bayesianas como ferramenta de apoio aos profissionais de saúde para o diagnóstico dos agravos da dengue. Realizou a interface em JAVA e integrou ao Sistema NETIKA de redes bayesianas. Obteve 90% de confiança em suas saídas, ou seja, o diagnóstico.	<i>In: Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Ceará – UECE Centro de Ciências Tecnológicas - CCT. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, 2013.</i>
3º	Syeda fariha Bukhari; Maaz Amjad	UMA ABORDAGEM DISTINTA PARA DIAGNOSTICAR A DENGUE COM A AJUDA DA SOFT SET THEORY	Utilizaram um sistema especialista baseado na teoria dos conjuntos e na teoria dos conjuntos fuzzy, denominado soft expert system para diferenciar dengue de doenças tropicais. O objetivo do uso do sistema especialista em soft é prever o nível de risco de um paciente com dengue, usando variáveis de entrada como idade, TGP, TGO, contagem de plaquetas e pressão arterial. O método proposto demonstra explicitamente a porcentagem exata do nível de risco de dengue contornando automaticamente todas as possíveis imprecisões (médicas).	<i>In: Cornell University Library: arXiv: 1805.09169v2.</i>
4º	Tarig Faisal; Fatimah Ibrahim; Mohd Nasir Taib	UMA ABORDAGEM INTELIGENTE NÃO INVASIVA PARA PREVER O RISCO EM PACIENTES COM DENGUE	Este estudo foi realizado para desenvolver uma técnica inteligente não invasiva para prever o risco em pacientes com dengue. Uma combinação do mapa de auto-organização e redes neurais artificiais de alimentação múltipla foi empregada para esta tarefa. As manifestações clínicas e os parâmetros de análise de impedância bioelétrica pertencentes aos pacientes com dengue foram considerados para esse fim.	<i>In: Elsevier: Volume 37, Edição 3, 15 de março de 2010, páginas 2175-2181. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.07.060.</i>
5º	Hossain	A BELIEF RULE BASED	Este trabalho propõe um SE para avaliar a tuberculose, uma patologia de difícil diagnóstico apenas com a clínica do	<i>J Med Syst. 2017 Mar;41(3):43. doi: 10.1007/s10916-017-0685-8. Epub 2017</i>

<p>MS, Ahmed F, Fatema- Tuj- Johora, Andersson K.</p>	<p>EXPERT SYSTEM TO ASSESS TUBERCULOSIS UNDER UNCERTAINTY</p>	<p>paciente. Utilizou-se a aplicação de questionários para especialistas da área, bem como a observação clínica para se obter os sintomas de importância. Utilizou uma amostragem de 100 pacientes para validação do SE.</p>	<p>Jan 30.</p>
----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 6 capítulos:

- Capítulo I – Introdução: relata a problemática e a justificativa do tema;
- Capítulo II – Fundamentação Teórica: levanta as bases teóricas dos Sistemas Especialistas e da Trílice Infecção Viral;
- Capítulo III – Metodologia: relata as fases de desenvolvimento e implementação do *Aedes Expert*;
- Capítulo IV – Resultados: descreve os resultados obtidos a partir dos testes do *Aedes Expert*;
- Capítulo V – Discussão e Conclusão: realiza as ponderações a respeito dos resultados obtidos;
- Capítulo VI – Trabalhos Futuros: relata os objetivos para o melhoramento do *Aedes Expert*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMAS ESPECIALISTAS E SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA DA SAÚDE

2.1.1 Sistemas Especialistas

Inteligência Artificial (IA) é uma ciência capaz de prover ao computador uma forma de inteligência humana através da sistematização e automação de tarefas intelectuais, sendo que o seu principal objetivo é fazer o computador “raciocinar” o mais próximo possível de um ser humano. Para alcançar esse objetivo, é necessário realizar aquisições, representações e manipulação do conhecimento. O processo de manipulação é capaz de deduzir ou inferir novos conhecimentos a partir de um conhecimento existente, que geralmente são utilizados para resolver problemas complexos (REZENDE, 2003; PINTO, 2005; AMARAL *et al*, 2016).

Para isso, a partir da década de 1970, foram implantados os Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). Estes são programas de computador que utilizam os conhecimentos adquiridos por meio de técnicas de extração de conhecimentos e o representam através de linguagem de programação determinada para solucionar problemas. As máquinas resolvidoras de problemas precisam saber quais passos o homem utilizou para resolver tais problemas. Quando o desenvolvimento de um SBC se restringe a um domínio específico de conhecimento são classificados como SE (REZENDE, 2003; RUSSEL, NORVIG, 2011; AMARAL *et al*, 2016).

SE é um sistema computacional que capacita o computador de raciocinar ou se equiparar a um especialista humano. Um SE deverá ser dotado de, basicamente, duas perspectivas distintas: a do conhecimento, processável pelo homem, e a simbólica, processável pelo computador. Os SE estão inteiramente relacionados a IA e são criados para solucionarem problemas que apenas o especialista humano da área tem domínio (AMENDOLA; SOUZA; BARROS, 2015).

A estrutura de um SE (Figura 1) se baseia em uma estreita relação entre um especialista de uma área específica com um engenheiro do conhecimento interagindo entre si para realizar a aquisição do conhecimento através de variadas técnicas. A abstração do

conhecimento deverá ser transformada em um formalismo processável pelo computador, que serão as regras de produção descritas através de uma determinada linguagem de programação. A partir de um motor de inferência, o computador irá processar e trabalhar os dados de entrada de forma a se comportar como um especialista humano e, através de uma *interface* gráfica, interagir com o usuário liberando os dados de saída em forma de probabilidades, classificações, dentre outros, representando uma segunda opinião lógica para a resolução de um problema (REZENDE, 2003; O'BRIEN, 2004; RUSSEL, NORVIG, 2011; AMARAL *et al*, 2016).

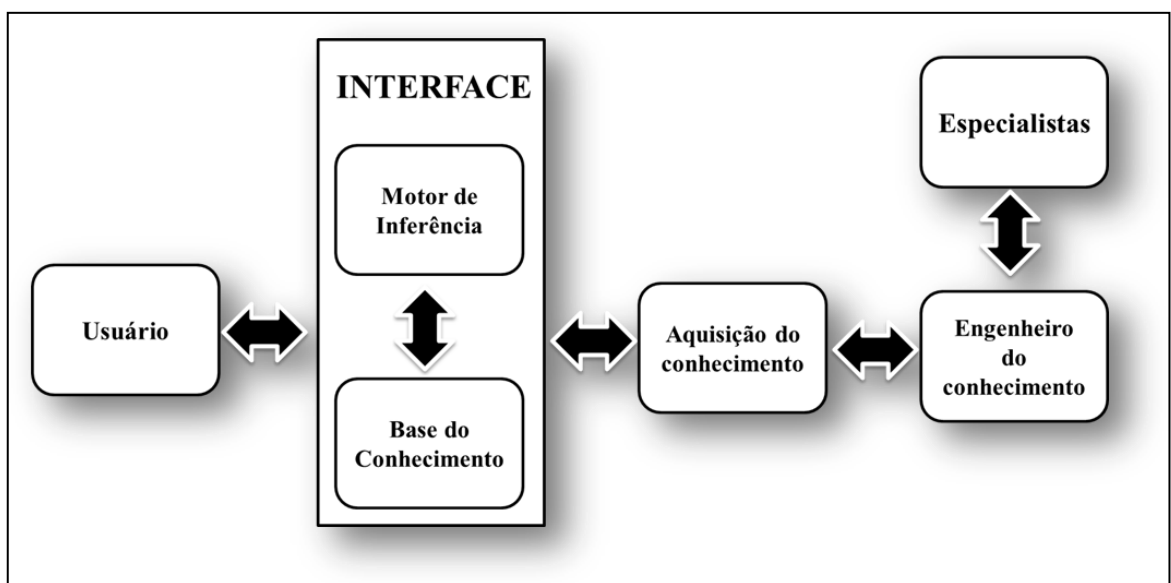


Figura 1: Estrutura de um SE. Adaptado de: BRASIL (2008).

2.1.2 Aquisição do Conhecimento

O componente de aquisição de conhecimento permite ao especialista introduzir seu conhecimento ou expertise no sistema especialista e refinar esse conhecimento posteriormente e quando requerido. Historicamente, o engenheiro do conhecimento é o principal ator nesse processo, mas sistemas automatizados que permitem o “expert” interagir diretamente com o sistema estão se tornando cada vez mais comuns. O processo de aquisição de conhecimento normalmente é composto de três etapas principais (RUSSEL, NORVING, 2011):

1. A eliciação do conhecimento: é a interação entre o “expert” e o engenheiro do conhecimento a fim obter informações relativas a um processo ou procedimento que se deseja conhecer;

2. O conhecimento obtido: é usualmente armazenado em um meio intermediário de representação amigável;

3. A representação intermediária do conhecimento é então compilado em um meio executável (regras de produção), na qual a máquina de inferência pode processar.

2.1.3 Base de Conhecimento

A Base do conhecimento não constitui um simples conjunto de informações. A normalmente conhecida base de dados com dados, arquivos, registros e seus relacionamentos estáticos é aqui substituída por uma base de regras e fatos e também heurísticas que representam o conhecimento do especialista, ou dos especialistas do domínio sobre o qual foi construído o sistema. Assim, a base de conhecimento contém o conhecimento do domínio específico de alta qualidade (RUSSEL, NORVIG, 2011; BRASIL, 2008).

A base de regras e fatos atua com o usuário e com o motor de inferência, permitindo a identificação do problema a ser resolvido, as opções de solução e o processo de raciocínio e inferência que direcionam a conclusões sobre o problema submetido ao sistema.

Na interação com a base de fatos e regras e com o usuário, são obtidas as informações necessárias para a resolução do problema. Em decorrência do uso de heurísticas, o usuário é demandado pelo sistema para fornecer informações adicionais e, a cada resposta dada pelo usuário as perguntas realizadas ou a cada nova informação, diminui-se o espaço de busca a ser percorrido pelo sistema, reduzindo-se o caminho entre o problema e sua solução (RUSSEL, NORVIG, 2011).

Assim, é possível inicialmente construir uma uma base de conhecimento com poucas regras, mas, a depender da complexidade do ambiente e das necessidades de informações variadas, esta base poderá eventualmente crescer para uma quantidade expressiva de regras e fatos.

2.1.4 Máquina de Inferência

A máquina de inferência é um elemento essencial de um sistema especialista. É o núcleo do sistema. É por meio dele que os fatos, regras e heurística que compõem a base de conhecimento são aplicados no processo de resolução do problema. A capacidade da máquina de inferências se baseia numa combinação de procedimentos lógicos que se processam regressivamente e progressivamente (BRASIL, 2008; RUSSEL, NORVIG 2011).

Na forma de raciocínio progressivo, as informações são dadas ao sistema pelo usuário, e desencadeiam uma busca através da base de conhecimento, procurando pelos fatos, regras e heurísticas que melhor se aplicam à solução do problema submetido.

Por outro lado, no raciocínio regressivo, a inferência se dá de forma inversa. Nesse caso o sistema inicia-se de uma opinião conclusiva do assunto, e parte para uma pesquisa pelas informações por meio das regras e fatos da base de conhecimento, a fim de provar se aquela conclusão é a melhor solução para o problema em análise (RUSSEL, NORVIG, 2011).

Dessa forma, se uma premissa *If-Then* é consistente para o problema, o sistema persiste com a cláusula *If* (condição), tornando-a *Then* (conclusão) para a próxima pesquisa na base de conhecimento, até o momento em que encontre uma regra que o (*IF*) não seja considerado conclusão para outra, concomitantemente em que o sistema poderá iniciar uma nova pergunta ao usuário a fim de obter informações suplementares. (BRASIL, 2008; GOLDSCHMIDT, 2010; RUSSEL, NORVIG, 2011)

SE (*If*) (FEBRE>38°) E (CEFALÉIA=INTENSA) E (MIALGIA=INTENSA)

ENTÃO (*Then*) (DIAGNÓSTICO=DENGUE)

SE (*If*) CARNE = VERMELHA

E (*and*) COR PREFERIDA = TINTO

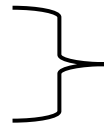


OU TEMPERATURA = AMBIENTE

ENTÃO (*Then*)

MELHOR VINHO = TINTO CNF 70

(SINTA, 1996)



CONCLUSÃO

2.1.5 Aplicações dos Sistemas Especialistas na Área da Saúde

A informática em saúde é a aplicação de dispositivos e métodos de informática na coleta, processamento e comunicação de dados e informações relacionadas ao estado de saúde individual e populacional através de serviços prestados por um determinado órgão, instituição ou entidade (FISHER, 2008). Graças aos avanços tecnológicos e em IA, a informática em saúde tem tido um grande avanço, principalmente no auxílio à tomada de decisões médicas através de SE (BRASIL, 2008).

As principais aplicações de SE na área de saúde estão relacionadas ao prontuário eletrônico do paciente, processamento de sinais biológicos e imagem, sistemas para informatização hospitalar, telemedicina, programas computacionais para treinamentos médicos, equipamentos de monitorização do paciente, base de dados em saúde dentre outros envolvendo IA (RUSSEL, NORVIG, 2011; SPIRLANDELL, 2011).

2.2 SISTEMAS DE RACIOCÍNIO PROBABILÍSTICO

Os estudos em IA envolve basicamente duas grandes áreas: desenvolvimento de sistemas que agem como humanos (robôs) e desenvolvimento de sistemas que agem racionalmente. Dentre os sistemas de cunho racional, duas abordagens principais podem ser utilizadas: raciocínio lógico e raciocínio probabilístico. O raciocínio lógico pondera sobre o conhecimento adquirido a respeito do problema e tira suas conclusões a partir disso. No entanto, em situações onde não se conhece previamente todo o escopo do problema, o raciocínio probabilístico se sobressai como uma melhor opção, uma vez que o mesmo atua em situações de incertezas atribuindo graus de confiança para todas as sentenças em sua

base de conhecimento, e ainda, estabelecendo relações entre as sentenças (SUNG, MAYER, 2012; MARQUES, DUTRA, 2016).

O termo “Bayesiano” tem origem do nome “Bayes”, em homenagem a Thomas Bayes, que foi um reverendo presbiteriano que viveu no início do século XVIII (1702 – 1761) na Inglaterra (PENA, 2006). A estatística bayesiana aborda aspectos de probabilidade como grau de credibilidade. O “bayesianismo” tem dois grandes fundamentos epistemológicos. Em primeiro lugar é ver o universo com base em graus de credibilidade, ao contrário da ideia booleana de “tudo-ou-nada”. O segundo é uma abordagem matemática que quantifica a mudança das crenças quando de novos dados empíricos. Assim, a modelagem matemática do Teorema de Bayes propõe cálculos de probabilidades, com base em conhecimentos “a priori” e condicionalidades probabilísticas, ou seja, ela liga a inferência racional (probabilidade “a posteriori”) a subjetividade (probabilidade “a priori”) e a experiência empírica (probabilidades condicionais).

A idéia de redes bayesianas tem origem no desenvolvimento “em cadeia” do cálculo de probabilidades de Bayes. Logo, Redes bayesianas são grafos acíclicos dirigidos, ou seja, representações de relações causais entre variáveis aleatórias interdependentes em modelos probabilísticos (LAURIA; DUCHESSI, 2007). Não de outro modo, de acordo com (PENA, 2006) as Redes Bayesianas são diagramas que analisam problemas reais através de um mapeamento probabilístico das relações de causa e efeito entre variáveis. As aplicações dessa vertente de IA em áreas como a medicina (PESSETE e VIEIRA, 2002), controle ambiental (ARAUJO; NEHME, 2001), e, de um modo geral, quando se trabalha com incertezas é bastante promissor (MCFARIAN; EVANS; ACKERMAN, 2001). No entanto, a grande dificuldade de utilização de RBs, está na estimativa dos modelos probabilísticos “a priori” e de modelar quantitativamente o conhecimento empírico (ARAUJO; NEHME, 2001). A Rede Bayesiana (RB) é uma maneira de representar um sistema baseado em conhecimento através de estruturas gráficas e é formalizada pela teoria de probabilidade, também conhecida como Redes Causais ou Redes Probabilísticas. (RUSSELL; NORVIG, 2004) O raciocínio humano não está baseado unicamente em sistemas dicotômicos ou na constatação ou não de um fato, em expressões numéricas ou estatísticas, mas também no quanto ele acredita na ocorrência de um evento, ou na influência que um acontecimento tem sobre outro. Probabilidade Bayesiana é o método que possibilita representar

numericamente o grau de certeza de um determinado evento ocorrer, diante de um cenário de incertezas.

A Rede Bayesiana é um modelo matemático que tem como base nós e arcos que retratam, respectivamente, as variáveis de um universo $U=(A_1, A_2, \dots, A_n)$ e as dependências entre estas. A direção dos arcos, em geral, retratam relações de causa-conseqüência entre as variáveis do domínio médico modelado. Por exemplo, se houver um arco indo de um nó A para um nó B , atribui-se que o nó A representa uma causa de B e adota-se como nomenclatura que A é um dos pais de B ; analogamente, B é um dos filhos de A . Relacionado ao grafo, existe uma distribuição de probabilidades. As redes Bayesianas empregam uma representação compacta onde são definidas somente as probabilidades condicionais de cada nó em relação aos seus pais. Redes Bayesianas seguem à condição de Markov: não existe uma relação de dependência direta entre quaisquer dois nós a não ser que exista um arco entre eles na rede. A distribuição de probabilidade correspondente à rede é calculada a partir das probabilidades condicionais, conforme Equação 1.

$$P(U) = P(A_1, A_2, \dots, A_n) = P(U) = \prod_{i=1}^n P(A_i | pa(A_i)), \quad (1)$$

Onde $P(U)$ é a probabilidade conjunta para a rede, $pa(A_i)$ são os pais do nó A_i e $P(A_i | pa(A_i))$ são as probabilidades condicionais de A_i em relação aos seus pais. Cada nó possui um número finito, maior ou igual a dois, de categorias. Essas categorias, também são conhecidas como estados, retratam os possíveis valores da variável representada pelo nó. Um nó é *observado* quando há conhecimento sobre o estado da variável que representa o nó. Os nós analisados têm suma importância no processo de inferência realizado na rede, pois, conjuntamente com as probabilidades condicionais especificadas para a rede, determinam as probabilidades dos nós não observados. As probabilidades condicionais da rede após a inferência são dadas por: $P(A_i | E)$, $A_i \in U$, ou seja, as probabilidades de cada nó, dados o conjunto de nós observados (E).

Na prática, os valores da probabilidade conjunta $P(U)$ não são muito significativos na análise do problema modelado. Mais importantes são as probabilidades marginais de cada nó não observado. Utilizando-se a probabilidade conjunta, podem-se obter as probabilidades marginais somando-se, para cada estado de cada variável, todas as probabilidades em que a variável encontra-se no estado desejado. Em seguida, normalizam-se as probabilidades obtidas e obtêm-se as probabilidades marginais para cada nó.

2.3 VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

A validação de Sistemas Computadorizados comprova documentalmente que os sistemas computacionais utilizados no ambiente clínico e hospitalar cumprem adequadamente com suas funções automáticas e contribui para garantir a precisão no diagnóstico para que foi desenvolvido. Todo sistema computadorizado que tem relação direta ou indireta com a produção do medicamento/produto para saúde, têm que ser validado (CONSULTING, 2018). Baseando-se no Guia De Validação de Sistemas Computadorizados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) de 2010, os objetivos a validação dos sistemas computacionais são principalmente avaliar a probabilidade de falha, avaliar a severidade do impacto, determinar o grau de risco, requisitos do usuário, especificação funcional, especificação técnica, qualificação de instalação, qualificação de operação, qualificação de desempenho, Confiabilidade nas informações de processo evitando-se erros operacionais.

Todo sistema que substituir registros manuais ou impressos e que tenha sido classificado como relevante em relação às Boas Práticas BPx deve atender, no mínimo, aos seguintes requisitos para ser considerado como validável:

- capacidade de armazenamento de dados críticos de operações ou controles com relevância em relação às BPx;
- controle para que entradas e modificações de dados sejam realizadas apenas por pessoas autorizadas (devem ser utilizadas medidas de segurança, tais como utilização de senhas, código pessoal, chaves ou acesso restrito aos terminais);
- capacidade de registrar tentativas de acesso por pessoas não autorizadas;

- capacidade de registrar os acessos autorizados, incluindo usuário, hora e data; Página 10 de 86;
- manutenção dos registros de todas as entradas e alterações quando houver alteração de dados;
- possibilidade de impressão dos dados armazenados eletronicamente;
- inviolabilidade e proteção dos dados históricos, tanto de processo ou operações, quanto de rastreabilidade de modificações feitas pelo operador do sistema (por meios eletrônicos contra danos acidentais ou intencionais);
- possibilidade de realização de backup em intervalos regulares. Os dados de backup devem ser armazenados por um tempo definido e em local separado e seguro. Se algum item acima não for atendido pelo sistema legado a ser validado, este deverá passar pelo processo de mitigação. Caso a mitigação ou upgrade não seja possível, a troca do sistema deve ser considerada (ANVISA, 2010).

2.4 CONCEITOS EM SAÚDE PÚBLICA – TRÍPLICE INFECÇÃO VIRAL: DENGUE, *CHIKUNGUNYA* E *ZIKA*

2.4.1 Epidemiologia da tríplice infecção viral transmitida pelo *Ae. aegypti*

No grupo das doenças infecciosas emergentes e reemergentes, os arbovírus transmitidos por mosquitos, como vírus da dengue (DENV) e vírus da *Chikungunya* (CHIKV), são considerados importantes desafios para a saúde pública. Além do cenário causado pelo DENV, endêmico em quase todo o país e causando epidemias há décadas, a introdução do CHIKV no território brasileiro traz grande preocupação. Ambos são transmitidos por mosquitos do gênero *Aedes*, particularmente *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, duas espécies invasoras e cosmopolitas. A primeira, de comportamento antropofílico, é encontrada com maior frequência em locais de aglomeração humana, realizando o repasto sanguíneo e o repouso no interior de habitações. Já a segunda, exibe comportamento alimentar diverso, com maior frequência em áreas de menor aglomeração humana, alimentando-se e repousando preferencialmente no peridomicílio (BRASIL, 2015; BVS, 2016).

O CHIKV é um alfavírus originário da África, onde circula em complexos ciclos silvestres na África envolvendo vetores do gênero *Aedes* e primatas não humanos, com três genótipos: África Ocidental, Leste/Central/Sul da África e Asiático. Após ser isolado em 1952, na Tanzânia, a primeira emergência documentada do CHIKV ocorreu com sua introdução no sudeste asiático e na Índia, instalando-se em um ciclo esporádico de transmissão urbano que continua até hoje, onde o *Ae. aegypti* é o principal vetor. A segunda emergência do CHIKV ocorreu no Quênia, em 2004, se disseminando pelos anos seguintes por diversas ilhas do Oceano Índico, atingindo a Índia e sudeste asiático. Em 2006, nas Ilhas da Reunião, uma epidemia foi resultado de mutações virais levando a uma transmissibilidade mais eficaz pelo *Ae. albopictus*. Transmissão autóctone também foi detectada na Itália e França, onde o *Ae. albopictus* atuou como vetor. Em outubro de 2013, o CHIKV chegou às Américas pelo Caribe, resultando em milhares de infecções. No Brasil, a transmissão autóctone foi detectada em setembro de 2014, na cidade de Oiapoque (Amapá). Ao longo de 2014 foram confirmados 2.772 casos de CHIKV, distribuídos em seis Unidades Federativas: Amapá (1.554 casos), Bahia (1.214), Distrito Federal (2), Mato Grosso do Sul (1), Roraima (1) e Goiás (1). Em 2015, até a 12ª semana epidemiológica (4 de janeiro a 28 de março de 2015), foram confirmados 1.513 casos autóctones: 735 no Amapá, onde foi identificado o genótipo asiático e 778 casos na Bahia, onde foi identificado o genótipo africano (HONÓRIO *et al*, 2015).





Apesar de estudos intensivos realizados na Amazônia brasileira, sobretudo em certas áreas do Estado do Pará, poucas informações epidemiológicas a respeito da maioria desses vírus foram obtidas, por isso é necessário que pesquisas ecoepidemiológicas sejam realizadas para ampliar o conhecimento científico dos arbovírus já conhecidos, assim como para tentar isolar possíveis novos vírus. O excessivo desmatamento, a exploração do subsolo, a construção de hidrelétrica, a colonização humana e a urbanização não planejada entre outras, são as principais causas de alterações ambientais introduzidas pelo homem e que têm sido associadas à emergência ou reemergência de arbovírus, inclusive alguns com atividade patogênica para seres humanos (HONÓRIO *et al*, 2015 MS, 2017; MS, 2016).

2.4.2 *Aedes aegypti*: o vetor

Ae. aegypti ou *Stegomyia aegypti* são os nomes científicos do mosquito conhecido popularmente como mosquito da dengue, pertence a uma espécie de mosquito da família *Culicidae* que inicialmente era encontrado nas florestas do norte da África e que picava primatas na mata, aos poucos se adaptou para viver nas proximidades das comunidades humanas. Sua ocorrência está mais concentrada em regiões tropicais e subtropicais, mas depende da presença humana para se estabelecer no local. É o mosquito portador dos vírus causadores da tríplice infecção viral - dengue, *Zika* e *Chikungunya*, bem como da febre amarela mas a doença foi controlada nas cidades e hoje ocorre apenas na sua forma silvestre (MS, 2016).

O Quadro 1 mostra as duas espécies de vetores do gênero *Aedes* capazes de manter e transmitir os arbovírus causadores da tríade viral. O *Ae. albopictus* é muito similar ao *Ae. aegypti*, apesar de a espécie *albopictus* ter preferência por áreas de mata e zonas rurais preferindo se alimentar de seiva, mas na falta deste ambiente e da sua alimentação de preferência se adapta tranquilamente a área urbana, possuindo o mesmo potencial de agente transmissor do DENV, CHIKV e ZIKV (BVS, 2016).

Quadro 1: Classificação dos vetores do gênero *Aedes*.

Reino: ◯ <i>Animalia</i> ◯ ◯			Reino: ◯ <i>Animalia</i> ◯ ◯
Filo: ◯ <i>Arthropoda</i> ◯ ◯			Filo: ◯ <i>Arthropoda</i> ◯ ◯
Classe: ◯ <i>Insecta</i> ◯ ◯			Classe: ◯ <i>Insecta</i> ◯ ◯
Ordem: ◯ <i>Diptera</i> ◯ ◯			Ordem: ◯ <i>Diptera</i> ◯ ◯
Subordem: ◯ <i>Nematocera</i> ◯ ◯			Subordem: ◯ <i>Nematocera</i> ◯ ◯
Família: ◯ <i>Culicidae</i> ◯ ◯			Família: ◯ <i>Culicidae</i> ◯ ◯
Subfamília: ◯ <i>Culicinae</i> ◯ ◯			Subfamília: ◯ <i>Culicinae</i> ◯ ◯
Gênero: ◯ <i>Aedes</i> ◯ ◯			Gênero: ◯ <i>Aedes</i> ◯ ◯
Subgênero: ◯ <i>Stegomyia</i> ◯ ◯			Subgênero: ◯ <i>Stegomyia</i> ◯ ◯
Espécie: ◯ <i>Ae. albopictus</i> ◯ ◯	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Espécie: ◯ <i>Ae. aegypti</i> ◯ ◯

Adaptado de GILBERT (2016).

No ano de 2016 foram registrados mais de 800 mil casos prováveis de dengue, com 140 mortes, além de cerca de 90 mil casos de *Zika* e 40 mil de *Chikungunya*. Recentemente, maior atenção tem sido direcionada a essas epidemias devido ao aumento de casos de microcefalia associados ao aumento de infecção pelo *Vírus da Zika*. Dessa forma, é importante distinguir o mosquito *Ae. aegypti* do mosquito comum, o *Culex*, vulgarmente conhecido como muriçoca ou pernilongo. A primeira diferença entre os insetos é de comportamento: o primeiro é diurno, enquanto o segundo é noturno (OLIVEIRA, 2015).

Outra diferença importante está relacionada à coloração, o pernilongo comum é marrom, o mosquito *Aedes* é escuro, apresentando listras brancas pelo seu corpo. Outra diferença entre as espécies é com relação aos criadouros: o *Aedes* prefere os criadouros artificiais, com pouca matéria orgânica, enquanto o pernilongo comum prefere águas com muita matéria em decomposição que apresentam detritos e dejetos biológicos – águas poluídas e contaminadas. A Tabela 5 apresenta as principais diferenças entre os dois mosquitos (BRASIL, 2015).

Tabela 5 - *Culex* X *Ae. aegypti*.

<i>Culex</i> (muriçoca, pernilongo)	<i>Ae. aegypti</i> (mosquito da dengue)
É marrom e não possui marcações nas patas	É preto e tem marcas brancas nas patas
Ataca, principalmente durante o dia	Ataca principalmente durante o dia
Mede entre 4mm a 10mm	Mede de 4mm a 6mm
De hábitos noturnos	De hábitos diurnos
A picadaca causa dor	No geral a picada não é sentida
Emite zumbido alto	Seu zumbido é menos audível
Postura de ovos diretamente no espelho d'água suja rica em matéria orgânica em decomposição e detritos.	Postura de ovos nas bordas de reservatórios de água preferencialmente limpa.
Os ovos não sobrevivem fora da água	Os ovos podem permanecer viáveis por mais de um ano nas bordas de caixas de água, telhas, baldes, garrafas, latas, dentre outros.
Desova: postura de 100 a 200 ovos, num único local e em forma de jangada.	Desova: postura de 40 a 70 ovos espalhados em vários locais
Distância de vôo: em média 100 a 300 metros	Distância de vôo: em média 100 a 300 metros, mas pode chegar até 1Km.
Tempo de vida: em média 30 dias	Tempo de vida: em média 45 dias
Ciclo reprodutivo - 4 fases: ovos, larva, pupa, alado. Duração: 10 a 12 dias.	Ciclo reprodutivo - 4 fases: ovos, larva, pupa, alado. Duração: 7 a 15 dias.
Patologias associadas: <i>Culex quinquefasciatus</i> é vetor exclusivo do verme filarial <i>Wuchereria</i>	Patologias associadas: febre amarela, dengue, <i>Chikungunya</i> e <i>Zika</i> .

bancrofti nas Américas, o agente etiológico da filariose linfática. Também pode ser vetor de diversos arbovírus de encefalites humanas, como o vírus do Nilo Ocidental.

Adaptado de IOC, 2015.

Apenas as fêmeas dos mosquitos picam em busca de alimento, o repasto sanguíneo das fêmeas fornece proteínas para o desenvolvimento dos ovos. Tanto o macho quanto a fêmea alimentam-se de substâncias que contêm açúcar (néctar, seiva, entre outros), mas como o macho não produz ovos, não necessita de sangue. Os ovos do *Ae. aegypti*, podem passar longos períodos em local seco e sem morrer, mas assim que são molhados, dão origem às larvas (estruturas esbranquiçadas, que ficam penduradas na superfície da água) (FIOCRUZ, 2010).

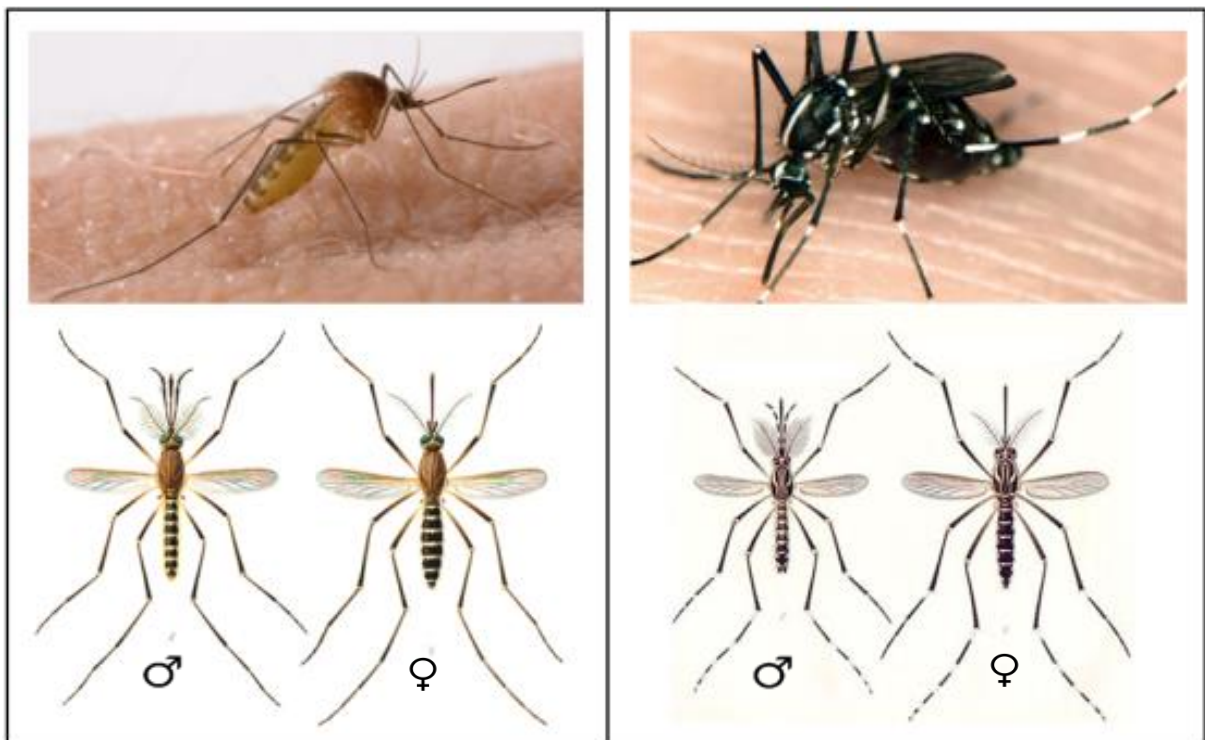
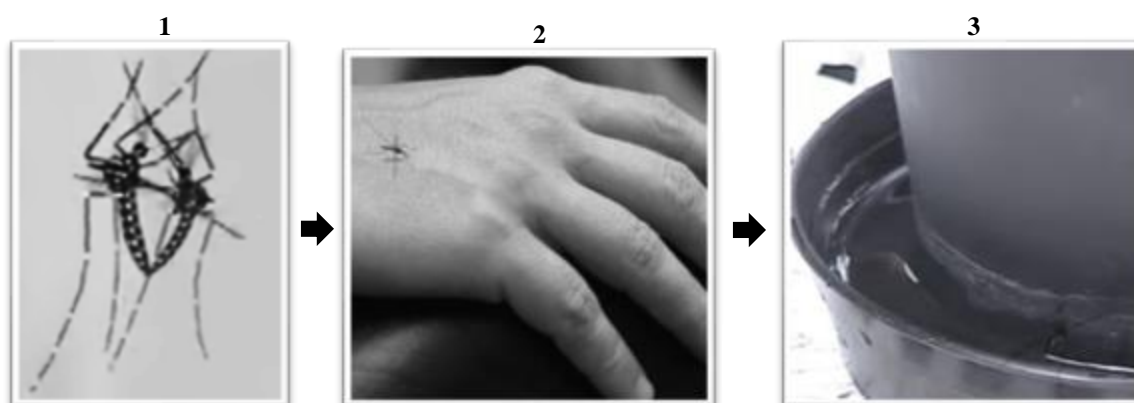


Figura 2 - Diferenças morfológicas entre o pernilongo e o mosquito da dengue. Machos estão representados a esquerda e fêmea à direita. Fonte: NEWSWEEK (2016).

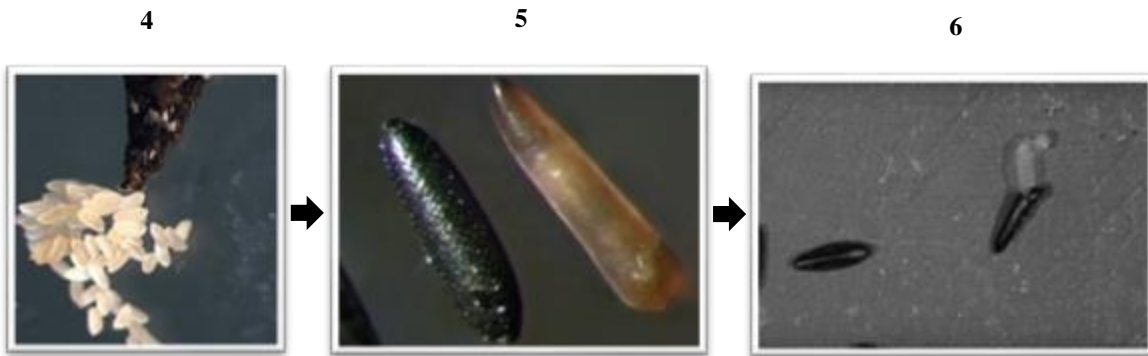
A capacidade de resistência dos ovos de *Ae. aegypti* à dessecação é um sério obstáculo para sua erradicação. Após dois dias o ovo eclode e o mosquito entra na fase larvária, este

é o período de alimentação e crescimento onde a larva troca de pele 3 vezes até gerar a pupa, em condições ótimas, esse período não excede 5 dias. Após quatro estágios larvários, estas se transformam em pupas, as pupas não se alimentam, nessa fase ocorre a metamorfose de larva para fase adulta ou alada, os mosquitos saem da pupa e iniciam um novo ciclo que se completa entre sete a dez dias, porém esse tempo varia de acordo com as condições de umidade e temperatura do ambiente (OLIVEIRA, 2015; BRASIL, 2015; BVS, 2016). O Quadro 2 ilustra o ciclo biológico com alguns detalhes.

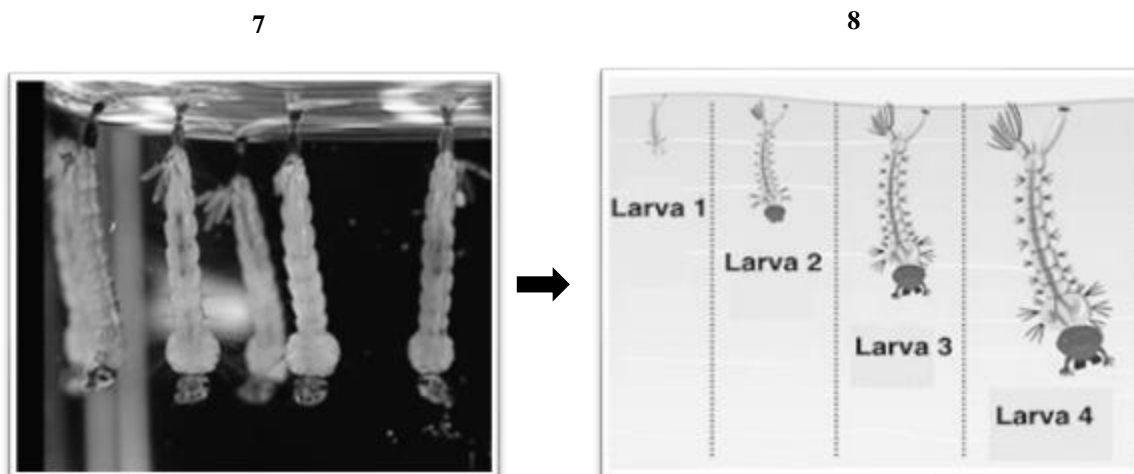
Quadro 2- Ciclo biológico do *Aedes aegypti*.



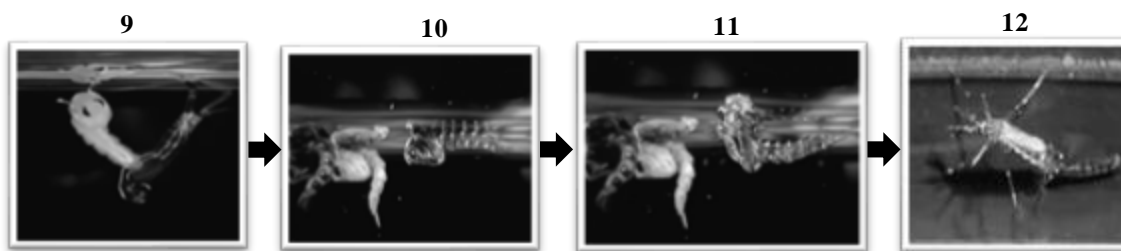
Após emergir da pupa, o *Ae. aegypti* inicia a fase adulta e, em menos de 24h ocorre o acasalamento. O acasalamento geralmente se dá durante o voo. Esta fase representa a fase reprodutora e de dispersão do inseto. Machos e fêmeas se alimentam de nectar e seiva vegetal mas, quando fertilizada, a fêmea do *Aedes* vai em busca de sangue para auxiliar o desenvolvimento dos ovos. Ao picar um ser humano contaminado, a mesma adquire o vírus e, em poucos dias já é capaz de transmitir os vírus de acordo com o arbovírus pelo qual foi contaminada. Depois do repasto a fêmea busca possíveis criadouros com depósitos de água parada, limpa ou não para iniciar a postura dos ovos. Geralmente a postura dos ovos ocorre a cada repasto e são postos cerca de 40 a 70 ovos em vários criadouros. Esta fase dura em média de 30 a 50 dias (VIGILÂNCIA, 2015; OUVENEY, 2017).



Os ovos tem contorno alongado e cerca de 1mm de comprimento. No momento da postura são brancos, mas adquirem rapidamente uma cor negra brilhante. O desenvolvimento do embrião se completa em 48h, mas os ovos podem permanecer viáveis por até 450 dias (FUNASA, 2001).

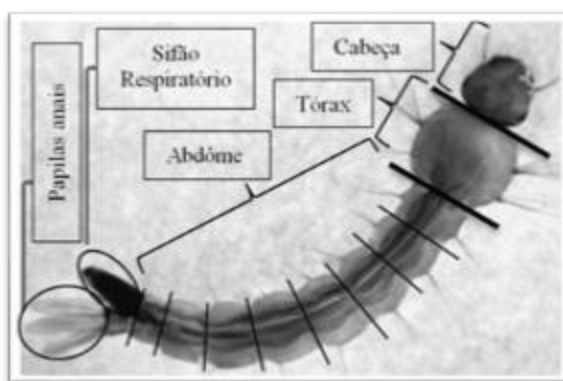


As larvas possuem quatro estágios evolutivos. A duração da fase larvária depende da temperatura, disponibilidade de alimento e densidade das larvas no criadouro. Em condições ótimas, o período entre a eclosão e a pupação pode não exceder a cinco dias (FUNASA, 2001). A fase larvária é o período de alimentação e crescimento, portanto elas passam a maior parte do tempo se alimentando de restos orgânicos do criadouro (ARAGUARI, 2017).



Em condições favoráveis as larvas passam para o estágio de pupa entre 5 a 7 dias após a eclosão dos ovos (Imagem 9 e 10). As pupas não se alimentam, nesta fase ocorre a metamorfose do estágio larval para o adulto. Quando inativas se mantêm na superfície da água, flutuando, o que facilita a emergência do inseto adulto (Imagens 11 e 12). O estado pupal dura, geralmente, de dois a três dias.

13



A larva do *Ae. aegypti* é composta de cabeça, tórax e abdômen. O abdômen é dividido em oito segmentos. O segmento posterior e anal do abdômen tem quatro brânquias lobuladas para regulação osmótica e um sifão ou tubo de ar para a respiração na superfície da água (ARAGUARI, 2017; SEESP, 2016).

Fonte: FIOCRUZ (2007).

É pequena a capacidade de dispersão do *Ae. aegypti* pelo voo, quando comparada com a de outras espécies. Não é raro que a fêmea passe toda sua vida nas proximidades do local de onde eclodiu, desde que haja hospedeiros. Poucas vezes a dispersão pelo voo excede os 100 metros. Entretanto, já foi demonstrado que uma fêmea grávida pode voar até 3Km em busca de local adequado para a oviposição, quando não há recipientes apropriados nas proximidades (IOC, 2011).

Se o mosquito estiver infectado com um dos vírus já mencionados, poderá transmiti-los quando pica uma pessoa para se alimentar de sangue. O Quadro 3 apresenta o ciclo biológico do vetor da trílice viral. O intervalo entre a alimentação sanguínea e a postura é,

em regra, de três dias, em condições de temperatura satisfatórias. Em geral, os mosquitos sugam uma só pessoa a cada lote de ovos que produzem, mas há relato de que um só mosquito infectado com a dengue transmitiu a doença para cinco pessoas de uma mesma família, no mesmo dia (FIOCRUZ, 2014).

2.4.3 Vírus e patologias associadas

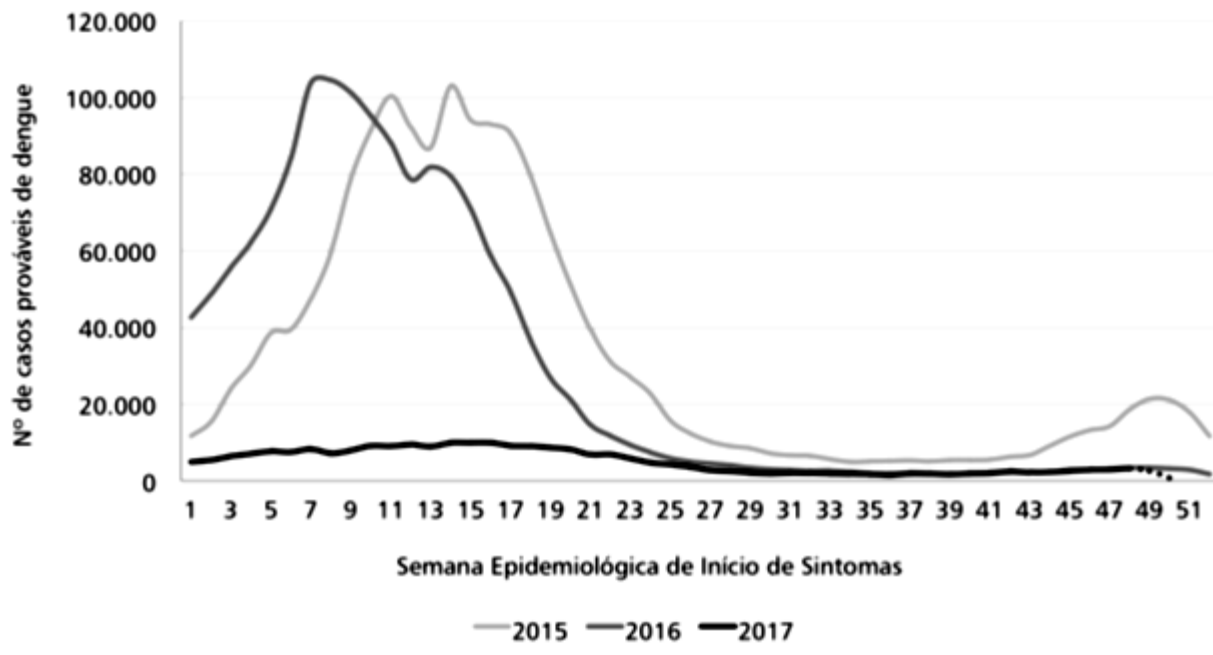
Os vírus são partículas biológicas extremamente pequenas, visíveis apenas ao microscópio eletrônico. São tão pequenos que podem penetrar na célula das menores bactérias que se conhecem. A infecção por um deles confere proteção permanente para o mesmo sorotipo (variação genética) (TORTORA, 2014).

Os Arbovírus são vírus transmitidos por artrópodes (*Arthropod-borne virus*) e são assim designados não somente pela sua veiculação através de artrópodes, mas, principalmente, pelo fato de parte de seu ciclo replicativo ocorrer nos insetos. São transmitidos aos seres humanos e outros animais pela picada de artrópodes hematófagos. O termo “arbovírus” origina-se das duas primeiras letras das palavras que compõem a expressão inglesa *arthropod-borne*, acrescida da palavra vírus (SVS, 2014).

Os arbovírus que causam doenças em humanos e outros animais de sangue quente são membros de cinco famílias virais: Bunyviridae, Togaviridae, Flaviviridae, Reoviridae e Rhabdoviridae (LOPES *et al.*, 2014). As arboviroses em quase sua totalidade são zoonoses mantidas em ambiente silvestre. Conseqüentemente, as pessoas que mantêm contacto com os focos enzoóticos dos arbovírus são as que correm maiores risco de adquirir a infecção. No entanto, certas arboviroses têm surgido periodicamente em áreas urbanas, sob forma epidêmica, tais como, o Dengue (CRUZ; VASCONSELOS, 2008).

A classificação dos arbovírus é dada através de grupos antigênicos, de acordo com o critério sorológico estabelecido por Casals (1957). Cada grupo é constituído de dois ou mais vírus que demonstram relações antigênicas com cada outro, conforme mostrado por um ou mais testes sorológicos. O vírus da dengue é do gênero *Flavivirus*, os sorotipos são: DEN1, DEN2, DEN3 e DEN4 e as primeiras descrições da doença datam de 1779. Sua disseminação ocorre principalmente nas regiões tropicais. A nível mundial, a estimação de contaminação é cerca de 50 milhões de infecção por dengue/ano. E a transmissão ocorre

através do mosquito do gênero *Aedes*. A *Chikungunya* também é do gênero flavivírus com linhagens africana e asiático. O *Vírus da Zika* é arbovírus do gênero Flavivírus, que foi isolado em 1947 na floresta *Zika* em Uganda. É diferenciado dos anteriores por ser um vírus de RNA, também apresenta duas linhagens africano e asiático (SUVISA, 2015). A Figura 9 mostra os casos confirmados das três patologias no Brasil no ano de 2016.



Quadro 3 - Distribuição de casos de dengue. Fonte: Brasil nos anos de 2015, 2016 e 2017 (SUVISA, 2017).

A dengue é uma doença febril aguda caracterizada, em sua forma clássica, por dores de cabeça e atrás dos olhos, bem como dores musculares e articulares intensas. Tem como agente etiológico um arbovírus do gênero Flavivírus da família *Flaviviridae*, do qual existem quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. A infecção por um deles confere proteção permanente para o mesmo sorotipo e imunidade parcial e temporária contra os outros três. Os vírus são organismos extremamente simples, diferindo dos demais seres vivos por não possuírem organização celular, metabolismo próprio e por não serem capazes de se multiplicar sem auxílio de uma célula hospedeira através da utilização o

aparato enzimático celular para síntese de seus componentes e sua perpetuação na natureza. São parasitas intracelulares obrigatórios.

As infecções pelo vírus do dengue causam desde a forma clássica (sintomática ou assintomática) à Febre Hemorrágica Do Dengue (FHD). Na forma clássica é doença de baixa letalidade, mesmo sem tratamento específico. No entanto, incapacita temporariamente as pessoas para o trabalho. Na febre hemorrágica do dengue a febre é alta, com manifestações hemorrágicas, hepatomegalia e insuficiência circulatória. A letalidade é significativamente maior do que na forma clássica, dependendo da capacidade de atendimento médico-hospitalar da localidade.

A apresentação típica da dengue inclui a presença de febre há menos de 7 dias, acompanhada de pelo menos dois dos seguintes sintomas (SUS, 2016):

- Cefaléia ou dor retro-orbitária;
- Mialgia;
- Artralgia;
- Prostração;
- Exantema;
- Náuseas ou vômitos;
- Petéquias.

CHIKV é um vírus RNA, que pertence a o gênero Alphavírus da família Togaviridae, endêmica da África Ocidental, transmitida por vetores (mosquito), cuja origem do nome vem de uma palavra local da Tanzânia que significa “aqueles que se dobram”, devido a artralgia incapacitante causada pela doença. O período de incubação gira em torno de 10 dias, sendo que 3 a 28% das pessoas com anticorpos anti-*Chikungunya*, apresentam infecção assintomática, contribuindo também para a propagação da doença. Na fase aguda, a característica principal é a febre de início súbito, maior que 39 graus associado a dor articular intensa. Pode ocorrer cefaleia, dores nas costas, mialgia, náusea, vômitos, poliartrite, erupção cutânea e conjuntivite (MS, 2017).

O vírus *Zika* é um flavivírus filogeneticamente relacionado com o vírus dengue, vírus da febre-amarela e vírus do Nilo Ocidental. É considerado uma arbovirose emergente transmitida por mosquitos do gênero *Aedes* (BVS, 2009). A *Zika* é uma doença febril autolimitada, com manifestação de sintomas de 3 a 6 dias. Quando sintomática, a infecção pelo vírus *Zika* pode cursar com febre baixa (ou, eventualmente, sem febre), exantema maculopapular, artralgia, mialgia, cefaleia, hiperemia conjuntival e, menos frequentemente, edema, odinofagia, tosse seca e alterações gastrointestinais, principalmente vômitos. Formas graves e atípicas são raras, mas, quando ocorrem, podem excepcionalmente evoluir para óbito. Os sinais e sintomas ocasionados pelo vírus *Zika*, em comparação aos de outras doenças exantemáticas (como dengue e chikungunya), incluem um quadro exantemático mais acentuado e hiperemia conjuntival, sem alteração significativa na contagem de leucócitos e plaquetas (BRASIL, 2016; FIOCRUZ, 2016).

Quadro 4 - Diagnóstico diferencial dengue x chikungunya x *Zika*.

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 dia (50% dos casos)
Dor nos músculos (Frequência)	+++ /+++	++ /+++	+ /+++
Dor na articulação (frequência)	+ /+++	++ /+++	+++ /+++
Intensidade da dor articular	Leve	Leve/Moderada	Moderada/Intensa
Edema da articulação	Raro	Frequente e leve intensidade	Frequente e de moderada a intenso
Conjuntivite	Raro	50-90% dos casos	30%
Dor de cabeça (Frequência e intensidade)	+++	++	++
Coceira	Leve	Moderada/Intensa	Leve
Hipertrofia ganglionar (frequência)	Leve	Intensa	Moderada
Discrasia hemorrágica (frequência)	Moderada	Ausente	Leve
Acometimento Neurológico	Raro	Mais frequente que Dengue e Chikungunya	Raro (predominante em Neonatos)

Fonte: Brasil, 2016.

2.5 DIAGNÓSTICO LABORATORIAL

Diagnóstico é o processo de decisão clínica que se baseia na determinação e conhecimento de uma doença pelo estudo dos seus sintomas e pela análise dos vários exames físicos e laboratoriais efetuados (INFOPÉDIA, 2018). Os exames laboratoriais são utilizados, não somente na triagem e na pesquisa de doenças, mas também para avaliar a gravidade do quadro clínico, estimar o prognóstico e também monitorar uma resposta a uma intervenção médica. Os médicos apóiam-se em exames laboratoriais para confirmação da hipótese diagnóstica (HD) e sabem que, para tal, precisam contar com testes de alta sensibilidade e alta especificidade (GUIMARÃES, 1985; IESC, 2017).

Thomas Bayes, matemático inglês do século XVII nos deixou o seu teorema que estabeleceu que a probabilidade pós-teste de uma doença era função da sensibilidade e especificidade do exame e da prevalência da doença na população, probabilidade pré-teste. A sensibilidade é a capacidade que o teste diagnóstico/triagem apresenta de detectar os indivíduos verdadeiramente positivos, ou seja, de diagnosticar corretamente os doentes. A especificidade é a capacidade que o teste diagnóstico/triagem tem de detectar os verdadeiros negativos, isto é, de diagnosticar corretamente os indivíduos sadios (KAWAMURA, 2002).

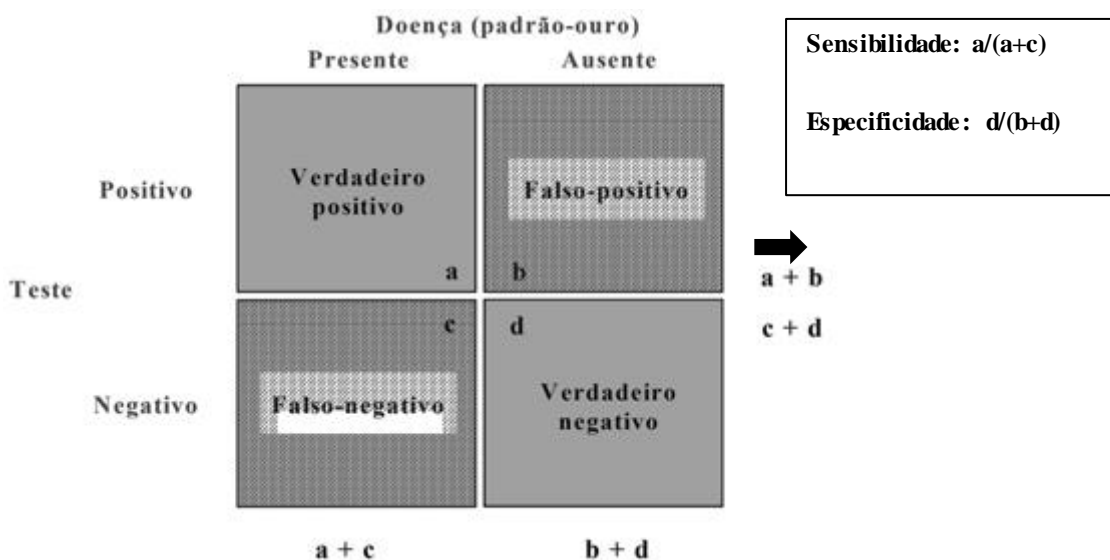


Figura 3 - Sensibilidade X Especificidade de um teste laboratorial (UFG, 2018).

Um teste sensível raramente deixa de encontrar pessoas doentes, ou seja, testes com alta sensibilidade visam evitar falsos negativos e dessa forma, conter a proliferação da doença pelo possível doente. Um teste específico raramente classificará erroneamente pessoas saudias como doentes, ou seja, visa evitar falsos positivos evitando-se assim a procedimentos caros e invasivos desnecessários no paciente (USP, 2018).



Figura 4 - Valores preditivos de testes laboratoriais (USP,2018).

Um teste diagnóstico determina ausência ou presença da doença quando o indivíduo apresenta sinais e sintomas da doença. Um teste de triagem identifica indivíduos assintomáticos que podem ter a doença. Dessa forma um teste diagnóstico é utilizado após um teste de triagem positivo para estabelecer um diagnóstico definitivo (USP, 2018). Pensando-se na relação entre testes diagnósticos e de triagem com testes sensíveis e específicos, pode-se relacionar os testes de triagem com testes com alta sensibilidade e os testes diagnósticos com alta especificidade. Em 2017 o MS disponibilizou para o fornecimento durante os anos de 2017 e 2018 2 milhões de testes rápidos imunocromatográficos IgM e IgG para dengue, 1 milhão para de testes rápidos imunocromatográficos IgM para chikungunya e 3,5 milhões de de testes rápidos imunocromatográficos IgM e IgG para Zika. Os testes rápidos são testes utilizados para triagem de pacientes com suspeira da tríplice epidemia.

Tabela 6 - Oportunidade de coleta para os agravos da Tríplice Epidemia causados pelo *Ae. aegypti*.

Agravo	Público Alvo	Oportunidade de Coleta
Dengue	Pacientes que apresentam os sinais clínicos e sintomas relacionados ao agravo constants no Quadro 5.	A partir do 6º dia do início dos sintomas, preferencialmente a partir do 10º dia.
<i>Chikungunya</i>	Pacientes que apresentam os sinais clínicos e sintomas relacionados ao agravo constants no Quadro 5.	A partir do 6º dia do início dos sintomas, preferencialmente a partir do 7º dia.
<i>Zika</i>	Pacientes que apresentam os sinais clínicos e sintomas relacionados ao agravo constants no Quadro 5.	Entre o 6º e 30º dia após o início dos sintomas.

Adaptado de: SEI/MS, 2017.

Quadro 5 - Definição de casos suspeitos. As amostras que chegarem ao LACEN sem atenderem as definições de casos suspeitos, e/ou os critérios de qualidade de amostra, serão descartadas pelo LACEN.

<p><u>Dengue:</u> paciente com febre aguda, com duração máxima de 7 dias, acompanhada de pelo menos dois dos seguintes sintomas: cefaleia, dor retro-orbital, mialgia, artralgia, prostração, exantema, leucopenia, petéquia ou prova do laço positiva. Além desses sintomas, deve ter estado, nos últimos 15 dias, em área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha a presença de <i>Ae. Aegypti</i>;</p>
<p><u>Chikungunya:</u> Paciente com febre de início súbito maior que 38,5°C e intensa poliartralgia, podendo ser acompanhada de cefaleia, exantema, fadiga, e dorsalgia com duração média de 7 dias, sendo residente ou tendo visitado áreas endêmicas ou epidêmicas nos últimos 15 dias, antes do início dos sintomas ou que tenha vínculo epidemiológico com caso confirmado ou com exame negativo para Dengue que mantenha sintomatologia por mais de 8 dias do início dos sintomas;</p>
<p><u>Zika:</u> paciente que apresente exantema maculopapular pruriginoso ou não, acompanhado de pelo menos um dos seguintes sinais ou sintomas: febre OU hiperemia conjuntival sem secreção/prurido OU poliartralgia OU edema periarticular.</p>

Fonte: SUVISA (2017).

Os testes diagnósticos confirmatórios e também Padrão Ouro para doenças de notificação como a dengue, *Chikungunya* e *Zika* são realizados por laboratórios de referência ou laboratórios de saúde pública dos estados brasileiros, denominados pela sigla LACEN que significa laboratório central. O LACEN é responsável por realizar o

diagnóstico laboratorial oportuno, seguro e rápido a fim de contribuir para o controle epidemiológico e sanitário de uma população (PARANÁ, 2016). Fazem parte destes, as sorologias – pesquisa de IgM e IgG realizadas por meio da técnica Mac-ELISA; RT-PCR, do inglês *Reverse transcription polymerase chain reaction quantitative real time*, qPCR, do inglês *Polymerase chain reaction quantitative real time* e imunohistoquímica. Cada ensaio é realizado de acordo com a fase em que se encontra a infecção pelos vírus da tríplice epidemia, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7- Testes laboratoriais Padrão Ouro para o diagnóstico da tríplice epidemia.

Arbovirose	Tipo de Exame	Quando solicitar
Dengue	Isolamento viral	1º ao 4º dia do início da febre
	Pesquisa de antígeno NS1	
	Sorologia IgM	Entre o 6º e o 30º dia (melhor a partir do 10º)
	PCR	1º ao 4º dia do início da febre
Chikungunya	PCR	1º ao 8º dia do início da febre
	Sorologia IgM	Até o 8º dia do início dos sintomas
	Sorologia IgG	Preferencialmente do 15º ao 45º dia do início dos sintomas
Zika	PCR	1º ao 8º dia do início da febre

Fonte: SUVISA (2017).

OS fluxogramas da Figura 5 e Figura 6 mostram quais passos devem ser seguidos para a realização dos testes laboratoriais para a *Zika* e para a dengue até que os mesmos sejam positivados ou totalmente descartados.

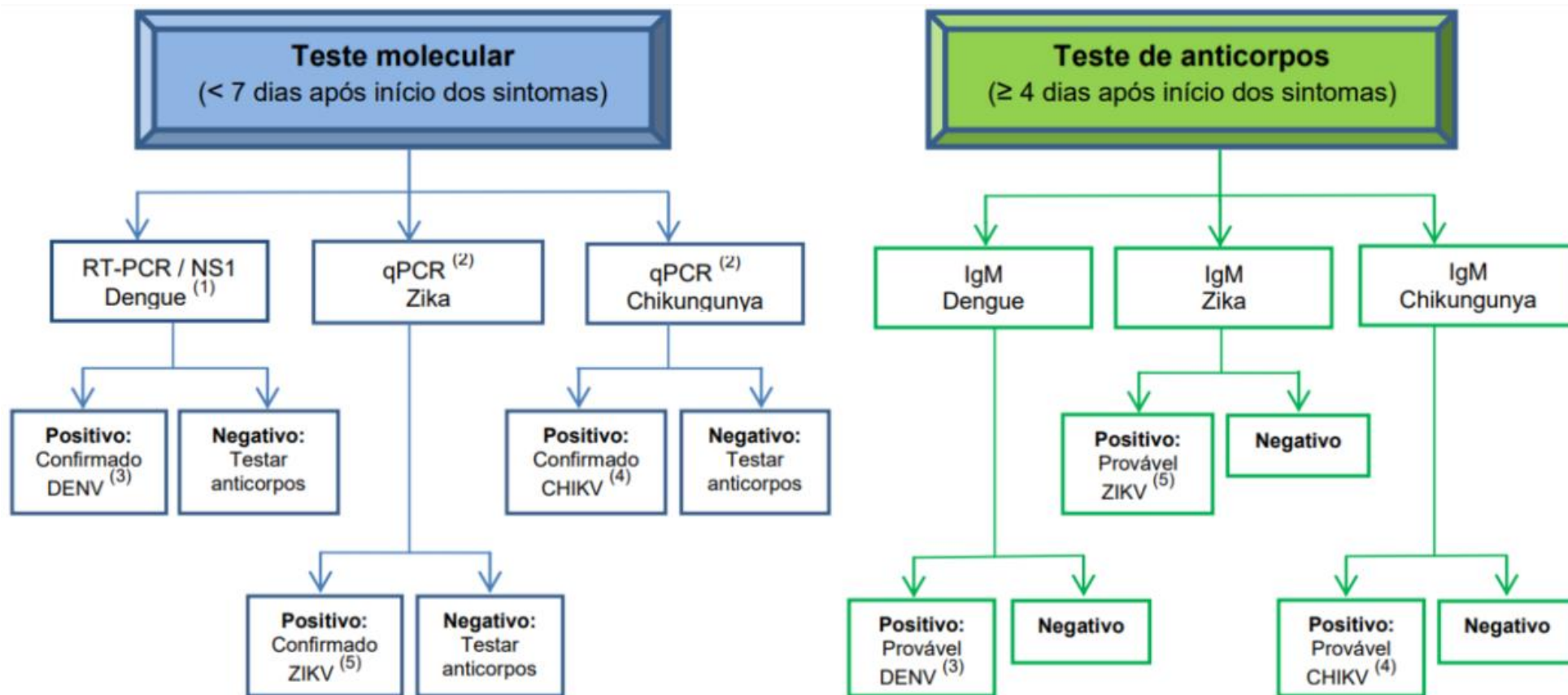


Figura 5- Fluxograma para a realização de testes laboratoriais para a confirmação ou descarte do vírus da Zika (SBPC, 2016).

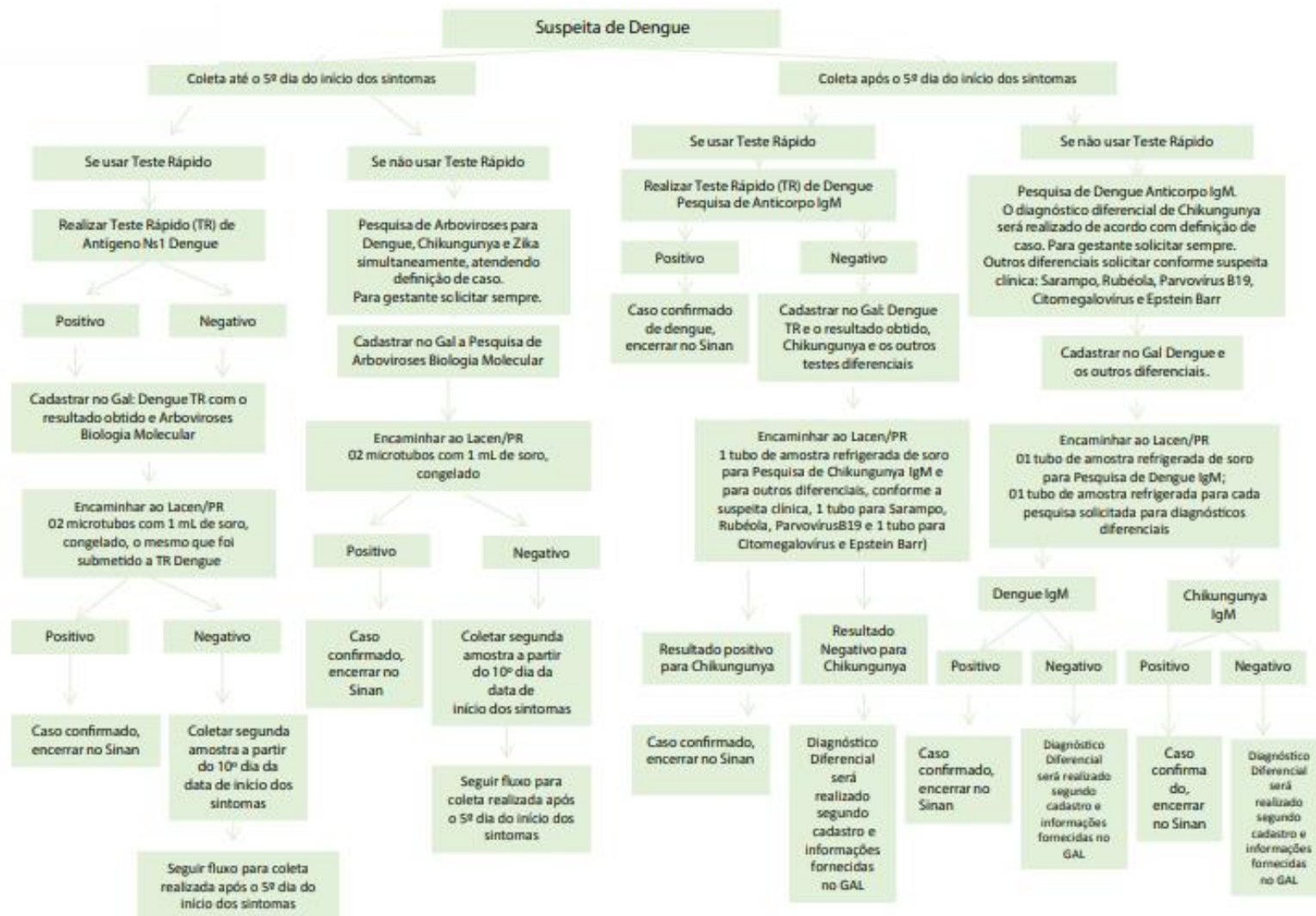


Figura 6: Fluxo laboratorial para o diagnóstico de dengue (PARANÁ,2017).

3 METODOLOGIA

3.1 O COMITÊ DE ÉTICA

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Conselho de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília - CEPFM/UNB sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética - CAAE: 85059417.6.0000.5558.

3.2 O AMBIENTE DE PESQUISA

Para o desenvolvimento do *Aedes Expert* foram seguidas 3 fases, organizadas em etapas. As fases 1 e 2 foram realizadas no laboratório LIS com a realização de pesquisas bibliográficas, elaboração e implementação do *Aedes Expert*, além de reuniões com o programador em DELPHI para correção de algoritmos e alinhar idéias para o sucesso do sistema. Na fase 3 que é composta pelas etapas de realização dos testes do sistema pela engenheira do conhecimento. Outra parte de testes do *Aedes Expert* foi realiza no Núcleo de Medicina Tropical (NMT) da UnB. Dois especialistas em epidemiologia analisaram a interface do *Aedes Expert* e realizaram as suas observações e contribuições.

A última etapa dos testes (fase 3) foi realizada através de sinais e sintomas verídicos extraídos de PEPs no HRG e no HRSM. O setor hospitalar de realização da aquisição das informações necessárias para a última etapa da fase 3 foi o ambiente do Arquivo do HRSM por meio de computador *desktop* dentro da sala de arquivos. O setor de arquivos é composto por uma sala de coordenação e uma sala grande contendo arquivos físicos e 4 computadores *desktop*, onde os funcionários exercem as suas atividades de busca dos arquivos eletrônicos e/ou físicos. O setor de arquivo é composto por um grupo de seis servidores públicos, sendo um coordenador, uma secretária e 4 outros funcionários que revesam no atendimento e busca dos prontuários que são solicitados pela comunidade hospitalar e/ou pacientes e seus familiares. O sistema de PEP utilizado pela SES-DF é o *TrackCare*, um sistema unificado de informação de saúde que permite atendimento coordenado do hospital. Os dados foram pesquisados através da inserção do número de prontuário do paciente, na aba do PEP. Neste ambiente virtual encontram-se os dados de interesse que foram: da enfermagem, da equipe médica e do laboratório. No acompanhamento de enfermagem foi possível ter acesso aos graus de febre, quando

inseridos no sistema (foram raros); na parte de acompanhamento médico foram extraídos sinais e sintomas apresentados e as investigações de Hipóteses Diagnósticas (HD); na parte do laboratório foram extraídos os resultados de exames complementares.

A pesquisa ao PEP só foi possível graças ao auxílio do setor de vigilância epidemiológica do HRSM, pois o sistema utilizado, não permite realizar buscas refinadas, como foi pensado inicialmente, dessa forma, este setor teve um importante papel no andamento e aquisição das informações necessárias fornecendo os números de prontuários com notificações para a tríplice epidemia. De outra forma, a busca de casos confirmados e não confirmados da tríplice epidemia por meio de exames diagnósticos laboratoriais padrão ouro levaria exaustivos meses de pesquisa para se alcançar a mostra desejada (200 prontuários).

Por fim, na fase 4, realizada no PS do HRG e do HRSM o sistema foi utilizado por médicos e enfermeiros que aceitaram participar da validação do SE e, posteriormente, um questionário de sentimento foi aplicado.

3.3 Coleta e Análise dos dados

A coleta de dados para o desenvolvimentos do *Aedes Expert* e a sua análise seguiram as fases e etapas descritas nos próximos itens.

Fase I – Coleta de dados/Comitê de ética: consistiu da revisão da literatura e submissão do projeto ao CEP. As etapas desta fase estão descritas a seguir:

Etapa 1. Pesquisa nos Protocolos do MS: nesta etapa da primeira fase foram realizadas pesquisas bibliográficas nas publicações disponibilizadas nos sites do MS, OMS, OPAS e OPAS em busca dos sintomas de base das patologias causadas pelo *Ae. aegypti*. Nesta busca foram encontrados os seguintes documentos e protocolos listados na Tabela 8. Os protocolos listados são utilizados no pronto atendimento clínico como requisito para o diagnóstico rápido das patologias causadas pelo *Ae. aegypti*, dessa forma, o médico pode dar início ao tratamento sem a necessidade de confirmação através de exames laboratoriais sorológicos e de biologia molecular para confirmação diagnóstica. A Figura 5 mostra

alguns diagramas de blocos aonde aparecem fluxogramas para o diagnóstico clínico da tríplice viral, estes estão listados no Anexo 2.a, Anexo 2.b e Anexo 2.c.

Tabela 8- Protocolos e manuais utilizados para extração dos sinais e sintomas.

Doença	Protocolo/ Ano de publicação	Dados utilizados
DENGUE	Dengue - diagnóstico e manejo clínico adulto e criança/2016	- Tabela diagnóstico diferencial dengue x <i>Chikungunya</i> , p. 14; - Tabela diagnóstico diferencial dengue x <i>Chikungunya</i> , p. 14 - Anamnese, p. 15; - Fluxograma para classificação de risco de dengue; -
CHIKUNGUNYA	<i>Chikungunya</i>: Manejo Clínico/2017	- Descrição dos sintomas na fase aguda ou febril, p. 07; - Quadro de diagnóstico diferencial dengue, <i>Zika e Chikungunya</i> . p. 23; - Classificação de risco e manejo do paciente com suspeita de <i>Chikungunya</i> , p. 24; - Aferição da dor através da escala visual analógica (EVA), p. 54; - Anamnese, p. 27;.
	Febre de <i>Chikungunya</i>: manejo clínico/2015	- Diagnóstico diferencial dengue x <i>Chikungunya</i> , p. 16; - Fluxograma de classificação de risco do <i>Chikungunya</i> , p. 18.
	Preparação e resposta à introdução do vírus <i>Chikungunya</i> no Brasil /2014	- Tabela de frequência dos sintomas, p. 12; - Tabela de comparação das características clínicas e laboratoriais de infecções do vírus de <i>Chikungunya</i> e da dengue, p. 17.
ZIKA	<i>Zika</i> - abordagem clínica na atenção básica/2016	- Fluxograma para diagnóstico clínico da dengue, p. 21; - Direcionamento para diagnóstico clínico de <i>Zika</i> , p. 61.
	Protocolo de atenção à saúde e resposta à ocorrência de microcefalia relacionada à infecção pelo vírus <i>Zika</i>/2016	- Tabela de frequência e intensidade de sinais e sintomas na diferenciação para dengue, <i>Chikungunya</i> e <i>Zika</i> , p. 8-9.
	Protocolo de vigilância e resposta à ocorrência de microcefalia relacionada à infecção pelo vírus <i>Zika</i>/2015	- Questionário para gestante com exantema (suspeita de <i>Zika</i>), p. 65. Anexo 1;

A aquisição do conhecimento teve como principais agentes atuantes:

- O especialista epidemiologista do NMT/UNB,
- A engenheira do conhecimento e especialista da área de Biomedicina (desenvolvedora do *Aedes Expert*);

- E o engenheiro de *software* responsável pela programação do SE.

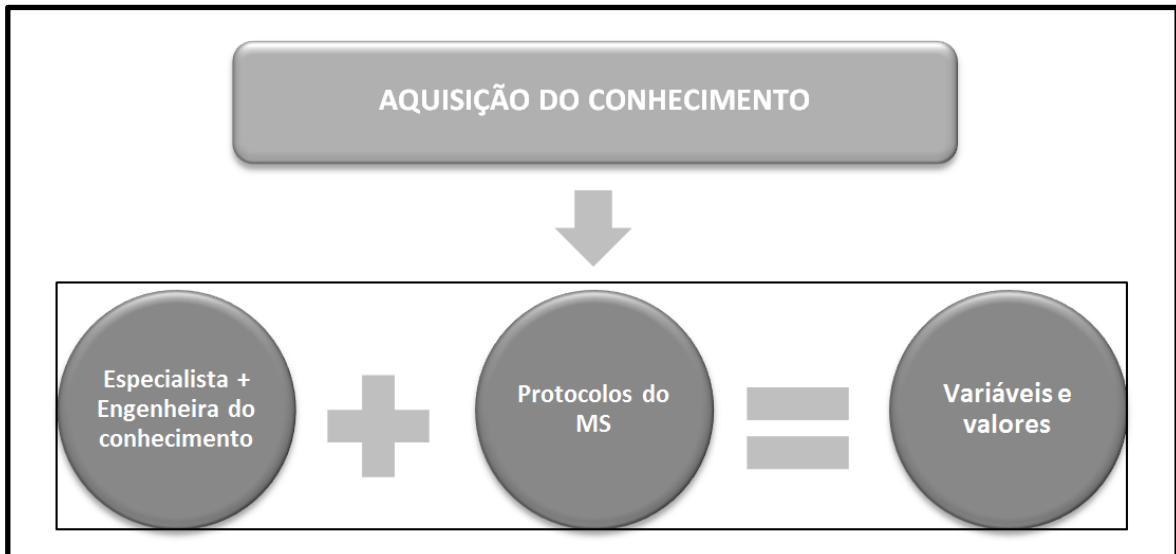


Figura 7 - Aquisição do conhecimento.

A base de conhecimento foi criada a partir de informações e protocolos disponibilizados pelo MS, do especialista com conhecimento na área e do programador seguindo os seguintes passos, primeiramente por parte da especialista e engenheira do conhecimento:

- Definiu o conhecimento necessário;

Analizou as informações e dados secundários para transferir estas de forma clara e coerente para o programador;

- Converto as cruzes utilizadas para mostrar o grau de intensidade e frequência em dados numéricos por meio de probabilidade;

- A partir dos dados convertidos, criou as regras;

- Utilizando as regras, os algoritmos foram montados para serem inseridos na plataforma de programação DELPHI;

- Definiu as perguntas que o Sistema faria ao usuário, bem como os resultados esperados e de que forma os mesmos serão dados ao usuário;

- Elaborou o *layout* do *Aedes Expert*.

Em seguida o programador:

- Programou o *layout* de apresentação do Sistema e modificou o layout, bem como introduziu palavras com sentido reduzido para se ganhar tempo;

- A cada modificação o *Aedes Expert* retornava para a especialista e engenheira do conhecimento para testes.

O papel do especialista foi coletar informações disponibilizadas pelo MS e apresentá-las de maneira compreensível ao programador. A melhor maneira encontrada pelo especialista foi através de tabelas, quadros e diagramas de bloco, como mostrado na Tabela 7, onde aparecem os valores, representados pelos sintomas diferenciais e comuns da tríplice viral e seus valores que são a frequência e a intensidade de cada sintoma dentro da sintomatologia da tríplice infecção viral.

Tabela 9 - Variáveis e seus valores.

Variáveis	Valores
Febre	Ausente; < 38.5°C; >38.5°C; entre 39-40°C
Exantema Maculopapular	Ausente, leve, moderado, intenso
Hiperemia Conjuntival	Ausente, leve, moderado, intenso
Mialgia	Ausente, leve, moderado, intenso
Artralgia	Ausente, leve, moderado, intenso
Edema	Ausente, leve, moderado, intenso
Dor Retroorbital	Ausente, leve, moderado, intenso
Cefaléia	Ausente, leve, moderado, intenso
Náusea/vômito	Ausente, leve, moderado, intenso
Hemorragias	Ausente; presente
Prova do laço	Positiva; negativa
Hemograma	Leucopenia (sim/não); Trombocitopenia (sim/não); Hemoconcentração (sim/não)
Linfadenopatia	Ausente, leve, moderado, intenso
Resultado	Dengue/ <i>Chikungunya</i> / <i>Zika</i> /Não se encaixa na tríplice viral

2. Comitê de Ética e Pesquisa (CEP): Devido à necessidade de dados primários e secundários para as demais fases de execução deste trabalho, houve a necessidade de que o

mesmo passasse pela aprovação de dois (2) CEPs, sendo um CEP da proponente – UNB e o outro, o CEP da coparticipante FEPECS.

Fase II: Pré-processamento dos dados. Os dados secundários coletados na primeira fase foram processados através de inferência probabilística como descritos a seguir:

As variáveis linguísticas utilizadas foram:

- Febre
- Cefaleia
- Dor-retroorbital
- Mialgia
- Artralgia,
- Exantema
- Edema
- Linfadenopatia
- Leucopenia
- Linfopenia
- Neutropenia
- Plaquetopenia.

Os valores linguísticos das variáveis foram definidos usando-se os modificadores lógicos linguísticos:

- Ausente e presente para exantema, edema e hiperemia conjuntival;
- Ausente, baixa, moderada, alta, muito alta para a febre;
- Leve, moderada e intensa para as demais variáveis.

Os valores numéricos qualitativos:

- Febre: tiveram um intervalo aceitável de 35.5 a 42 °C, que representou a temperatura do paciente (°C) segundo Comisae (2014) e MS (2017).
- Cefaleia, mialgia, artralgia e dor-retroorbital: foi utilizada a escala de 0 a 10, seguindo a escala analógica visual (EVA) para dor, onde 0 representa ausência de dor e 10 o maior nível de dor (COMISAE, 2014; MS, 2017).
- Prurido: como é uma percepção sensitiva de quimiorreceptores na pele, tida como uma sensação desagradável que leva ao ato de coçar, referida pelo paciente e medida através de questionários para conhecer sua escala (WEBER, 2005), aqui foram adotados os valores de 0 a 3 como universo de discurso para este sintoma, onde 0 é a total ausência de prurido e 4 é relacionado ao termo intenso.
- Exantema, edema e conjuntivite: os valores são binários, com os termos ausentes e presente (MS, 2017).
- Leucopenia, neutropenia, linfopenia e plaquetopenia: a referência utilizado foi a descrita nas tabelas presentes nos protocolos do MS (2015; 2017), onde os valores serão marcados ou não pelo usuário.

A inferência utilizada foi a probabilística, onde a principal tarefa foi computar a distribuição de probabilidades (P) posterior para um conjunto de variáveis (*query variables*), dado um problema (*hard evidence*), ou seja, o sistema computa P (*Query/Evidence*).

A base de conhecimento foi construída através de regras de produção para construção do algoritmo a ser inserido no ambiente de programação DELPHI, com o auxílio de um engenheiro de software, o programador. O motor de inferência executa o sistema, no qual realiza a avaliação das regras e disponibiliza para o usuário final, no caso, o profissional da saúde, uma HD a partir dos dados de entrada que serão os dados obtidos da anamnese do paciente.

Fase III – Testes do SE *Aedes Expert*: a primeira etapa consistiu da análise da sintaxe a da semântica aplicando o mesmo a dois especialistas. Um do NMT/UnB e o outro sendo a

própria engenheira do conhecimento. Juntos realizaram observações e correções em textos e sinais e sintomas. Na segunda etapa de testes foi realizada através de sintomas reais adquiridos da anamnese do paciente extraídos de 200 arquivos eletrônicos, o PEP, nas unidades públicas de pronto atendimento de saúde do HRG e do HRSM. Os sinais e sintomas adquiridos foram inseridos no sistema e as HD foram organizadas em tabelas para análise comparativa dos resultados entre o diagnóstico realizado pelo *Aedes Expert* e pelos testes laboratoriais padrão ouro.

3.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo consiste em uma revisão da literatura nos sites do MS sobre a diferenciação da sintomatologia das três patologias causadas pelo mosquito *Ae. aegypti*. Após a análise dos sintomas mais frequentes em cada doença, propõe o desenvolvimento de um SE que realize esta diferenciação sem a necessidade de consulta a protocolos físicos pelo profissional de saúde. O trabalho para viabilizar o desenvolvimento do sistema foi dividido em quatro fases:

Fase I: Coletar os dados através dos protocolos e demais publicações disponibilizados pelo MS em seus sites. Submeter ao CEP.

Fase II: Realizar o pré-processamento dos dados utilizando a técnica de raciocínio probabilística.

Fase III: Testes do sistema: a) testar sintaxe e semântica do sistema com a utilização do mesmo por dois especialistas da área da saúde. B) Realizar segundo teste através de sintomas reais e exames complementares de pacientes atendidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS): HRC e HRG.

4. RESULTADOS

4.1 VISÃO GERAL

O estudo, objeto deste trabalho, foi realizado no período de quatro meses (jul/2016 à Mai/2018) e gerou como resultado, o desenvolvimento do *Aedes Expert*, um artigo completo publicado no XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica (CBEB XXV anexo 3a), a possibilidade de integração com o *Aedes Maps*, SE de georreferenciamento vinculado a redes sociais para mapeamento dos focos do *Ae. aegypti* no território Brasileiro (anexo 3b).

4.2 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Resultados Fase I: Coleta de dados para desenvolvimento do *Aedes Expert*:

1ª Etapa: consistiu da aquisição do conhecimento por meio de pesquisa em protocolos voltados para a tríplice epidemia disponibilizados nos sites do MS. Os protocolos e fluxogramas utilizados constam na Tabela 10 e no anexo I deste trabalho. O papel da especialista e engenheira do conhecimento foi coletar informações disponibilizadas pelo MS e apresentá-las de maneira clara e coerente ao programador.

2ª Etapa: O projeto deste trabalho foi submetido aos comitês de ética da FM/UNB e da Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde (FEPECS). Foi obtido o CAAE sob nº 85059417.6.0000.5558.

Resultados Fase II:

1ª Etapa: O pré-processamento dos dados obtidos por meio de dados secundários extraídos dos protocolos do MS foi realizado por meio da inferência de probabilidade. Através destes dados variáveis e valores foram estabelecidos. As formas utilizadas para organização dos dados obtidos foram tabelas e quadros. A Tabela 10 mostra a relação dos sintomas com cada patologia.

Tabela 10 - Relação das variáveis e a probabilidade de ocorrência em cada doença para a população geral.

SINAIS/SINTOMAS	DENV	CHIKV	ZIKV
Febre	0.9	0.9	0.25
Cefaléia	0.9	0.75	0.75
Dor retrorbital	0.9	0.75	0.50
Mialgia	0.75	0.50	0.50
Náusea/Vômito	0.50	0.25	0.25
Artralgia	0.3	0.50	0.1
Exantema	0.5	0.75	0.9
Edema	0.1	0.9	0.25
Hiperemia conjuntival	0.25	0.1	0.9
Prurido	0.25	0.25	0.75
Linfadenopatia	0.5	0.75	0.9
Hemorragia	0.9	0.25	0.1
Plaquetopenia	0.9	0.25	0.1
Leucopenia	0.9	0.75	0.1
Linfopenia	0.75	0.9	0.25
Neutropenia	0.9	0.5	0.25

Adaptado de: Marins e Peixoto, 2016.

Tabela 11 - Matriz de relação entre as variáveis e seus valores de intensidade em probabilidade de intensidade/frequências num indivíduo.

Variáveis	Valores	DENV	ZIKV	CHIKV
Febre	Leve	0.10	0.8	0.1
	Moderada	0.20	0.1	0.20
	Intensa	0.70	0.1	0.70
Cefaléia	Leve	0.1	0.7	0.8
	Moderada	0.2	0.2	0.1
	Intensa	0.7	0.1	0.1
Dor retrorbital	Leve	0.25	0.8	0.5
	Moderada	0.25	0.1	0.25
	Intensa	0.5	0.1	0.25
Mialgia	Leve	0.1	0.50	0.5
	Moderada	0.2	0.35	0.25
	Intensa	0.7	0.15	0.25
Artralgia	Leve	0.7	0.7	0.05
	Moderada	0.2	0.2	0.25
	Intensa	0.1	0.1	0.7
Exantema	Ausente	0.5	0.1	0.5
	Presente	0.5	0.9	0.5
Edema	Ausente	0.9	0.5	0.1
	Presente	0.1	0.5	0.9
Prurido	Leve	0.8	0.1	0.8
	Moderada	0.1	0.2	0.1
	Intensa	0.1	0.70	0.1

Hiperemia conjuntival sem secreção e sem prurido	Ausente	0.90	0.2	0.7
	Presente	0.1	0.8	0.3
Linfadenopatia	Leve	0.70	0.15	0.15
	Moderada	0.15	0.15	0.70
	Intensa	0.15	0.70	0.15
Hemorragia	Leve	0.25	0.0	0.9
	Moderada	0.75	0.0	0.05
Plaquetopenia	Ausente	0.2	0.99	0.6
	Presente	0.80	0.01	0.40
Leucopenia	Ausente	0.25	0.95	0.75
	Presente	0.75	0.05	0.25
Linfopenia	Ausente	0.5	0.0	0.25
	Presente	0.5	0.0	0.75
Neutropenia	Ausente	0.2	0.0	0.8
	Presente	0.8	0.0	0.2

ADAPTADO DE: MARINS; PEIXOTO, 2016.

Os respectivos valores foram originados através da conversão de cruzes em probabilidade. Para cada cruz foi dado um valor de 25%. Quando 4 cruzes, ou seja, 100% foi utilizado 0,9%, pois para se ter a certeza da relação do sintoma com a doença somente com testes laboratoriais padrão ouro. O mesmo ocorreu quando o sintoma é excluído da patologia com valor de 0%. Estes valores foram utilizados para os cálculos de probabilidade entre os sinais e sintomas e as respectivas doenças.

As variáveis e seus valores foram convertidos em símbolos de forma que se resumisse os nomes das mesmas de forma a facilitar a construção do algoritmo e manipulação do sistema na plataforma de programação DELPHI. Essas nomenclaturas foram estabelecidas pelo programador e passadas para a engenheira do conhecimento para que a mesma conseguisse montar os algoritmos de forma adequada na linguagem especificada como mostra a Tabela 12.

Tabela 12 - Simbologia e tipos de função utilizadas para a montagem das regras de produção no ambiente de programação DELPHI.

Nº	Variáveis e valores	Tipo de Função
1	data_exame	TDate
2	local	string
3	especialidade	string
4	medico	string
5	paciente	string

6	data_nasci	TDate
7	febre	boolean
8	int_febre	real
9	dias_febre	integer
10	gc_febre	real
11	cefaleia	boolean
12	int_cefaleia	integer
13	gc_cefaleia	real
14	retro	boolean
15	int_retro	integer
16	gc_retro	real
17	edema	boolean
18	int_edema	integer
19	gc_edema	real
20	hiperemia	boolean
21	int_hiperemia	integer
22	gc_hiperemia	real
23	mialgia	boolean
24	int_mialgia	integer
25	gc_mialgia	real
26	exantema	boolean
27	int_exantema	integer
28	gc_exantema	real
29	artralgia	boolean
30	int_artralgia	integer
31	gc_artralgia	real
32	linfa	boolean
33	int_linfa	integer
34	gc_linfa	real
35	prurido	boolean
36	int_prurido	integer
37	gc_prurido	real
38	nausea	boolean
39	int_nausea	integer
40	gc_nausea	real
41	hemo	boolean
42	int_hemo	integer
43	gc_hemo	real
44	laco	boolean
45	gc_laco	real
46	hemograma	boolean
47	plaque	boolean
48	neutro	boolean
49	leuco	boolean
50	linfo	boolean

51	dengue	boolean
52	dengue_percent	real
53	zica	boolean
54	zica_percent	real
55	chico	boolean
56	chico_percent	real
57	int_nausea	integer
58	gc_nausea	real
59	hemo	boolean
60	int_hemo	integer
61	gc_hemo	real
62	laco	boolean
63	gc_laco	real
64	hemograma	boolean
65	plaque	boolean
66	neutro	boolean
67	leuco	boolean
68	linfo	boolean
69	dengue	boolean
70	dengue_percent	real
71	zica	boolean
72	zica_percent	real
73	chico	boolean
74	chico_percent	real

As regras de produção utilizadas neste trabalho para a plataforma DELPHI estão elencadas com seus respectivos significados na Tabela 12.

Tabela 13 - Funções utilizadas nas regras de produção.

Nº	Tipo de função	Significado das funções
1	TDate	Permite a inserção de Data
2	String	Permite a inserção de Texto
3	Real	Permite inserção de número real
4	boolean	Aceita apenas dois valores: Sim e não; positivo e negativo; verdadeiro e falso, etc.
5	integer	Permite a inserção de números inteiros

2ª Etapa: as regras foram elaboradas e os algoritmos foram criados e enviados ao programador para que o mesmo inserisse na plataforma DELPHI. A partir das regras estabelecidas e a relação entre elas foi possível definir a organização em diagrama de

blocos e como resultado foi construído os como mostra o algoritmo desenvolvido para a dengue que como mostrado na Figura 8.

```
If (Cefaleia = true) and (retro = true) and ((mialgia = true)
and ((int_cefaleia = 3) or(int_cefaleia = 2))
and ((int_mialgia = 3) or (int_mialgia = 2))
and ((int_retro = 3) or(int_retro = 2)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

If (Cefaleia = true) and (dor_retrorbital = true) and ((artralgia = true)
and ((int_artralgia = 1))
and ((int_cefaleia = 3) or(int_cefaleia = 2))
and ((int_retrorbital = 3) or(int_retrorbital = 2)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

If (dor_retrorbital = true) and (mialgia = true) and ((artralgia = true)
and ((int_retrorbital = 3) or(int_retrorbital = 2))
and ((int_mialgia = 3) or (int_mialgia = 2))
and ((int_artralgia = 1)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

If (cefaleia = true) and (mialgia = true) and ((exantema = true) and (prurido = true)
and ((int_cefaleia = 3) or(int_cefaleia = 2))
and ((int_mialgia = 3) or (int_mialgia = 2))
and ((int_artralgia = 1)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

If (mialgia = true) and (artralgia = true) and ((exantema = true) and (prurido = true)
and ((int_mialgia = 3) or (int_mialgia = 2))
and ((int_artralgia = 1)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

If (cefaleia = true) and (mialgia = true) and (artralgia = true)
and ((int_cefaleia = 3) or(int_cefaleia = 2))
and ((int_mialgia = 3) or (int_mialgia = 2))
and ((int_artralgia = 1)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;
```

```

end;

If (cefaleia = true) and (mialgia = true) and ((exantema = true) and (prurido = true)
  and ((int_cefaleia = 3) or(int_cefaleia = 2))
  and ((int_mialgia = 3) or (int_mialgia = 2))
  and ((int_artralgia = 1)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

If (exantema = true) and (prurido = true) and (cefaleia = true) and (dor_retrorbital = true)
  and ((int_cefaleia = 2) or (int_cefaleia = 3)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

If (cefaleia = true) and (dor_retrorbital = true) and (mialgia = true) and (artralgia = true)
and (exantema = true) and (prurido = true)
  and ((int_cefaleia = 2) or (int_cefaleia = 3))
  and ((int_mialgia = 3) or (int_mialgia = 2))
  and ((int_artralgia = 1)) Then
begin
  Dengue:=true;
  result:='DENGUE';
  exit;
end;

```

Figura 8 - Algoritmo para Dengue

3ª Etapa: a idealização do *Aedes Expert* pela engenheira do conhecimento foi elaborada através de slides como mostra a Figura :

Figura

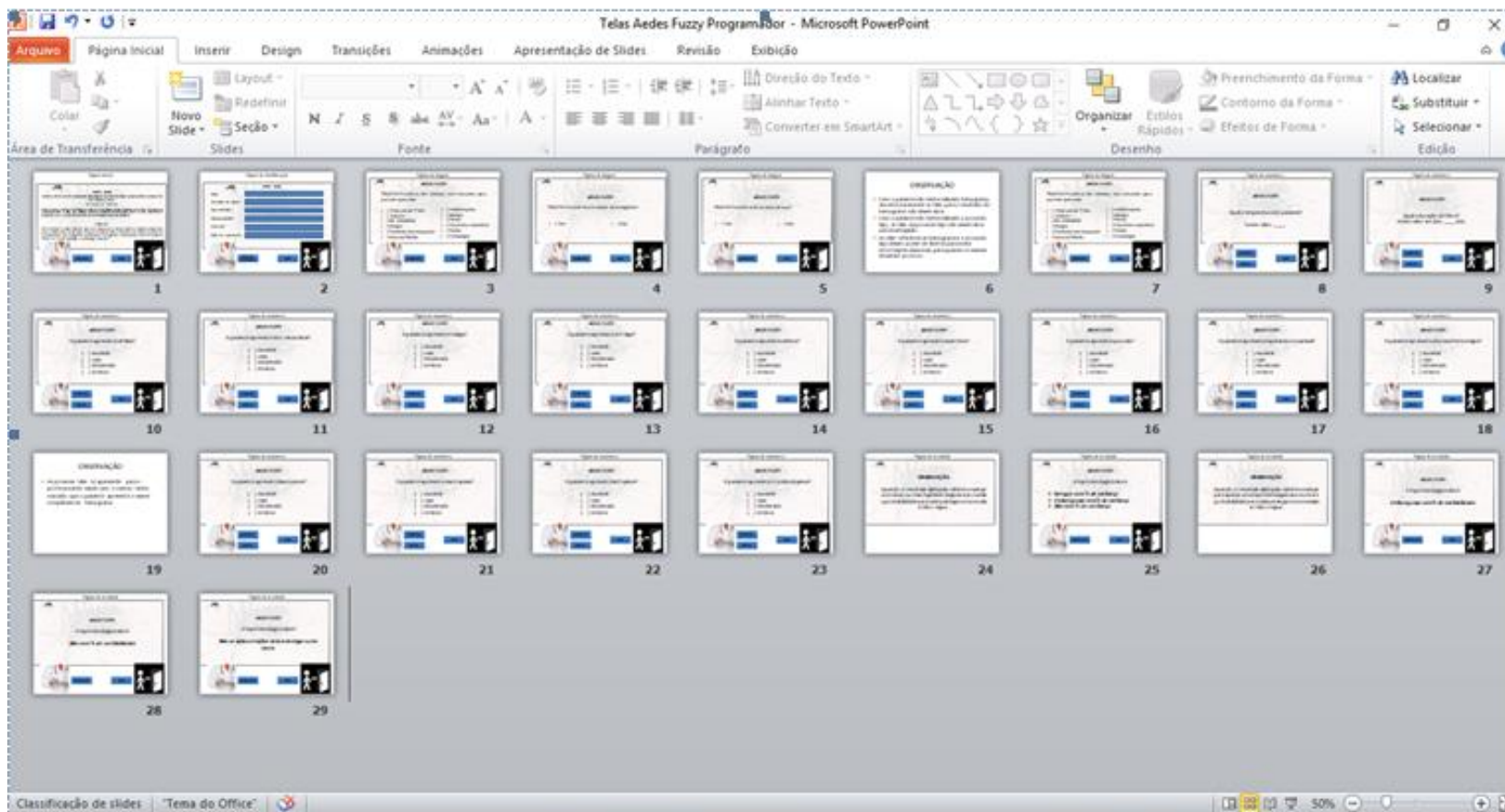


Figura 9 – Conjunto de telas do *Aedes Expert*.

Página inicial

AEDES EXPERT

SISTEMA ESPECIALISTA PARA DIRECIONAMENTO DA TRÍPLICE EPIDEMIA CAUSADA PELOS MOSQUITOS DO GÊNERO *Aedes*.

Descrição do sistema:

ESSE SISTEMA REÚNE OS PRINCIPAIS SINAIS E SINTOMAS RELACIONADOS AO VÍRUS DA DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA NA FORMA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA (SE) E O SEU OBJETIVO É DIFERENCIAR AS VIROSES ATRAVÉS DA ANAMNESE DO PACIENTE E EXAMES COMPLEMENTARES.

ATENÇÃO:

Essa ferramenta computacional é apenas um apoio para o direcionamento da hipótese diagnóstica para a tríplice viral causada pelo mosquito do gênero *Aedes*. Não deve ser utilizada para fins de automedicação, e/ou diagnóstico definitivo. O diagnóstico definitivo deverá ser realizado através de testes sorológicos, de biologia molecular e isolamento viral.

INICIAR SAIR

Página de Identificação

AEDES EXPERT

Data: _____

Unidade de Saúde: _____

Especialidade: _____

Médico/CRM: _____

Paciente: _____

Data de nascimento: _____

INICIAR CONSULTA SAIR

Página de triagem

AEDES EXPERT

TRIAGEM: Escolha os três sintomas mais relevantes que o paciente apresenta:

<input type="checkbox"/> Febre por até 7 dias	<input type="checkbox"/> Linfadenopatia
<input type="checkbox"/> Cefaleia	<input type="checkbox"/> Artralgia
<input type="checkbox"/> Dor retroorbital	<input type="checkbox"/> Edema
<input type="checkbox"/> Mialgia	<input type="checkbox"/> Hiperemia conjuntival
<input type="checkbox"/> Exantema maculopapular	<input type="checkbox"/> Prurido
<input type="checkbox"/> Náusea/Vômito	<input type="checkbox"/> Hemorragia

ANTERIOR SAIR

Página de triagem

AEDES EXPERT

TRIAGEM: Paciente tem resultado do hemograma?

Sim Não

ANTERIOR SAIR

Página de triagem

AEDES EXPERT

TRIAGEM: Paciente realizou prova do laço?

Sim Não

ANTERIOR SAIR

OBSERVAÇÃO

- Caso o paciente não tenha realizado hemograma, durante a anamnese as telas para o resultado do hemograma não devem abrir.
- Caso o paciente não tenha realizado a prova do laço, as telas da prova do laço não devem abrir para investigação.
- As telas referentes ao hemograma e a prova do laço devem poder ser abertas para inserir informações adicionais, para quando os exames estiverem prontos.

Página de triagem

AEDES EXPERT

TRIAGEM: Escolha os três sintomas mais relevantes que o paciente apresenta:

<input type="checkbox"/> Febre por até 7 dias	<input type="checkbox"/> Linfadenopatia
<input type="checkbox"/> Cefaleia	<input type="checkbox"/> Artralgia
<input type="checkbox"/> Dor retroorbital	<input type="checkbox"/> Edema
<input type="checkbox"/> Mialgia	<input type="checkbox"/> Hiperemia conjuntival
<input type="checkbox"/> Exantema maculopapular	<input type="checkbox"/> Prurido
<input type="checkbox"/> Náusea/Vômito	<input type="checkbox"/> Hemorragia

ANTERIOR SAIR

7

Página de anamnese

AEDES EXPERT

Qual a temperatura do paciente?

Inserir valor: _____

ANTERIOR INICIO SAIR

8

Página de anamnese

AEDES EXPERT

Qual a duração da febre?

Inserir valor em dias: _____ dias.

ANTERIOR INICIO SAIR

9

Página de anamnese

AEDES EXPERT

O paciente apresenta cefaleia?

Ausente
 Leve
 Moderada
 Intensa

ANTERIOR INICIO SAIR

Página de anamnese

AEDES EXPERT

O paciente apresenta dor retroorbital?

Ausente
 Leve
 Moderada
 Intensa

ANTERIOR INICIO SAIR

Página de anamnese

AEDES EXPERT

O paciente apresenta mialgia?

Ausente
 Leve
 Moderada
 Intensa

ANTERIOR INICIO SAIR



Figura 10 - Interface do *Aedes Expert* e a sua sequência de telas.

A partir das telas enviadas ao programador, o mesmo foi capaz de construir o layout provisório do *Aedes Expert*. Devido ao tempo para elaboração e execução do *Aedes Expert*, o programador modificou de forma temporária o layout do sistema ajustando-o para poucas páginas, como será mostrado na Figura 11. A adequação do *Aedes Expert* para uma melhor apresentação ficará para trabalhos futuros. Nela é possível perceber que o desenho inicial com 24 telas foi resumido para apenas 4 telas. A primeira tela revela informações essenciais sobre o sistema, tais como descrição e alerta para a utilização como diagnóstico diferencial e confirmatório, já que as doenças só poderão ser confirmadas através de exames laboratoriais padrão ouro para cada uma das enfermidades.

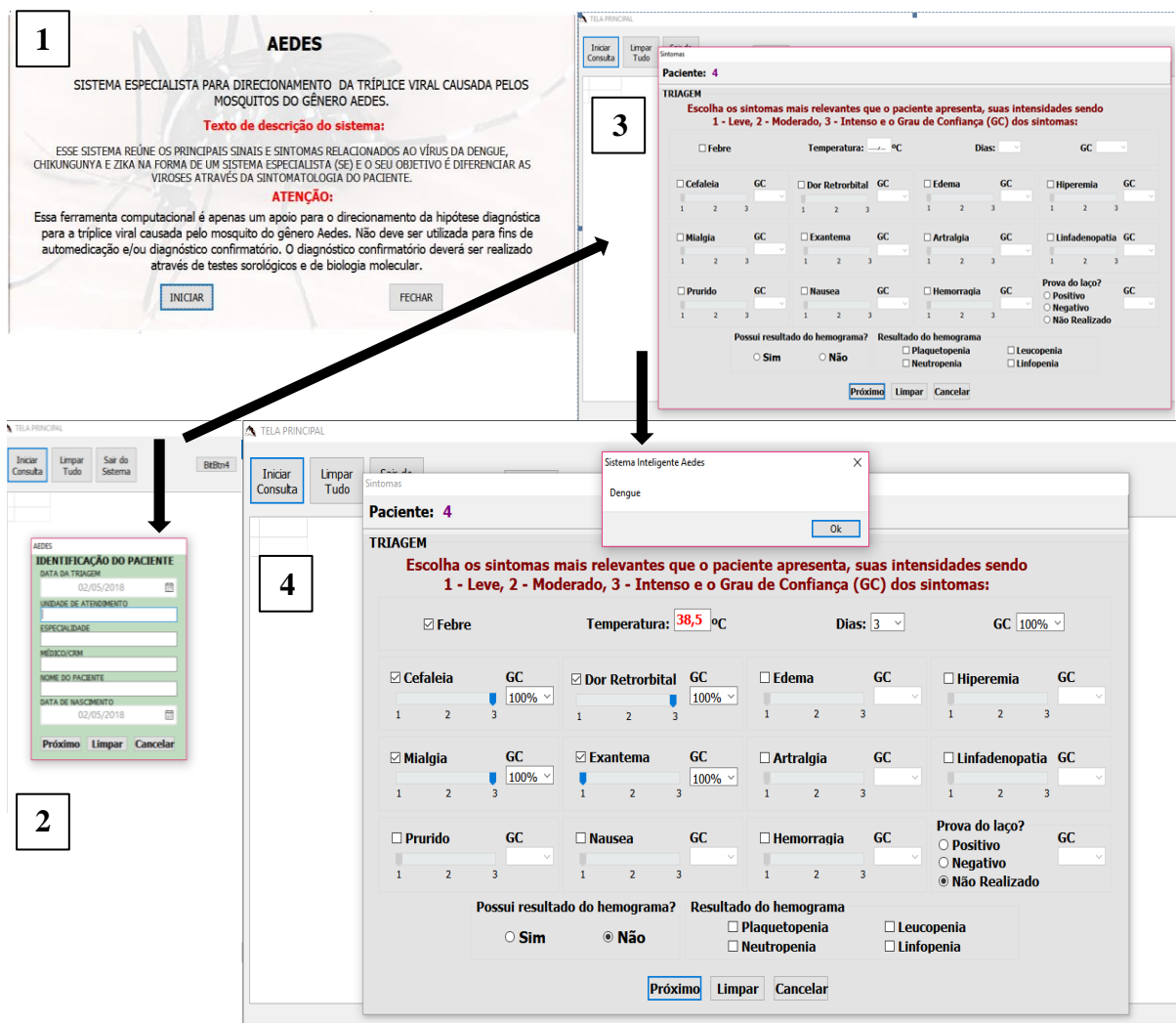


Figura 11 - Interface reduzida das Telas do *Aedes Expert*. Em apenas 4 telas o sistema consegue chegar a um resultado satisfatório.

Para facilitar o entendimento do usuário na utilização do Sistema, para os níveis de intensidade foram adotados apenas três valores com a representação de três numerais ordinais.

Tabela 14 - Valores para os níveis de intensidade.

Valores das variáveis	Representação no <i>Aedes Expert</i>
Leve	1
Moderada	2
Intensa	3

Fase III:

1ª Etapa: A análise da sintaxe e da semântica. O *Aedes Expert* foi levado até o NMT/UNB por meio de um executável instalado em um notebook. Na sala do especialista epidemiologista, o sistema foi executado para que o colaborador interagisse com o sistema e fizesse as suas observações. O especialista informou que todos os questionamentos do sistema estão de acordo com a investigação epidemiológica das doenças dengue, *Chikungunya* e *Zika*. Outra observação foi a respeito da descrição do sistema, palavras que poderiam descrever melhor e de forma mais correta as informações constantes na página inicial do SE. Por último foi questionado o por que de não haver questões sobre as demais infecções transmitidas pelo *Ae. aegypti*. A justificativa é que o objetivo principal do sistema que foi pensado no início de 2016, quando a febre amarela ainda não estava sendo disseminada de forma preocupante pelo mosquito transmissor da tríplice infecção viral, outro motivo é a complexidade de se trabalhar com a diferenciação de várias patologias em um único SE para desenvolvimento em poucos meses. Dessa forma, inserir as demais patologias no *Aedes Expert* ficou para trabalhos futuros. Todas as orientações e observações do especialista do NMT/UNB foram poderadas e aceitas, sendo realizados o melhoramento das informações constantes no sistema.

2ª Etapa: Realizar 200 testes através de sintomas reais e exames complementares de pacientes atendidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS): HRG e HRSM, coparticipantes deste trabalho. Para obtenção dos dados desejados, os sinais e sintomas foram extraídos do PEP de pacientes atendidos nos hospitais da rede pública de saúde do Distrito Federal

(DF). Hossain *et al.* (2017) utilizara 100 casos de observações clínicas para testar o SE para diagnóstico da tuberculose. Rahmani *et al.* (2017) também realizaram organizaram o desenvolvimento de um SE para testar sensibilidade e especificidade de exames laboratoriais, os mesmos utilizaram a percepção de 8 especialistas na área de análises clínicas.

Para agilizar a interpretação dos prontuários com notificações epidemiológicas a tríplex epidemia, foi adotada um esquema de segregação através de cores. Cada cor representou um status de resultado constante nos prontuários e boletim da vigilância epidemiológica local.

Tabela 15 - Interpretação dos resultados – classificação final para dengue, *Chikungunya* e *Zika* (cid a90 e a92).

	Confirmado; Positivo; Sim
	Indeterminado
	Negativo; Não
	Paciente evadiu
	Fechado pelo sistema - Informações Insuficientes

Quando todos os pacientes da listagem fornecida pela vigilância epidemiológica local foram separados por cores e os casos confirmados e negativos foram extraídos, uma nova interpretação de cores foi dada, como demonstrado na Tabela 16:

Tabela 16 - Critério de confirmação/descarte.

	Confirmado pelo laboratório
	Confirmação clínica-epidemiológica

Chegando-se a extração de apenas resultados confirmados por meio de exames laboratoriais, com elevado grau de confiança verdadeiramente positivos e verdadeiramente negativos, usou-se mais uma vez a interpretação por meio de cores para se saber quais exames foram realizados para cada prontuário. Dessa forma, foi construída a Tabela 17:

Tabela 17 - Exames confirmatórios realizados.

	Teste rápido
	Sorologia – IgM e IgG
	Sorologia para Antígeno NS1 -
	Teste Sorológico PRNT
	Isolamento viral
	RT-PCR
	Histopatologia
	Imunohistoquímica

No geral foram utilizados 200 prontuários, Os PEPs foram identificados por uma sequência numérica para fins de organização e a não exposição do paciente. Em momento algum houve necessidade de identificação do paciente ou contato direto, tendo o mesmo a sua identidade protegida conforme as boas práticas e normas éticas. Pretendeu-se uma amostragem de 200 prontuários da clínica médica de pronto atendimento nos últimos 3 anos (2014, 2015, 2016) tendo início pelos dados mais recentes até se conseguir a amostra desejada. Os dados de 2017 são dados parciais e ainda foi liberado o resultado conclusivo nos sistemas da SES-DF para os casos confirmatórios para a tríplice epidemia. Da amostra desejada, esperou-se obter 100 arquivos para cada Unidade de pronto atendimento. Apenas os dados epidemiológicos, a anamnese do paciente, exames complementares, como o hemograma e confirmatórios como o PCR foram extraídos dos registros clínicos.

A seguir, foi construída uma tabela para cada resultado verdadeiramente positivo ou negativo apresentando sinais e sintomas, bem quanto os resultados do hemograma, quando

os mesmos constavam no prontuário. De 387 notificações de casos de dengue para o ano de 2015, houveram 160 casos verdadeiramente confirmados/descartados. Para este estudo dos dados gerais foram classificados até a identificação (ID) de número 160 para que assim se tivesse uma quantidade adequada de casos verdadeiramente confirmados. A Tabela 18 mostra como ficou a classificação exemplificada em 52 dos 387 prontuários analisados. As numerações existentes nas células de cada tabela correspondem a interpretações numéricas utilizadas pela SES-DF.

Tabela 18 - 1ª etapa de seleção dos dados disponibilizados.

NOTIFICAÇÕES DE DENGUE HRSM - ANO DE 2015		
ID	CLASSIFICAÇÃO FINAL	CRITÉRIO DE CONFIRMAÇÃO/DESCARTE
1	5	2
2	10	1
3	5	2
4	5	2
5	10	1
6	10	2
7	10	1
8	11	1
9	10	2
10	10	1
11	10	2
12	10	2
13	10	1
14	10	1
15	10	2
16	10	2
17	5	2

18	5	2
19	10	2
20	5	2
21	5	2
22	5	1
23	5	2
24	10	1
25	10	1
26	5	1
27	5	1
28	5	2
29	5	1
30	5	2
31	10	2
32	10	1
33	10	2
34	5	1
35	10	2
36	10	2
37	10	2
38	10	2
39	10	2
40	10	1
41	10	1
42	10	1
43	10	1
44	10	2
45	10	1

46	10	2
47	10	2
48	10	1
49	10	2
50	10	1
51	10	2
52	10	1

A partir da classificação através da interpretação visual, foi possível trabalhar apenas com os prontuários de interesse, como mostrado nas Tabela 19, 20 e 21. Os números de identificação não foram alterados em momento algum, já que havia necessidade da ID para conseguir acessar a anamnese do paciente e aos exames complementares.

Tabela 19 - Casos Verdadeiramente Positivos.

CASOS VERDADEIRAMENTE POSITIVOS		
ID	CLASSIFICAÇÃO FINAL	CRITERIO DE CONFIRMAÇÃO/DESCARTE
2	10	1
5	10	1
7	10	1
8	11	1
10	10	1
13	10	1
14	10	1
24	10	1
25	10	1
32	10	1
40	10	1

41	10	1
42	10	1
43	10	1
45	10	1
48	10	1
50	10	1
52	10	1

Tabela 20 - Casos Verdadeiramente Negativos.

CASOS VERDADEIRAMENTE NEGATIVOS		
ID	CLASSIFICAÇÃO FINAL	CRITERIO DE CONFIRMAÇÃO/DESCARTE
22	5	1
26	5	1
27	5	1
29	5	1
34	5	1

Tabela 21 - Casos Confirmados por Dados de Investigação Epidemiológica.

CONFIRMAÇÃO CLÍNICA-EPIDEMIOLÓGICA		
ID	CLASSIFICAÇÃO FINAL	CRITERIO DE CONFIRMAÇÃO/DESCARTE
1	5	2
3	5	2
4	5	2
6	10	2
9	10	2
11	10	2
12	10	2

15	10	2
16	10	2
17	5	2
18	5	2
19	10	2
20	5	2
21	5	2
23	5	2
28	5	2
30	5	2
31	10	2
33	10	2
35	10	2
36	10	2
37	10	2
38	10	2
39	10	2
44	10	2
46	10	2
47	10	2
49	10	2
51	10	2

Com relação aos exames laboratoriais descritos nas informações pesquisadas, a Tabela 22 especifica o exame laboratorial realizado e o seu *status* através de números.

Tabela 22 - Classificação dos resultados de exames laboratoriais.

CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DE EXAMES LABORATORIAIS							
ID	RESUL_SORO	RESUL_NS1	RESUL_VI	RESUL_PCR	SOROTIPO	HISTOPA	IMUNOH
1							
2	4	1	4	4		4	4
3	4	4	4	4		4	4
4	4	4	4	4		4	4
5	4	1	4	4		4	4
6	4	4	4	4			4
7	1	1	4	4		4	4
8	1	4	4	4			
9	4	4	4	4		4	4
10	4	1	4	4		4	4
11	4	4	4	4			
12	4	4	4	4		4	4
13	1	4	4	4		4	4
14	2	1	4	4		4	4
15	4	4	4	4		4	4
16	4	4	4	4		4	4
17	4	4	4	4		4	4
18	4	4	4	4		4	4
19	4	4	4	4		4	4
20	4	4	4	4		4	4
21	4	4	4	4		4	4
22	4	4	4	2		4	4
23	4	4	4	4		4	4
24	1	4	4	4		4	4
25	1	4	4	4		4	4
26	2	4	4	4		4	4

27	2	4	4	4		4	4
28	4	4	4	4		4	4
29	4	4	2	4		4	4
30	4	4	4	4		4	4
31	4	4	4	4		4	4
32	1	4	4	4		4	4
33	4	4	4	4		4	4
34	2	4	4	4		4	4
35	4	4	4	4		4	4
36	4	4	4	4		4	4
37	4	4	4	4		4	4
38	4	4	4	4		4	4
39	4	4	4	4		4	4
40	1	4	4	4		4	4
41	4	1	4	4		4	4
42	1	4	4	4		4	4
43	2	1	4	4		4	4
44	4	4	4	4		4	4
45	4	1	4	4		4	4
46	4	4	4	4		4	4
47	4	4	4	4		4	4
48	1	1	4	4		4	4
49	4	4	4	4		4	4
50	1	4	4	4		4	4

Legendas: RESUL_SORO: Resultado sorológico; RESUL_NS1: Resultado NS1;
RESUL_VI: Resultado Isolamento Viral; RESUL_PCR: Resultado PCR; SOROTIPO:
subtipo do vírus diagnosticado; HISTOPA: Resultado histopatologia; IMUNOH: Resultado
imunohistoquímica; 1: Positivo/Reagente; 2: Negativo/Não reagente; 3: Inconclusivo; 4:
Não realizado; Em branco: sem informações.

A partir da Tabela 22 mostrada nota-se que os prontuários com testes verdadeiramente confirmados, foram realizados principalmente pelas sorologias.

Tabela 23 - Sintomas e sinais clínicos extraídos dos PEPs.

SINTOMAS E SINAIS CLÍNICOS																	
ID	FEBRE	MIALGIA	CEFALEIA	EXANTEMA	VOMITO	NAUSEA	DOR_COSTAS	CONJUNTIVIT	ARTRITE	ARTRALGIA	PETEQUIA_N	LEUCOPENIA	LACO	DOR_RETRO	DIABETES	HEMATOLOG	HEPATOPAT
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2																	
3																	
4																	
5																	
6	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7																	
8																	
9																	
10																	
11	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
12	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	

20																	
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Uma tabela de sinais e sintomas foi elaborada, a partir dos PEPs obtidos com o auxílio das informações epidemiológicas do setor de vigilância epidemiológica do HRSM. Os sintomas referenciados serão lançados no sistema, simulando assim a anamnese médica. Cada resultado será armazenado pelo sistema e após a conclusão de pelo menos 100 testes de sintomatologia, os resultados para cada conjunto de sintomas serão comparados com a hipótese diagnóstica médica e com o resultado sorológico do exame laboratorial. A análise estatística descritiva será realizada e somente após esta análise o sistema poderá ser utilizado no ambiente clínico e hospitalar. Como foi percebido na Tabela 24, os sinais clínicos característicos foram inseridos em apenas 7% dos casos. Por esse motivo, todas as notificações foram triadas para se obter as informações necessárias.

Tabela 24 - Anamnese extraídos dos PEPs.

ID	ANAMNESE
1	
2	Paciente atendida no município com dengue, com a evolução de dengue sendo transferida para Brasília hospitalizada e acompanhada pelos os profissionais de saúde. sendo assistida pela junta medica e dado alta, paciente seque beme assistida no seu municipio
3	Febre, astenia dores difusas, dor abdominal, exame clhido mas nao realizado por falta de teste rapido. paciente encaminhada ao ambulatorio após alta .com diagnostico de esteatose hepatica e colelitíase.
4	
5	
6	Sintomas de febre, cefaleia, calafrios, mal estar, vômitos, plaquetas 186.
7	Paciente com mialgia e febre
8	

9	Sintomas febre, mialgia, dor retro ocular apresenta purpura e prurido.
10	
11	
12	
13	
14	
15	Dor no corpo, dor retroorbitária e febre há mais de 3 dias.
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	Paciente relata que pensava ser uma gripe forte

31	
32	
33	Mialgia, cefaléia, febre.
34	
35	
36	Febre, mialgia, dor retroorbitária e cefaléia.

Nota-se na planilha de anamnese que faltaram muitas informações nos PEPs relacionadas a tríplice epidemia. Logo, as sintomatologias que não têm relação com literatura foram descartadas para se ganhar tempo, pesquisando apenas os sintomas que evidenciam a tríplice infecção viral por dengue, *Zika* e *Zhikungunya*. Para este trabalho, as informações de notificação do setor de vigilância epidemiológica foram somados aos relatos na anamnese. Dessa Forma, os sinais e sintomas extraídos se tornaram mais robustos para os testes do sistema, já que a anamnese foi pobre em dados necessários para se testar o *Aedes Expert*.

A Figura 12 mostra o fluxograma de decisão para as três patologias. Nota-se que os sintomas que se sobressaem tanto em uma doença como na outra está indicado nas cores dadas conforme os tipos de vírus causadores das doenças.

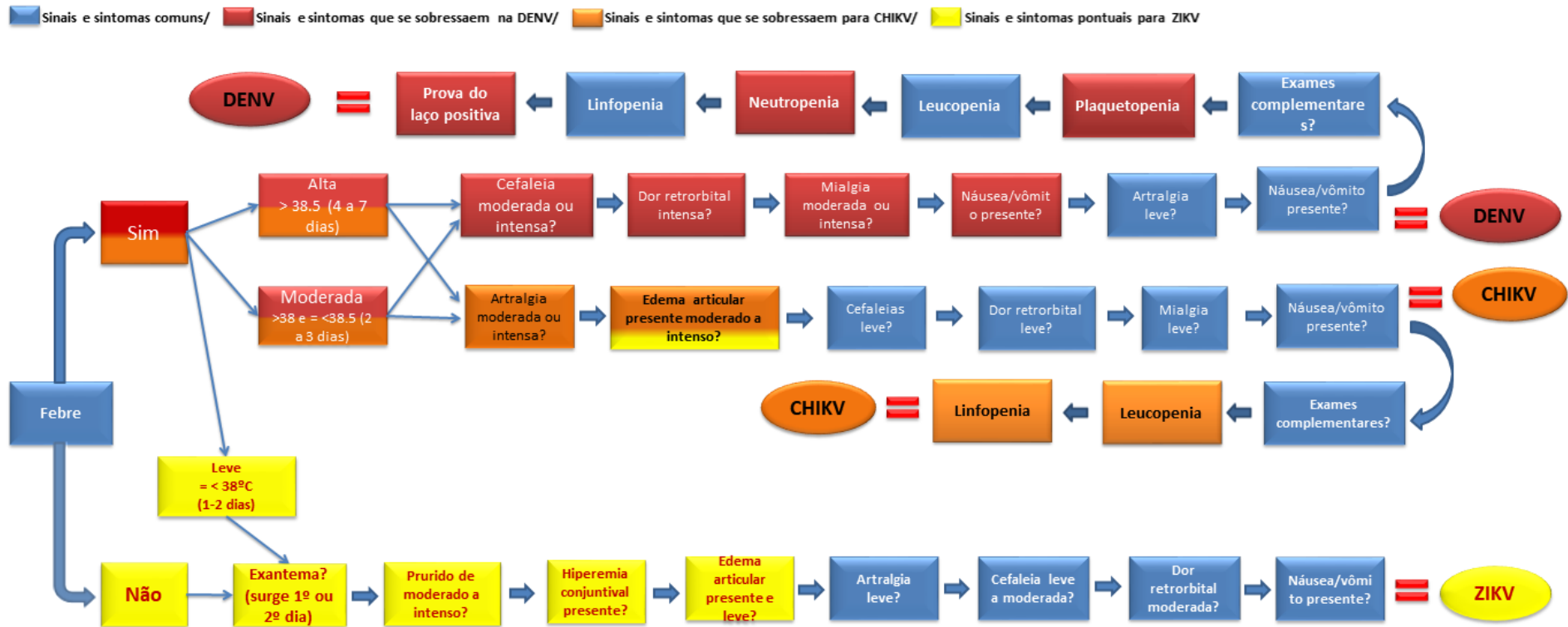


Figura 12 - Fluxograma de decisão para tríplice epidemia.

O processo de tomada de decisão prevê que se tenha pelo menos a combinação de três sintomas, como preconiza o MS em seus protocolos para diagnóstico clínico-epidemiológico da tríplice epidemia. A Figura 13 mostra o cruzamento da combinação de 3 dados relevantes para que se tenha o resultado para a Dengue.

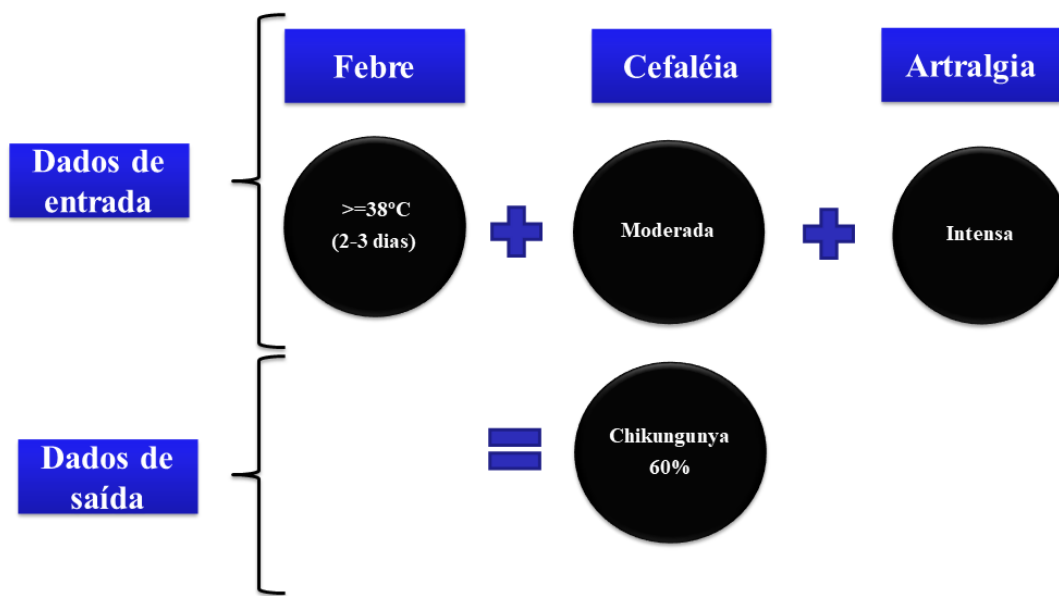


Figura 13 - Cruzamento entre sintomas e o respectivo resultado.

A partir das informações da Tabela 1, que traz os casos notificados de dengue dos últimos 4 anos, foram escolhidos os anos com maior número de notificações para cada agravo. Dessa forma, foi possível perceber que no ano de 2015 houve o maior número de casos para a dengue e em 2016 o maior número de casos para *Chikungunya* e para *Zika*, como mostram os destaques na Tabela 25.

Tabela 25 - Destaque para os anos com o maior número de casos para os agravos da tríplice epidemia no Brasil.

CASOS PROVÁVEIS NO BRASIL					
AGRAVO	2015 (SE 1 a 52)	2016 (SE 1 a 52)	2017 (SE 1 a 52)	2018 (SE 1 a 15)	Total
DENGUE	1.649.008	1.438.623	251.711	90.858	3.430.200

CHIKUNGUNYA	38.499	277.882	185.605	29.495	531.481
ZIKA	2.401	215.319	17.594	2.234	237.548

Fonte: Boletins Epidemiológicos da Dengue, *Chikungunya* e *Zika* do MS dos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018 (Anexo IV).

Definido os anos com maior número de casos para cada agravo, foram elaboradas as tabelas com os sinais e sintomas para os testes fase III etapa II do *Aedes Expert* com os prontuários pesquisados dos respectivos anos, pois a chance de se ter êxito em obter a sintomatologia seria muito maior. Caso não se chegasse a quantidade de prontuários desejados os demais anos adquiridos seriam utilizados na ordem decrescente do número casos, por exemplo nos casos para chikungunya a ordem de extração dos dados ficaria: 2016, 2017, 2015, 2018. Os dados de 2018 são parciais, pois o ano ainda não chegou ao fim. A seguir encontram-se as tabelas com a sintomatologia para teste dos agravos de dengue e chikungunya (Tabela 26 e Tabela 27). As tabelas seguem a ordem em que os prontuários foram identificados (ID) e listados nas planilhas, como nem todos os prontuários possuíam todos os dados necessários, os demais foram descartados. Para a dengue, no ano de 2015, foram notificados 388 casos, destes, apenas 32 prontuários estavam completos. Foram descartados os seguintes casos: aqueles que não realizaram exames laboratoriais, mas foram confirmados pelos sintomas e sinais clínicos epidemiológicos, aqueles que possuíam exames laboratoriais confirmados, porém apresentavam um conjunto de menos de 3 sintomas e sinais clínicos e os prontuários que tinham exames confirmados, porém sintomatologia encontrava-se em branco.

Tabela 26 - Sintomas e sinais clínicos para dengue no ano de 2015 do HRSM.

SINTOMAS E SINAIS CLÍNICOS – DENGUE/2015 - HRSM														
ID	FEBRE	MIALGIA	CEFALEIA	EXANTEMA	VOMITO	NAUSEA	DOR_COSTAS	CONJUNTIVIT	ARTRITE	ARTRALGIA	PETÉQUIAS	LEUCOPENIA	LACO	DOR_RETRO
165	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
173	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
179	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
184	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
191	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
215	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
218	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
219	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
221	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1
222	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
223	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1
226	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1
227	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
228	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1
229	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1
231	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
232	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
242	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
273	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
276	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
289	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
293	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1
312	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1

317	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1
331	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1
336	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
337	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
338	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
339	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
341	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
342	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
343	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
349	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1
369	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
372	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1
385	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
TOTAL: 36 CASOS														

Legendas: ID = Identificação do prontuário, esta segue a ordem de numeração dos prontuários criada pela pesquisadora, somente os prontuários que constam sintomas e sinais clínicos foram para esta Tabela. 1 = Sim; 2 = Não. Em amarelo destaca-se sintoma não atribuído ao *Aedes Expert* pelo motivo do mesmo não ter sido incluído no universo de discurso para as três patologias.

Em 2016, 1096 casos de chikungunya foram notificados no HRSM, destes apenas 341 possuíam sintomas e sinais clínicos de acordo com o que estabelece o MS.

Tabela 27 - Sinais e sintomas.

SINAIS E SINTOMAS CHIKUNGUNYA 2016 - HRSM														
ID	FEBRE	MIALGIA	CEFALEIA	EXANTEMA	VOMITO	NAUSEA	DOR_COSTAS	CONJUNIVIT	ARTRITE	ARTRALGIA	PETEQUIA_N	LEUCOPENIA	LACO	DOR_REIRO
8	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1

9	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
35	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
157	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
159	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
282	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
349	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
459	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
562	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2
563	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
564	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
565	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
566	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
567	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
591	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2
592	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
594	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
596	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2
600	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2
602	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
604	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
605	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
606	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
607	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2
611	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2
616	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2
619	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1
625	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1

630	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
631	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2
634	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
636	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
637	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
642	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2
643	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1
644	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1
647	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
648	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
650	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1
652	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
655	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
656	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
662	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
663	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
681	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
682	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
683	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
684	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
687	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
700	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
710	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
712	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1
736	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
745	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
746	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1

753	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
749	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
757	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
758	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
769	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
771	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
780	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
787	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
790	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2
811	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
821	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1
822	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
828	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
856	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2
869	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
873	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1
885	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
914	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
919	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
923	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1
928	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
929	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1
947	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
977	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2
987	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
997	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1

De acordo com a Tabela 28 com os testes do sistema para a dengue, os sinais e sintomas foram lançados no *Aedes Expert* na ordem em que em que foram descritos. Para os resultados foram utilizados números para representar erros e acertos na HD dos testes sendo que o número 1 representa uma saída positiva do sistema, ou seja o acerto da doença; 2 para saída negativo do sistema, ou seja quando o resultado estava errado; e o número 3 foi utilizado para indicar que o sistema necessitava que regras fossem acrescentadas.

Tabela 28 - Testes para a doença Dengue.

NOTIFICAÇÕES DE DENGUE HRSM - ANO DE 2015		
Nº	ID	Acertos <i>Aedes Expert</i>
1	165	1
2	173	1
3	179	1
4	184	1
5	191	3
6	215	1
7	218	1
8	219	1
9	221	1
10	222	1
11	223	3
12	226	3
13	227	1
14	228	3
15	229	3
16	231	1
17	232	1
18	242	3
19	273	1
20	276	1
21	289	1
22	293	3
23	312	3
24	317	3
25	331	3
26	336	1
27	337	1

28	338	1
29	339	1
30	335	1
31	342	1
32	343	1
33	349	1
34	369	1
35	372	3
36	385	1

Legendas: 1 = Sim. 2 = Não. 3 = Adicionar regras.

Para o lançamento dos sintomas e sinais clínicos dos 36 casos, 25 tiveram o resultado Dengue como HD, estando de acordo com o resultado dos exames confirmatórios padrão ouro para a doença. Não houve HD equivocada, ou seja, errada ou o *Aedes Expert* respondeu com a HD de Dengue, ou deu como resultado a mensagem de que não consta regras para aquela determinada combinação de sintomas e sinais clínicos, esta resposta foi numerada como 3.

Tabela 29 - Testes para a doença Chikungunya.

NOTIFICAÇÕES DE <i>Chikungunya</i> HRSM - ANO DE 2015		
Nº	ID	Resultado <i>Aedes Expert</i>
1	8	1
2	9	1
3	35	1
4	157	1
5	159	1
6	282	1
7	349	1
8	459	1
9	562	1
10	563	1
11	564	1
12	565	1
13	566	1
14	567	1
15	591	1
16	592	1

17	594	1
18	596	3
19	600	3
20	602	1
21	604	1
22	605	1
23	606	1
24	607	1
25	611	3
26	616	3
27	619	1
28	625	1
29	630	1
30	631	3
31	634	3
32	636	1
33	637	3
34	642	1
35	643	1
36	644	3
37	647	1
38	648	1
39	649	1
40	650	3
41	655	1
42	656	1
43	662	1
44	663	1
45	681	1
46	682	1
47	683	1
48	684	1
49	687	3
50	700	1
51	710	1
52	712	3
53	736	1
54	745	1
55	752	1
56	753	1

57	756	1
58	757	1
59	758	1
60	769	1
61	771	1
62	780	1
63	787	1
64	790	3
65	811	1
66	821	3
67	822	1
68	856	1
69	869	1
70	873	1
71	885	1
72	914	1
73	919	1
74	923	1
75	928	1
76	929	1
77	947	1
78	977	3
79	987	1
80	997	1

Legendas: 1 = Sim. 2 = Não. 3 = Adicionar regras.

Para os 80 casos confirmados de *Chikungunya* através dos testes laboratoriais padrão ouro, 66 tiveram um resultado positivo e 14 tiveram como resultado adicionar mais regras. Esse fato se deve a casos atípicos onde a prova do laço é positiva na doença chikungunya. A prova do laço positiva é uma das características marcantes da Dengue.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

No tempo decorrido até o desfecho desta dissertação, o cenário para a dengue, chikungunya e *Zika* mudaram. A maioria da população em 2018 apresenta anticorpos para os vírus da tríplice epidemia, ou seja, encontra-se imune (resistente) aos vírus. Mesmo assim, o número de casos ainda é preocupante, por esse motivo as doenças causadas pelo *Ae. aegypti* são agravos à saúde de notificação obrigatória à vigilância em saúde. Hoje, o que mais preocupa são os casos de microcefalia congênita resultantes da infecção pelo vírus da *Zika*, mesmo assim pouco está sendo visto na mídia a respeito de novos casos, no entanto outras doenças que têm o *Ae. aegypti* Como vetor se destacam, como a febre amarela e a febre do *Mayaro*. De 2016 a 2018 várias ações visando a identificação e diferenciação da tríplice viral foram implantadas pelo governo, tais como protocolos de identificação clínica em períodos de epidemia, cartilhas para evitar a proliferação do vetor e, inclusive a produção e implementação de testes rápidos para hospitais e postos de saúde, porém nenhuma ferramenta é utilizada como uma segunda opinião para auxiliar o profissional de saúde, que ainda fazem muita confusão ao tentar identificar os sintomas que se sobressaem em cada patologia, principalmente de hospitais particulares, onde poucos casos são atendidos.

A primeira fase de andamento deste trabalho envolveu pesquisas nos protocolos estabelecidos pelo MS, de fácil acesso, já que se encontram disponíveis nos sites do MS para download, alguns deles constam no Anexo 1 deste trabalho.

Na fase II, pré-processamento dos dados, os dados obtidos dos protocolos foram transformados em tabelas para elaboração das regras e construção dos algoritmos. A dificuldade desta fase é o fato da engenheira do conhecimento não ser da área de programação. Dessa forma, ficou condicionada a um programador. O relacionamento apesar de ser amigável, foi de difícil entrosamento. Em primeiro momento o sistema foi elaborado para ter inferência *fuzzy*, no entanto, toda a lógica *fuzzy* precisou ser retirada e reescrita para a inferência de probabilidade condicional pelo motivo dos autores indicarem esta como sendo melhor para se obter resultados mais rápidos se pretende trabalhar com diagnósticos na área de saúde. O programador orientou a engenheira do conhecimento e especialista da área da saúde sobre algoritmos, regras, até se ter um consenso de ambas as partes e da orientadora. A engenheira do conhecimento produziu a interface, as regras e os

algoritmos. O programador adaptou a interface extenso para um mais resumido. A engenheira do conhecimento enviava os algoritmos produzidos e o programador rodava o mesmo na plataforma DELPHI, corrigia erros de sintaxe e reencaminhava para a engenheira do conhecimento testar, agora como especialista. Das centenas de regras produzidas, a poda foi realizada sob orientação do programador e as mesmas diminuíram para dezenas. Essa fase foi muito trabalhosa na construção das regras, porém, estas facilitaram a construção dos algoritmos.

N fase III foi realizada primeiramente a análise da semântica do sistema aplicando o *Aedes Expert* a um especialista em epidemiologia do NMT-UNB. O mesmo realizou importantes observações a respeito da interface do *Aedes Expert* com o usuário, bem como as informações constantes na apresentação do sistema. Indagou o porque do sistema não contemplar as demais infecções virais causadas pelo vetor *Ae. aegypti*, como a febre amarela e a febre do *Mayaro* que também têm o *Ae. aegypti* como um vetor em potencial. Foi explicado que a inclusão dessas doenças ao sistema ficará para trabalhos futuros. Trabalhar com a tríplice epidemia em um mesmo sistema é um desafio, já que a maioria dos sistemas contempla apenas uma patologia por vez, a maioria dos que se arriscam com as três o fazem em shells tal como *Shell Expert* SINTA, que inclusive foi uma preliminar para a criação do *Aedes Expert*. Somente em março de 2018, quando o projeto foi finalmente analisado e o CAAE foi gerado as pendências puderam ser corrigidas, o andamento da fase 3 foi continuado. Os pareceres constantes no anexo IV mostram as considerações do colegiado do CEPFM-UNB que afirma que o projeto está adequado, tem mérito, está bem escrito e tem um desenho experimental adequado.

A pesquisa nos prontuários físicos só foi iniciada quando o CAAE foi gerado e a identificação de pesquisador para ter acesso aos hospitais foi liberada. No planejamento desta etapa, imaginava-se algo mais fácil, como se fazer uma busca por palavras em uma base de periódicos acadêmicos, porém, os prontuários físicos estavam organizados e ordenados por numerações distintas, dificultando prever em qual deles ou quanto tempo demoraria para encontrar de forma aleatória algum prontuário físico com casos que tivessem as patologias a serem pesquisadas. Diante disso, passou-se para os PEPs, mas, sem posse do número de prontuários específicos com casos de dengue, *Zika* e *Chikungunya*, a pesquisa tornou-se inviável para apenas 3 meses de pesquisa. Em um dia de pesquisa foi encontrado de forma aleatório, inserindo o nome mais comum pensado

como Maria, foi obtido apenas um caso de suspeita, mas não confirmada pelos exames de rastreio e confirmação. Seguindo orientação do setor de arquivo buscou-se a numeração desses prontuários no laboratório, onde depois de muito tempo foi orientado a procurar o setor de vigilância epidemiológica, pois lá, os casos são notificados, acompanhados e encerrados. Até conseguir falar com o responsável pelo setor, foram perdidos 2 dias. Mas assim que contatado foi de extrema prestatividade dispondo os primeiros casos notificados um dia após o contato. Primeiramente foram disponibilizados os dados de 2015 de dengue e *Chikungunya*, em posse da planilha, foi possível pesquisar no sistema *trackCare* a anamnese do paciente, os exames complementares e os exames de rastreio e confirmatórios realizados pelo LACEN-DF. Mesmo assim, essa etapa foi bem demorada. Nem sempre as informações da vigilância epidemiológica batiam com a anamnese do paciente. Muitos prontuários estavam incompletos tanto na anamnese, quanto no diagnóstico laboratorial, principalmente para os registros da temperatura do paciente. As HD em um mesmo PEP tinham de duas até seis possibilidades como o prontuário n. 3:

- 14/05/2015: Paciente eupnéica; dores difusas; náusea. pedido teste para dengue.
- 15/05/2015: box de emergência com histórico de febre, astenia e dispneia com relato de saturação. Relata asma. Nega sangramento.
- 20/05/2018: Paciente no *box* de emergência: febre, astenia e dispneia correlato de queda de saturação. Exames laboratoriais revelam infiltrado pulmonar difuso e aumento da trama brônquica, anemia grave e leucocitose discreta. Eliminações fisiológicas presentes e conservadas. Nega alterações urinárias ou intestinais.
- Hipótese diagnóstica (HD): Dengue? Anemia hipocrômica e microcítica, plaquetose reacional a anemia, miomatose uterina (paciente m climatério)? Asma? Anemia crônica? Gastrite leve, lesão elevada, séssil pré-pilórica?

Geralmente o diagnóstico da trílice epidemia se excluía por algum resultado de diagnóstico de imagem. Diante destas observações nas pesquisas dos prontuários, optou-se por trabalhar apenas com os dados epidemiológicos dos hospitais, já que os mesmos observavam e relatavam conforme as instruções constantes nos protocolos de manejo clínico e tratamento da trílice infecção viral. O acompanhamento epidemiológico encontrava-se com informações mais detalhadas e contava com todos os exames

laboratoriais realizados pelos pacientes. Somente quando a sintomatologia não era descrita, se recorria aos prontuários. Outra observação foram as anotações para a febre, os locais no PEP onde seriam para inserir essa informação, estavam em branco. Na anamnese registrava apenas que o paciente se encontrava com febre, não mencionava a temperatura e nem a intensidade, por exemplo:

- PEP n. 06: Paciente apresenta febre, calafrios, cefaleia, mal-estar, náusea/vômito. HD: Pielonefrite, ureterolitíase, dîpa, apendicite. A/E. Pielonefrite. HD: Síndrome febril. Diagnóstico: Dengue.

Ou seja, para essa variável no sistema, foi mantido o que os protocolos do MS estabeleceram. O *Aedes Expert*, por ter sido baseado em informações existentes nos protocolos de atendimento, manejo clínico e diagnóstico laboratorial para a tríplice epidemia é bem familiar ao protocolo de investigação da vigilância epidemiológica para dengue, chikungunya e Zika.

Ao se extrair os dados desejados dos PEPs, os mesmos foram lançados no *Aedes Expert* e os resultados foram anotados, posteriormente iam sendo comparado aos resultados que constavam nos PEPs. Nesta etapa foi percebido que o *Aedes Expert* ainda necessitava da inserção de algumas combinações de sintomas na forma de regras de produção. Esta etapa mostrou-se crucial para o melhoramento do *Aedes Expert*.

O sistema *Aedes Expert* mostrou-se satisfatório para a diferenciação entre Dengue, *Chikungunya* e Zika e grande capacidade de se adaptar às variáveis e relação entre elas. Os trabalhos do referencial teórico chegaram a um grau de confiança no número de acertos maior que 90%, mas estes trabalharam apenas com a análise de uma patologia, tal como Cassas (2016) que obteve 90% de confiança para o seu SE no diagnóstico da Zika. Outro ponto foi a autonomia do programador para a realização de correções e cruzamento de dados sem que o sistema trave. A possibilidade de se ter uma interface mais dinâmico também foi um ponto positivo para o usuário.

6. TRABALHOS FUTUROS

Várias são as possibilidades de se expandir o *Aedes Expert* para todas as patologias causadas pelo *Ae. aegypti*, bem como as doenças que precisam ser excluídas por se tratar se síndrome febril ou exantemática, como o sarampo, por exemplo. Muita coisa não chegou a ser realizada principalmente por conta da burocracia do conselho de ética, a burocracia no local de pesquisa. Todo o tempo que se perdeu aguardando aprovação para execução poderia ter sido gasto testando e melhorando o sistema.

Para trabalhos futuros deseja-se:

- Validar o SE com a utilização do mesmo por especialistas médicos no consultório em atendimento clínico;
- Interligar o *Aedes Expert* ao *Aedes Maps*;
- Implementar a inferência *fuzzy*;
- Melhorar a interface e a dinâmica das telas;
- Tornar o sistema compatível com celulares, *Tablets* e *internet* para que possa ser utilizado pelo usuário final não-médico como uma ferramenta de alerta para se buscar ajuda médico-hospitalar com maior agilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMENDOLA, M.; SOUZA, M. A. L.; BARROS, L. C. Manual do uso da teoria dos conjuntos *fuzzy* no MATLAB 6.5. Versão 2005 do manual apresentado no Ciclo de Palestras/2004, realizado na FEAGRI/UNICAMP. Disponível em: . Acesso em 20 de Novembro, 2015.

AMENDOLA, M.; SOUZA, M. A. L.; BARROS, L. C. Manual do uso da teoria dos conjuntos *fuzzy* no MATLAB 6.5. Versão 2005 do manual apresentado no Ciclo de Palestras/2004, realizado na FEAGRI/UNICAMP. Disponível em: . Acesso em 20 de Novembro, 2015.

ARAÚJO, P. H. M.; NEHME, C. C. **Uso de modelos de incerteza no controle ambiental do processo erosivo na bacia do Alto Taquari**. In Anais do III Brazilian Symposium on GeoInformatics. Rio de Janeiro: In Anais do III Brazilian Symposium on GeoInformatics. 2001. p. 112.

BAR, C. O conceito “*fuzzy*”. Disponível em: . Acesso em 23 de Setembro, 2015.

BAR, C. O conceito “*fuzzy*”. Disponível em: . Acesso em 23 de Setembro, 2015.

BIOGENTES, 2017. Disponível em: <http://www.biogents.com/aedes-albopictus-mosquito-tigre-asiatico/?lang=es>. Acessado em: 13/07/2017.

BIOGENTES. *Aedes albopictus*, Mosquito Tigre Asiático. Disponível em: <http://www.biogents.com/aedes-albopictus-mosquito-tigre-asiatico/?lang=es>. Acessado em: 13/07/2017.

BRASIL, L. M. Aquisição de conhecimento aplicada ao diagnóstico de Epilepsia. Florianópolis: [s.n.], 1994.

BRASIL, L. M. Informática em Saúde. Brasília/Londrina: Universa e Eduel, 2008.

BRASIL, L. M. Informática em saúde. Brasília: Universa, 2008.

BRASIL, L. M. Informática em saúde. Brasília: Universa, 2008.

BRASIL, P et al et al. *Zika Virus Outbreak in Rio de Janeiro, Brazil: Clinical Characterization, Epidemiological and Virological Aspects*. PLoS Neglected Tropical Disease [Internet], 2016.

BRASIL. Boletim Epidemiológico AIDS e DST. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, PN de DST e AIDS, Ano V, n. 1, 1ª à 26a semanas epidemiológicas, jan./jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Dengue: diagnóstico e manejo clínico: adulto e criança [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 5. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Febre de *Chikungunya*: manejo clínico / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Dengue: diagnóstico e manejo clínico: adulto e criança [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 5. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Febre de *Chikungunya*: manejo clínico / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção Básica *Chikungunya*: Manejo Clínico/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

BVS, Biblioteca virtual em saúde. Como diferenciar Dengue, *Chikungunya* e *Zika*. Ministério da saúde. Brasília, 2016.

BVS, Biblioteca virtual em saúde. Como diferenciar Dengue, *Chikungunya* e *Zika*. Ministério da saúde. Brasília, 2016.

BVS, Biblioteca Virtual em Saúde. *Zika - Abordagem clínica na atenção básica*. UMA-SUS: Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde. FIOCRUZ. UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 2016. Disponível em: http://www.saude.pi.gov.br/uploads/warning_document/file/276/livro.pdf. Acessado em: maio de 2017.

DIVE, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Sistema de Informação SINAN *Online Dengue/Chikungunya* – Versão 3.0. 2016. Disponível em: http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/agrivos/notas_tecnicas/NI_Sistema_de_Informacao_Sinan_Online_3_0_Dengue_Chikungunyaa.pdf. Acessado em: 03 maio de 2016.

DONALISIO, M. R., Freitas ARR. *Chikungunya* no Brasil: um desafio emergente. Revista Brasileira de Epidemiologia. São Paulo, jan-mar, 2015.

DONALISIO, M. R., Freitas ARR. *Chikungunya* no Brasil: um desafio emergente. Revista Brasileira de Epidemiologia. São Paulo, jan-mar, 2015.

Eunmo S.; Richard E. M. *When graphics improve liking but not learning from online lessons*. *Computers in Human Behavior*. Elsevier Ltd., 2012.

GOLDSCHMIDT, R. R. **Uma Introdução à Inteligência Computacional: fundamentos, ferramentas e aplicações**. IST-Rio, 2010. 143p. ISBN 978-85-98931-08-1.

GOMIDE, F.; GUDWIN, R. Modelagem, Controle, Sistemas e Lógica *Fuzzy*. SBA Controle & Automação/Vol.4 n°3/setembro-outubro 1994. Disponível em: Acesso em 15 de Outubro, 2015.

GOMIDE, F.; GUDWIN, R. Modelagem, Controle, Sistemas e Lógica *Fuzzy*. SBA Controle & Automação/Vol.4 n°3/setembro-outubro 1994. Disponível em: Acesso em 15 de Outubro, 2015.

HARTSHORN, Scott. *Bayes Theorem Examples*. Morrisville, Carolina do Norte, EUA: Lulu Press, 2016. ISBN 9781329854123.

KAWAMURA, T. Interpretação de um Teste sob a Visão Epidemiológica. Eficiência de um Teste. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, volume 79 (nº 4), 437-41, 2002.

LAURIA, E. J. M.; DUCHESSI, P. J. A methodology for developing bayesian networks: an application to information technology (IT) implementation. **European Journal of Operational Research**, NY, v. 179, n. 1, p. 234- 252, maio 2007.

MAIA, U. Como a tecnologia está mudando o atendimento hospitalar. SAÚDEBUSINESS:TI e Inovação. Live Healthcare Media S.A., 2017. Disponível em: <<http://saudebusiness.com/noticias/wearable-devices-como-aliados-no-tratamento-do-paciente/>>. Acesso em: 11 março 2018.

MAMDANI, E. H. Application of *Fuzzy* Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant. IEEE (Control and Science), v.121(12), p.1585-1588, 1974.

MAMDANI, E. H. Application of *Fuzzy* Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant. IEEE (Control and Science), v.121(12), p.1585-1588, 1974.

MARRO, Alessandro Assi *et al.* Lógica *Fuzzy*: Conceitos e Aplicações. Departamento de Informática e Matemática Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

MARRO, Alessandro Assi *et al.* Lógica *Fuzzy*: Conceitos e Aplicações. Departamento de Informática e Matemática Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

MCFARIANE, S. A.; EVANS, K. F.; ACKERMAN, A. S. **Liquid water cloud retrievals – a bayesian approach.** Eleventh ARM Science Team Meeting. Atlanta: Eleventh ARM Science Team Meeting. 2001. p. 8.

MS, Ministério da Saúde. Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002.

MS, Ministério da Saúde. Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002.

MS, Ministério da Saúde. Direção-Geral da Saúde. Divisão de doenças genéticas, crônicas e geriátricas. Circular normativa n. 09 – DGCG, 2003.

MS, Ministério da Saúde. Direção-Geral da Saúde. Divisão de doenças genéticas, crônicas e geriátricas. Circular normativa n. 09 – DGCG, 2003.

MS, Ministério da Saúde. Febre de *Chikungunya*: manejo clínico. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. - Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

MS, Ministério da Saúde. Febre de *Chikungunya*: manejo clínico. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. - Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

MS. Ministério da Saúde. Manual de vigilância epidemiológica da febre amarela - Brasília: Ministério da Saúde, 1999.

MS. Ministério da Saúde. Manual de vigilância epidemiológica da febre amarela - Brasília: Ministério da Saúde, 1999.

NCE. Visão Geral Sobre Inteligência Artificial, 2016. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/VIDA/ia.htm>.

NCE. Visão Geral Sobre Inteligência Artificial, 2016. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/VIDA/ia.htm>.

O'Brien JA. Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da Internet. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

O'Brien JA. Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da Internet. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

OLIVEIRA, C. R.; REZENDE, S. O. Conceitos Básicos de Conjuntos *Crisp* e *Fuzzy*. USP, São Carlos, 1996.

OLIVEIRA, C. R.; REZENDE, S. O. Conceitos Básicos de Conjuntos *Crisp* e *Fuzzy*. USP, São Carlos, 1996.

OLIVEIRA, W. K. D. *Vírus da Zika - Informações Sobre a Doença e Investigação de Síndrome Exantemática no Nordeste*. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

OLIVEIRA, W. K. D. *Vírus da Zika - Informações Sobre a Doença e Investigação de Síndrome Exantemática no Nordeste*. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

ORTEGA, N. R. S. *Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a Problemas da Biomedicina*. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

ORTEGA, N. R. S. *Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a Problemas da Biomedicina*. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

PENA, S. D. Bayes: o “cara”! **Revista Ciência Hoje**, v. 38, p. 22-29, 2006.

PESSETE, R. S.; VIEIRA, K. M. M. Redes bayesianas no diagnóstico médico. **Redes bayesianas no diagnóstico médico**, 2002. Disponível em: http://www.inf.ufsc.br/~barreto/trabaluno/IA_kleber_Renato_RB.pdf. Acesso em: 17 set. 2012.

PINTO, E. Sistema inteligente para especificação do aperto ideal em operações de parafusamento [Dissertação]. São Paulo Universidade de Taubaté, 2005.

PINTO, E. Sistema inteligente para especificação do aperto ideal em operações de parafusamento [Dissertação]. São Paulo Universidade de Taubaté, 2005.

PISCO, L. Disciplina: sistema operacional, 2016 [internet]. Abril de 2016. Disponível em: <http://www.simonsen.br/its/pdf/apostilas/base-tecnica/1/sistema-operacional-1-ano-de-informatica-completa.pdf>.

PISCO, L. Disciplina: sistema operacional, 2016 [internet]. Abril de 2016. Disponível em: <http://www.simonsen.br/its/pdf/apostilas/base-tecnica/1/sistema-operacional-1-ano-de-informatica-completa.pdf>.

REZENDE, S. O. *Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações*. Barueri, SP: Manole, 2003.

REZENDE, S. O. Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações. Barueri, SP: Manole, 2003.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. Inteligência Artificial. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SAHEKI, H. **Construção de uma rede bayesiana aplicada ao diagnóstico de doenças cardíacas**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. [S.l.]. 2005.

SIMIÕES, M. G.; Shaw, I. S., 2007. Controle e Modelagem *Fuzzy*. São Paulo: Blucher: FAPESP, 2007.

SIMIÕES, M. G.; Shaw, I. S., 2007. Controle e Modelagem *Fuzzy*. São Paulo: Blucher: FAPESP, 2007.

SINAN, Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Informativo Epidemiológico: Dengue, *Chikungunya e Zika*. Semanas Epidemiológicas 01 a 52 de 2017. Secretaria de Saúde do Distrito Federal. Ano 13, nº 01, janeiro de 2018.

SINTA, Expert. Versão 1.1 - Manual do Usuário - Laboratório de Inteligência Artificial /LIA - UFC, CE, 1996.

SPIRLANDELL, L. P. Sistemas Especialistas: um estudo de caso com o *Expert* SINTA. Revista eletrônica de sistemas da informação e gestão tecnológica, v. 1, n. 1, 2011.

SPIRLANDELL, L. P. Sistemas Especialistas: um estudo de caso com o *Expert* SINTA. Revista eletrônica de sistemas da informação e gestão tecnológica, v. 1, n. 1, 2011.

SVS, Secretaria de Vigilância em Saúde **Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 50, 2017**. Boletins Epidemiológicos. Ministério da Saúde. Vol 45, n. 45, 2016. ISSN 2358-9450.

SVS, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016**. Boletins Epidemiológicos. Ministério da Saúde. Vol 48, n. 03, 2017. ISSN 2358-9450.

SVS, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e doença aguda pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 15 de**

2018. Boletins Epidemiológicos. Ministério da Saúde. Vol 49, n. 20, 2018. ISSN 9352-7864.

SVS, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2015.** Boletins Epidemiológicos. Ministério da Saúde. Vol 47, n. 03, 2016. ISSN 2358-9450.

Swinburne, Richard (2005). Bayes's Theorem (em inglês). Oxford: Oxford University Press/British Academy. ISBN 9780197263419.

USP, 2018. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4146965/mod_resource/content/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20testes%20de%20diagn%C3%B3stico_HEP_141.pdf.

WONG, S. T. C.; HUANG, H. K. A hospital integrated framework for multimodality image base management. IEEE: transactions on systems, man, and cybernetics, v. 26, p. 455-469, Julho 1996.

ANEXOS

ANEXO 1: DADOS DOS PROTOCOLOS DO MS.

Anexo 1a: Questionário de investigação da infecção por *Zika* para gestante.

Você teve manchas vermelhas no corpo durante a gestação? [] Sim [] Não – Se sim, continuar:

1º. Trimestre []	2º. Trimestre []	3º. Trimestre []
Data do início do exantema: ___/___/___	Data do início do exantema: ___/___/___	Data do início do exantema: ___/___/___
Durou por quantos dias? _____	Durou por quantos dias? _____	Durou por quantos dias? _____
Iniciou aonde? [] Cabeça/pescoço [] Tronco [] MMSS [] MMII [] Difuso por todo corpo	Iniciou aonde? [] Cabeça/pescoço [] Tronco [] MMSS [] MMII [] Difuso por todo corpo	Iniciou aonde? [] Cabeça/pescoço [] Tronco [] MMSS [] MMII [] Difuso por todo corpo
Ela se espalhou? [] Sim [] Não	Ela se espalhou? [] Sim [] Não	Ela se espalhou? [] Sim [] Não
Se sim, para onde? [] Cabeça/pescoço [] Tronco [] MMSS [] MMII [] Difuso por todo corpo	Se sim, para onde? [] Cabeça/pescoço [] Tronco [] MMSS [] MMII [] Difuso por todo corpo	Se sim, para onde? [] Cabeça/pescoço [] Tronco [] MMSS [] MMII [] Difuso por todo corpo
Teve algum dos seguintes sinais e sintomas?	Teve algum dos seguintes sinais e sintomas?	Teve algum dos seguintes sinais e sintomas?
[] Febre - se sim, qual temperatura? _____	[] Febre - se sim, qual temperatura? _____	[] Febre - se sim, qual temperatura? _____
[] Prurido	[] Prurido	[] Prurido
[] Tosse	[] Tosse	[] Tosse
[] Coriza	[] Coriza	[] Coriza
[] Cefaleia	[] Cefaleia	[] Cefaleia
[] Mialgia	[] Mialgia	[] Mialgia
[] Artralgia – se sim, quanto tempo? _____	[] Artralgia – se sim, quanto tempo? _____	[] Artralgia – se sim, quanto tempo? _____
[] Linfadenopatia	[] Linfadenopatia	[] Linfadenopatia
[] Hiperemia conjuntival	[] Hiperemia conjuntival	[] Hiperemia conjuntival
[] Vômitos	[] Vômitos	[] Vômitos
[] Dor retroorbital	[] Dor retroorbital	[] Dor retroorbital
[] Outros, especificar: _____	[] Outros, especificar: _____	[] Outros, especificar: _____
Se teve outros sintomas,	Se teve outros sintomas,	Se teve outros sintomas,
o rash surgiu: [] Primeiro [] Logo após [] Dias após os outros sintomas	o rash surgiu: [] Primeiro [] Logo após [] Dias após os outros sintomas	o rash surgiu: [] Primeiro [] Logo após [] Dias após os outros sintomas
Teve atendimento médico? [] Sim [] Não	Teve atendimento médico? [] Sim [] Não	Teve atendimento médico? [] Sim [] Não
Se sim, qual hipótese diagnóstica? _____	Se sim, qual hipótese diagnóstica? _____	Se sim, qual hipótese diagnóstica? _____
Tomou remédio? [] Sim [] Não	Tomou remédio? [] Sim [] Não	Tomou remédio? [] Sim [] Não
Se sim, qual? _____	Se sim, qual? _____	Se sim, qual? _____

Atualização: 09/12/2015 09:52

Página 65 | 70

DENGUE

Classificação de Risco e Manejo do paciente

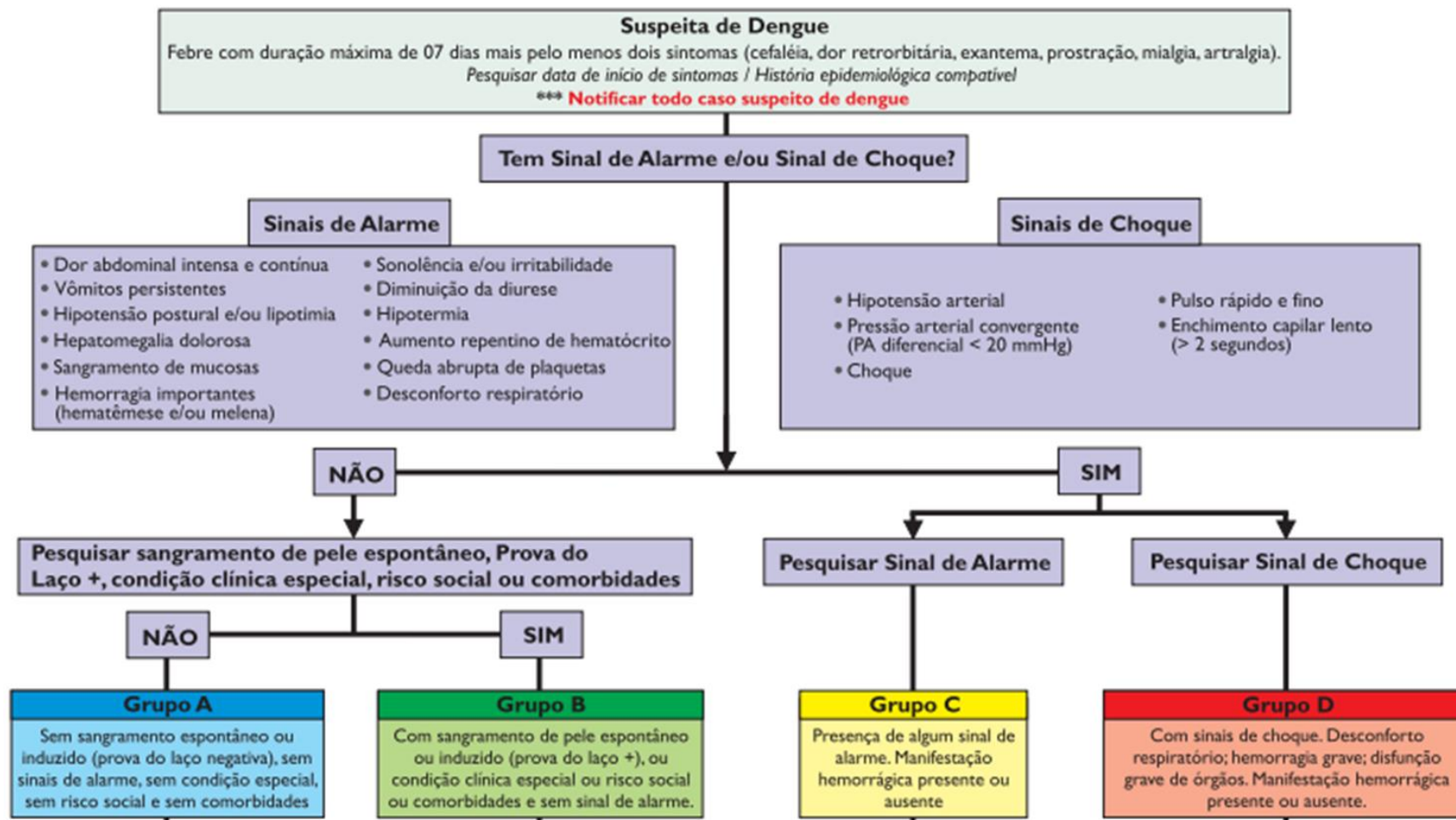
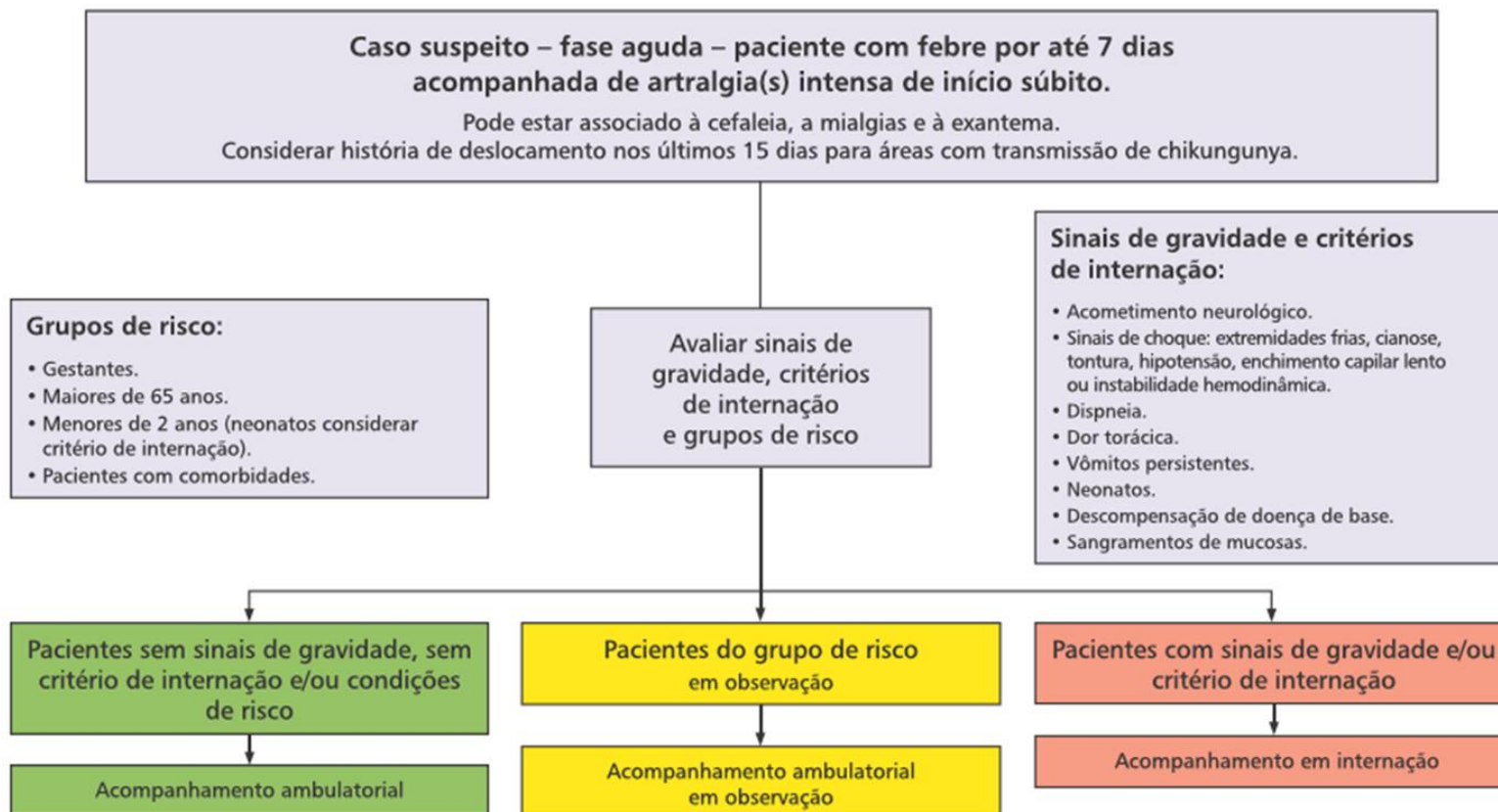
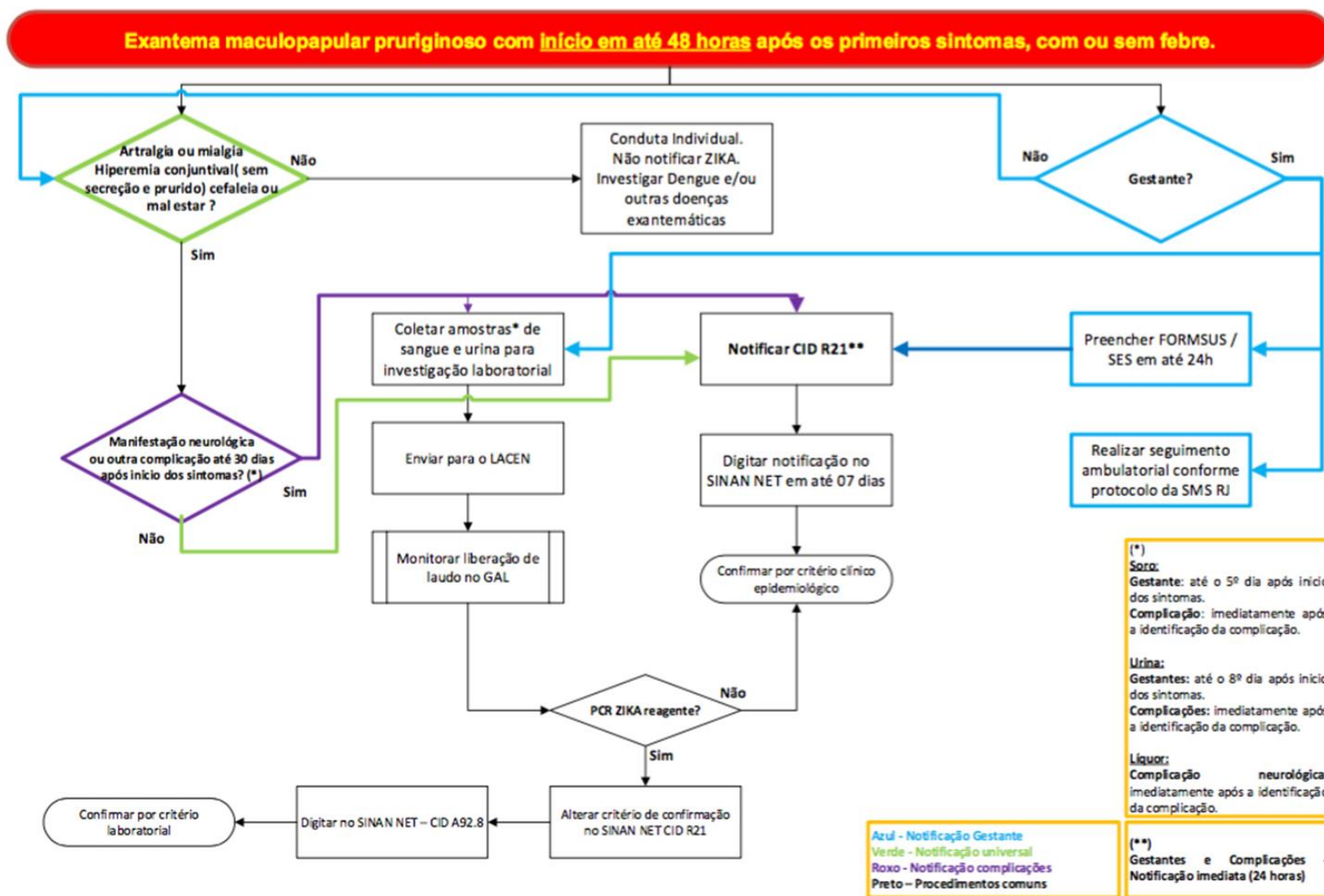


Figura 6 – Classificação de risco do paciente com suspeita de chikungunya



Anexo 1d

Fluxograma para notificação / investigação universal de casos suspeitos de infecção pelo Vírus Zika



ANEXO 2: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FGA - FACULDADE GAMA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA
(PPGEB)**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar do projeto de pesquisa **Classificação da Tríplice Viral Transmitida Pelo Mosquito *Ae. aegypti* por meio do Sistema Especialista *Aedes Fuzzy***, sob a responsabilidade do pesquisador **Luciana Cassia Araújo de Sousa**. O projeto em questão é um Sistema Inteligente (SI) elaborado a partir de técnicas de Inteligência Artificial (IA) em forma de um Sistema Especialista (SE). O SE é um sistema computacional que provê ao computador mecanismos e meios, de forma que ele se equipare ao especialista humano, agilizando e otimizando tarefas intelectuais. O objetivo desta pesquisa é validar o uso do *Aedes Fuzzy* no apoio ao diagnóstico do vírus da Dengue, *Chikungunya* e *Zika*. O SE direcionará o usuário para uma hipótese diagnóstica através de perguntas e respostas que permitem ao sistema chegar a um resultado final mostrando o possível diagnóstico de forma simples e rápida, utilizando apenas a anamnese do paciente e o resultado do hemograma, se houver. É importante salientar que o *Aedes Fuzzy* está em processo de validação e ainda não foi aprovada para diagnóstico, então o profissional não poderá usar em sua decisão clínica.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A sua participação se dará por meio da **utilização do *Aedes Fuzzy* por um curto período de tempo, aproximadamente, 15 a 30 minutos, da rotina do seu plantão. Após a sua interação com o sistema um questionário de sentimento e de múltipla escolha será aplicado para saber as suas observações sobre o sistema como especialista da área da saúde.**

A utilização do *Aedes Fuzzy* oferece riscos individuais e/ou coletivos, porém, não trata-se de procedimento invasivo ou nocivos à saúde, de forma que os riscos que podem vir a ocorrer são o estresse durante a utilização do sistema, pois se trata de um programa de computador. Se você aceitar participar, poderá contar com uma segunda opinião diagnóstica e estará contribuindo para aperfeiçoar e agilizar o atendimento e encaminhamento do paciente com suspeita de dengue, *Zika* e *Chikungunya* ao setor competente para tratamento e acompanhamento.

O programa de computador *Aedes Fuzzy* é de fácil utilização, 90% das informações serão através de questões de múltipla escolha e apenas 10% necessitará da inserção de informações relevantes, tais como a temperatura do paciente. O(a) Senhor(a) receberá um treinamento antecipado para aprender a utilizar o sistema da forma correta. O treinamento pode levar, em média 15 minutos. Estarei presente na unidade de saúde durante o seu contato com o sistema para auxiliar no que for necessário e sanar dúvidas. A utilização do *Aedes Fuzzy* deve aumentar em alguns minutos a sua rotina clínica, aproximadamente, 2 minutos. Ao final da utilização do *Aedes Fuzzy*, um questionário de percepção que deverá ser respondido ao final da utilização do sistema para que se saiba qual o seu sentimento em relação a sua interação com o programa de computador no auxílio a sua rotina.

O(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento), qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na **UNB – Universidade de Brasília no Campus Gama pelo PPGEB – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica** podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: **Luciana Cássia Araújo de Sousa**, no celular da operadora CLARO: 61 – 9 9508-7664, disponível inclusive para ligação a cobrar. Ou por **e-mail: lucianaraujodf@gmail.com**.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3107-1918 ou do e-mail cepfm@unb.br.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável

Nome e assinatura

pesquisa.

Brasília, ____ de _____ de _____.

ANEXO 3: PUBLICAÇÕES

Anexo 3a

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA DIRECIONAMENTO NA
DIFERENCIAÇÃO ENTRE AS PATOLOGIAS CAUSADAS PELO *AE*.
*AEGYPTI***

R.R. Amaral*, L.C.A de Sousa*, J.L.S Lustosa*, H.M. Sanches*, L.M. Brasil*

* Universidade de Brasília, Faculdade Gama (UnB/FGA), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Brasília, Brasil

e-mail: rodrigo.com2@gmail.com

Resumo: Os Sistemas Especialistas (SE) estão diretamente relacionados com a Inteligência Artificial (IA) e são desenvolvidos para resolverem problemas que apenas o especialista da área tem domínio. Este projeto tem o objetivo de propor a implementação do uso de um SE no apoio ao diagnóstico do vírus da Dengue, *Chikungunya* e *Zika*. As três doenças possuem várias características em comum. Assim, o SE direcionará o usuário para uma hipótese diagnóstica através de perguntas e respostas univaloradas e multivaloradas, que permitem ao sistema chegar a um resultado final mostrando o possível diagnóstico de forma simples e rápida. Para alcançar esse objetivo foi necessário o auxílio de um especialista da área de saúde, que conhece os sintomas de cada doença, para coletar e organizar as informações disponibilizadas pelo Ministério da Saúde (MS). A ferramenta utilizada foi um software livre, denominado *Shell Expert SINTA*, que utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades. O resultado foi um programa capaz de produzir uma hipótese diagnóstica somente com a anamnese e observações clínicas do paciente.

Palavras-chave: Sistema especialista, hipótese diagnóstica, dengue, *Chikungunya*, *Zika*.

Abstract: *Expert Systems (ES) are directly related to Artificial Intelligence (AI) and designed to solve problems that only the specialist area has domain. This project has the objective of propose the implementation*

of the use of an ES to support the diagnosis of Dengue, Chikungunya, and Zika virus. The three diseases have several characteristics in common. The ES will direct the user to a diagnostic hypothesis through questions and answers, with single or many values, that allow the system reach a final result directing to diagnose quickly and easily. To reach this objective it has been necessary the assistance of expert in the health area ,who knows the symptoms of each disease, to collect and organize the information provided by the Ministry of Health (MH). The tool used was a free software called Shell Expert SINTA, that uses model of knowledge representation based on production rules and probability. The result was a program to produce a diagnostic hypothesis just with history and clinical observation of the patient.

Keywords: *Expert System, diagnostic hypothesis, Dengue, Chikungunya, Zika.*

Introdução

IA é uma ciência capaz de sintetizar e automatizar tarefas intelectuais, sendo que o seu principal objetivo é fazer o computador “pensar (raciocinar)” [1] [2]. Para alcançar esse objetivo, é necessário realizar aquisições, representações e manipulação do conhecimento. O processo de manipulação é capaz de deduzir ou inferir novos conhecimentos a partir de um conhecimento existente, que geralmente são utilizados para resolver problemas complexos [3]. Para isso, a partir da década

de 1970, foram implantados os SE [2]. O SE é um sistema computacional que provê ao computador mecanismos e meios de forma que ele se equipare ao especialista humano [2] [4]. O SE deve conter, basicamente, duas perspectivas distintas: a do conhecimento, processável pelo homem, e a simbólica, processável pelo computador [5]. Vários passos são necessários para obter êxito na criação de um SE, que vão desde a estrutura física da máquina e o seu abastecimento com conhecimento, ao aprendizado do sistema propriamente dito (Figura 1). O engenheiro do conhecimento tem um papel fundamental na interpretação e transformação do conhecimento do especialista, de forma a viabilizar o seu armazenamento e construir a base de dados. Para que o sistema funcione é necessário que haja um motor de inferência, um elemento permanente, responsável por avaliar as regras da base de conhecimento para serem analisadas, direcionando o processo de tomada de decisão. Necessita também de um mecanismo que mostre ao usuário como se chegou à determinada resposta. A esse processo dá-se o nome de *Interface de Explicação* (Figura 1) [5] [4].

Visando uma maior viabilidade econômica na implementação de um SE foram criadas ferramentas, *shells*, aptas a realizar muito do trabalho necessário para transpor um SE para um computador [6]. O *shell* é o elo entre o usuário e o sistema, que permite ao criador do programa preocupar-se somente com a representação do conhecimento do especialista e dessa forma, simplificar ao máximo a implementação de um software [7]. O *shell* utilizado para realizar a diferenciação na triplíce viral neste trabalho, denominado *Shell Expert SINTA*, é um *software* livre, de código aberto e gratuito, ou seja, permite ao usuário a liberdade de executar para qualquer uso, de adaptá-lo às suas necessidades, redistribuir cópias e melhorar o programa [9].

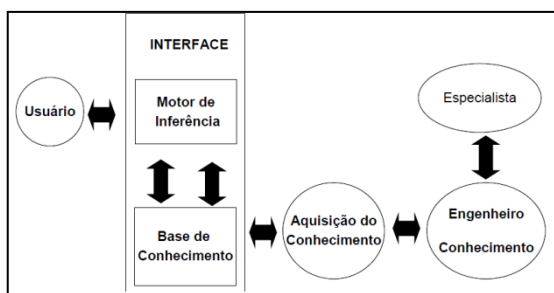


Figura 1: Estrutura dos sistemas especialistas.

O *Ae. aegypti* é hoje um dos principais problemas em saúde pública, devido ao seu papel como vetor do vírus da febre amarela, e da tríplíce viral: dengue, *Chikungunya* e *Zika*. A dengue foi a primeira da tríplíce viral a reemergir no Brasil na década de 1980. Depois veio a *Chikungunya*, que emergiu no Brasil em 2014 e a *Zika*, a mais recente, que surgiu em 2015. Ambas possuem uma sintomatologia muito parecida e são facilmente confundidas [10] [11]. É importante destacar que quando ocorre uma epidemia, não é indicada a confirmação de todos os casos suspeitos por exame laboratorial. A maior parte dos casos será confirmada por critério clínico-epidemiológico [12] [13].

O objetivo deste artigo é propor um SE capaz de diferenciar a tríplíce viral causada pelo mosquito do gênero *Aedes* que compromete a saúde pública brasileira e de outros países utilizando a ferramenta computacional, *Shell Expert SINTA*.

Materiais e métodos

A ferramenta computacional utilizada para se construir o SE foi o *Shell Expert SINTA* desenvolvido pelo Laboratório de Inteligência Artificial (LIA) que constitui um conjunto de laboratórios de pesquisa do Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará (UFC) [6].

A base de conhecimento foi criada a partir de informações e protocolos disponibilizados pelo MS e de uma especialista com conhecimento na área. O papel do especialista, foi coletar informações disponibilizadas pelo MS e apresentá-las de maneira clara e coerente ao programador. As publicações do MS datam desde 1987 até 2016 [11]-[14].

Resultados

A partir das informações obtidas para a implementação do SE, oriundos do MS, que datam desde 1987 até 2016, com esses dados foi elaborada a Tabela 1 para os sintomas mais frequentes, os quais estabeleceram as variáveis e os seus critérios de avaliação que seguem a Escala Análoga Visual (EAV), especificado pelo MS, segundo a circular normativa da Divisão de Doenças Genéticas, Crônicas e Geriátricas (Nº 09/DGCG de 2003) para dor (cefaléia, mialgia, artralgia), edema e náusea. Foram realizadas

combinações entre os sintomas mais frequentes, em grupos de três, conforme protocolos disponibilizados pelo MS (2016), para classificação de risco e manejo clínico do paciente com suspeita de Dengue, Zika e Chikungunya, como demonstrados na Figura 2 [13]-[16].

Tabela 1: Variáveis e seus Valores

Variáveis	Valores
Febre	Ausente; < 38.5°C; >38.5°C; entre 39-40°C
Exantema Maculopapular	Ausente, leve, moderado, intenso
Hiperemia Conjuntival	Ausente, leve, moderado, intenso
Mialgia	Ausente, leve, moderado, intenso
Artralgia	Ausente, leve, moderado, intenso
Edema	Ausente, leve, moderado, intenso
Dor Retrorbital	Ausente, leve, moderado, intenso
Cefaléia	Ausente, leve, moderado, intenso
Náusea/vômito	Ausente, leve, moderado, intenso
Hemorragias	Ausente; presente
Prova do laço	Positiva; negativa
Hemograma	Leucopenia (sim/não); Trombocitopenia (sim/não); Hemoconcentração (sim/não)
Linfadenopatia	Ausente, leve, moderado, intenso
Resultado	Dengue/Chikungunya/Zika/Nã o se encaixa na tríplice viral

Para realizar o cruzamento dos sintomas foram seguidos os protocolos para classificação de risco e manejo do paciente que estabelece:

- Dengue: febre alta com duração máxima de 7 dias mais pelo menos dois sintomas (cefaleia, dor retrorbital, exantema, prostração, mialgia, artralgia) [15].

- Chikungunya: febre baixa a inexistente por até 7 dias acompanhada de artralgia intensa de início súbito associada a outros sintomas característicos (cefaleia, mialgia, exantema) [16].

- Zika: exantema maculopapular pruriginoso com início até 48h, após os primeiros sintomas (artralgia, mialgia, hiperemia conjuntival sem secreção, cefaleia, mal estar) acompanhados ou não de febre [13].

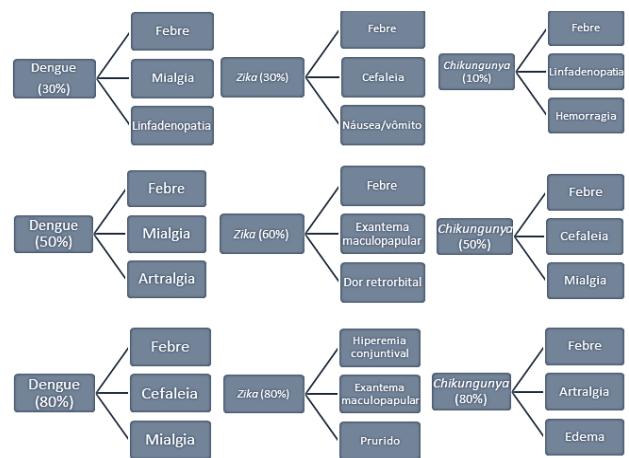


Figura 2: Possibilidades de cada sintoma.

As intensidades dos sintomas, tais como a dor, são muito subjetivos, por isso, apesar das escalas para aferição das mesmas, as queixas e as descrições do paciente tem sempre o maior peso levado em consideração.

Para realizar a representação do conhecimento dos dados coletados foi utilizada a ferramenta *Shell Expert SINTA* que utiliza o modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades, o que o torna uma ferramenta simples (Figura 3).

A partir dos conhecimentos coletados do MS e das informações sobre o *Shell* em questão, foi criado um questionário que guia o usuário através de perguntas em que ao final apresenta um resultado apontando a melhor hipótese diagnóstica. Para chegar a este resultado foi necessário criar regras que analisassem cada uma das combinações de acordo com os sintomas (Figura 3). No desenvolvimento do questionário foi importante diminuir a quantidade de perguntas, para que o programa se tornasse mais simples e, dessa forma, foram estabelecidas questões para uma triagem inicial, onde o usuário marca apenas 3 sintomas pontuais dentre os 12 apresentados. Esta seleção agiliza o tempo de

resposta de um resultado, como se pode ver na Figura 3A. No passo seguinte, o sistema pergunta sobre o hemograma, uma vez que o resultado do hemograma elimina uma série de outras probabilidades, e aumenta o grau de confiança de outras. Na Figura 3B e 3C pode-se visualizar estas outras interações. Após análise da triagem e do hemograma, questões com possibilidades mais detalhadas para escolha são apresentadas (Figura 3D). Na tela de resultado (Figura 3E) pode-se clicar na guia Histórico e visualizar quais regras foram utilizadas para construir a hipótese de diagnóstico e entender como o sistema chegou ao resultado apresentado (Figura 3F).

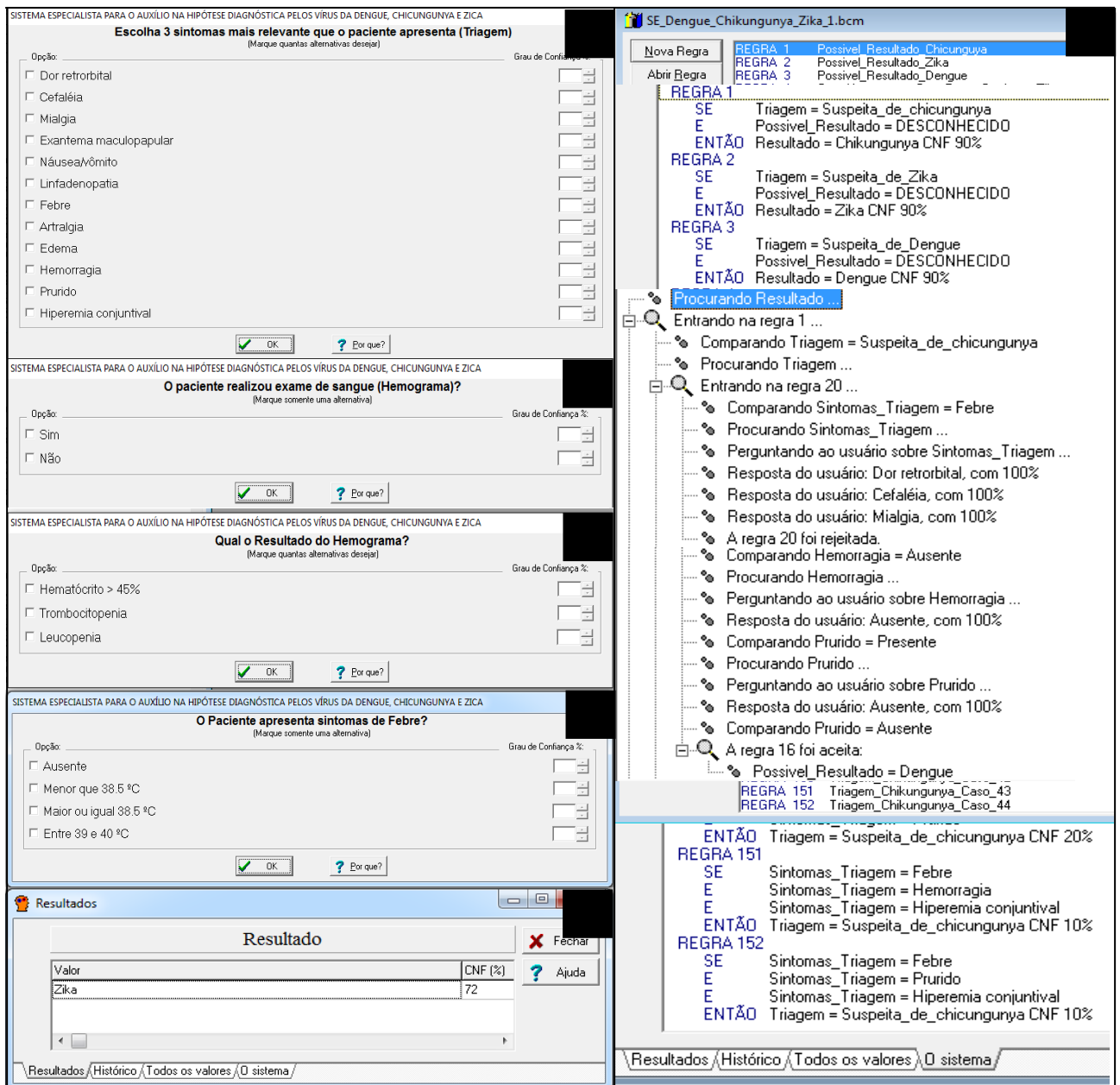


Figura 3: Estrutura do Shell Expert SINTA mostrando as telas do questionário e número de regras do SE com seus respectivos intervalos de confiança (CNF). (A) triagem inicial; (B) projeto do hemograma; (C) detalhamento da triagem; (D) decisão do profissional; (E) área de resultados; (F) demonstração de encadernamento de regras, bem como a árvore de decisão para desenvolver uma ferramenta para o auxílio na saúde com uma possível hipótese diagnóstica direcionada para a hipótese diagnóstica com seu respectivo CNF. (F) demonstração de encadernamento de regras, bem como a árvore de decisão para

tendo-se apenas a anamnese do paciente, ou seja, observações clínicas. O próximo passo desse trabalho será realizar a validação do SE em uma clínica ou hospital do Distrito Federal, de maneira que atinja uma maior quantidade de profissionais da área de saúde para comprovar a sua eficiência na escolha do diagnóstico mais provável dentre as três patologias virais de interesse.

Discussão

Ao analisar os protocolos de diagnósticos fornecidos pelo MS, foi possível observar a grande quantidade de probabilidades envolvidas na diferenciação do diagnóstico na tríplice viral. Essa grande quantidade de probabilidades podem, em muitos casos, gerar um diagnóstico equivocado. Sendo assim, a utilização de um SE se torna notoriamente importante para auxiliar os profissionais de saúde a otimizarem a triagem e minimizar possíveis erros na escolha de um tratamento.

O *Shell Expert SINTA* é uma ferramenta voltada para o ambiente acadêmico e o seu apelo é ser uma ferramenta simples que possibilite a qualquer profissional da área de saúde, criar um SE e usar no seu dia a dia. Devido à complexidade dos dados e as limitações do *Shell Expert SINTA*, outra linguagem, conhecida como '*C Language Integrated Production System (CLIPS)*' [17], que é muito próxima ao *Shell Expert SINTA* foi cogitada. A mesma é atualizada constantemente e tem uma grande comunidade de adeptos, cuja a principal vantagem de admitir o uso de funções e encadeamento de regras que permitem simplificar a quantidade de regras a serem utilizadas.

Conclusão

O *Shell Expert SINTA* é uma ferramenta muito simples e demonstra como a IA é algo que pode estar ao alcance de todos. O SE deste projeto demonstrou que se podem obter resultados satisfatórios com a implementação do *software*, auxiliando o profissional a desenvolver suas tarefas do cotidiano com mais precisão e agilidade. Em épocas de endemias e epidemias não se faz necessário a comprovação laboratorial de todos os casos suspeitos, tomando assim um SE para esse fim uma ótima ferramenta para o direcionamento da tomada de decisões médicas.

Referências

- [1] Pinto E. Sistema inteligente para especificação do aperto ideal em operações de parafusamento [Dissertação]. São Paulo Universidade de Taubaté, 2005.
- [2] Russel S, Norvig P. Inteligência Artificial. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- [3] NCE. Visão Geral Sobre Inteligência Artificial, 2016. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/VIDA/ia.htm>.
- [4] Brasil LM. Informática em saúde. Brasília: Universa, 2008.
- [5] Rezende SO. Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações. Barueri, SP: Manole, 2003.
- [6] Expert SINTA - Versão 1.1 - Manual do Usuário - Laboratório de Inteligência Artificial /LIA - UFC, CE, 1996.
- [7] Pisco L. Disciplina: sistema operacional, 2016 [internet]. Abril de 2016. Disponível em: <http://www.simonsen.br/its/pdf/apostilas/base-tecnica/1/sistema-operacional-1-ano-de-informatica-completa.pdf>.
- [8] Spirlandell, IP. Sistemas Especialistas: um estudo de caso com o *Expert SINTA*. Revista eletrônica de sistemas da informação e gestão tecnológica, v. 1, n. 1, 2011.
- [9] O'Brien JA. Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da Internet. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.
- [10] Donalizio MR, Freitas ARR. *Chikungunya* no Brasil: um desafio emergente. Revista Brasileira de Epidemiologia. São Paulo, jan-mar, 2015.
- [11] MS, Ministério da Saúde. Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002.
- [12] Oliveira WKD. *Virus da Zika* - Informações Sobre a Doença e Investigação de Síndrome Exantemática no Nordeste. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

- [13] MS. Ministério da Saúde. Manual de vigilância epidemiológica da febre amarela - Brasília: Ministério da Saúde, 1999.
- [14] BVS, Biblioteca virtual em saúde. Como diferenciar Dengue, *Chikungunya* e *Zika*. Ministério da saúde. Brasília, 2016.
- [15] MS, Ministério da Saúde. Direção-Geral da Saúde. Divisão de doenças genéticas, crônicas e geriátricas. Circular normativa n. 09 – DGCG, 2003.
- [16] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Dengue: diagnóstico e manejo clínico: adulto e criança [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 5. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.
- [17] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Febre de *Chikungunya*: manejo clínico / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- [18] MS, Ministério da Saúde. Febre de *Chikungunya*: manejo clínico. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. - Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- [19] CLIPS [internet]. Abril de 2016. Disponível em:
<http://www.clipsrules.net/?q=AboutCLIPS>,
acessado em:02/05/2016.

Anexo 3b

Geocoding dengue cases for spatial analysis

J. L. S. Lustosa¹, L. M. Brasil^{1,2}, M. T. Obara³, D.F. Lima¹ and L.C.A de Sousa¹

¹ Universidade de Brasília (UnB)/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB), Brasília, Brazil

² Universidade de Brasília (UnB)/Lato Sensu em Engenharia Clínica, Brasília, Brazil

³ Universidade de Brasília (UnB)/Núcleo de Medicina Tropical, Brasília, Brazil

Abstract: Brazil goes through a phase of great epidemic possibilities, mainly by the *Aedes aegypti* vector. The necessity to control these disease agents, the absence of antiviral drugs or vaccines for treatment contributes to proliferation. The cases of the disease in Brazil are recorded in *Information System on Notifiable Diseases* (Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN). Developed in the early 1990's and the main objective is collecting and processing data to about diseases in the country. At SINAN we can find a lot of information like sorology, date of hospitalization, state, address, and others. Analyze spatial data is the main objective and investigate geographical patterns in the determined region of dengue cases. However, analyzing a sample of the data we are faced with a series of address information that is not properly informed. The patient address data usually abbreviated irregularly in the address field, this study tries to improve the quality of these unstructured data, geocoding this information to obtaining the latitude and longitude coordinates of dengue cases, for posterior analysis in geographical information's system.

Keywords: *Spatial Analysis, Geocoding, SINAN, Google Geocoding API.*

I. INTRODUCTION

Arboviruses (from "arthropod borne viruses") are viruses that can be transmitted to humans by arthropod vectors, like *Flaviviridae: Febre Amarela, Dengue, Zika* and others. The main vector of dengue is *Aedes aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus*, which has great anthropophilia, adaptability, environmental transformations and domiciliation. These attributes contribute to increasing the breeding sites of the mosquito [1]. The dengue has characteristics that amplify the spread of the disease and increase the possibility of large and explosive epidemics. Viral replication in the *Aedes albopictus* mosquito besides *Aedes aegypti* increases the geographical extent of regions with viral circulation potential [2]. According to the article *Zika Virus Outbreak, Bahia* [3] cases of infection with *Dengue, Chikungunya* and *Zika Virus* (DENV, CHIKV and ZIKV) in Brazil and other places where the diagnosis is based on clinical and epidemiological reasons are not reliable, and all these questions show the need for laboratory confirmation of these arboviruses.

Due to the absence of antiviral drugs or vaccines to treat or prevent these diseases agents, the only available option for prevention is, control the reproduction of *Aedes aegypti*, reduction of the breeding source and using larvicides (immatures) and insecticides to adults [4]. In the last two decades, the incidence of dengue in the Americas has shown an upward trend, more than 30 countries reporting cases of the disease, despite the numerous eradication or control programs that have been implemented [5]. Concerning the cases of the disease here in Brazil, is used the SINAN. It was developed at the beginning of the 1990s, and the main objective is the collection and processing of data on reporting diseases on all country, providing information for the analysis of the morbidity profile and contributing to decision making for all level of public health administration [6]. SINAN is the main data source for surveillance of dengue and the notification is based on the communication of confirmed and suspected cases, not only of dengue but of other diseases that occur in our country. SINAN data are sent to the system through the *Individual Notification Form* (Ficha individual de Notificação - FIN), filled when the patient arrives at hospital and there is a suspected case of dengue [7]. After, this information's are sent electronically to the Ministry of Health.

The epidemiological bulletins are based on SINAN data, publish by the Ministry of Health and give a global view of dengue cases in Brazil. For more effective prevention, we need more details of all these cases, need to know the neighborhood and street, it is not enough that we only take care of our house if there is an abandoned build or even an abandoned swimming pool. They become a breeding and growing dengue cases in the region. Geocoding the address data of dengue cases is one solution that enables a more effective analysis of vectorial control. To analyze all these data, we will need a *Geographic Information System* (GIS), is the tool most used for spatial analysis. The GIS use spatial data like latitude and longitude information to georeferencing of the addresses, the name of this process is geocoding. The address is a textual information, needs a treatment to be used in a computer system, incorporated in a GIS to serve like spatial statistic

component for the analyses. This preparation consists in normalization (treat abbreviations, spaces, special characters), separation (in type of public place, title, name, number, complement, neighborhood, city and other references) and standardization (match the database format Base) [12].

The SINAN data still the largest official source for diseases cases information in Brazil [11] and according to DAVIS [8], 80% of the information used by local governments in the area of health, safety and education is associated with the geographical location, especially to addresses.

For this reason, it is important to geocode the data and analyze on the GIS to observe statistical and geographic patterns in the data.

II. MATERIAL AND METHODS

For the development, the data extracted from the SINAN *dBASE format* (DBF) [5], will be used a staging database. A relational database, faster and cheaper prepared for a large number of SINAN records is MariaDB [9].

To geocoding these address from SINAN database we going to use, Google Maps Geolocation API [13], this tool can be accessed from internet, by http protocol and will receive by params the address information. Geocoding is a set of methods capable of transforming descriptions into geographic coordinates. All these data are, in general, place names, relative positional expressions or addresses.

To build the algorithm that will geocode the data, we used the Personal Hypertext Preprocessor (PHP) programming language. PHP is one of the most widely used programming languages in the world. Its popularity is due to the ease in creating dynamic applications, with support to the majority of existing databases and to the set of functions that, by means of a flexible structure, easy code construction [10]. The data geocoding engine searches each address in the Google map database using a web service and returns a set of geographic information in JavaScript Object Notation (JSON) format. Like in Figure 1.

```

1 {
2   "results": [
3     {
4       "address_components": [
5         {
6           "long_name": "Danjuntó P.",
7           "short_name": "Danj. P.",
8           "types": [
9             "political",
10            "sublocality",
11            "sublocality_level_5"
12          ]
13        },
14        {
15          "long_name": "QE 28",
16          "short_name": "QE 28",
17          "types": [
18            "political",
19            "sublocality",
20            "sublocality_level_3"
21          ]
22        },
23        {
24          "long_name": "Quaró II",
25          "short_name": "Quaró II",
26          "types": [
27            "political",
28            "sublocality",
29            "sublocality_level_2"
30          ]
31        },
32        {
33          "long_name": "Quaró",
34          "short_name": "Quaró",
35          "types": [
36            "administrative_area_level_4",
37            "political"
38          ]
39        }
40      ]
41    }
42  ]
43 }

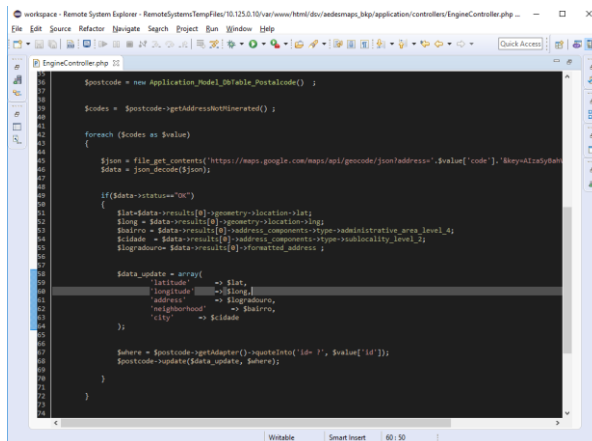
```

Figure 1. JSON response retrieved from google maps request . Own authorship

The data returned by the service must be treated, sorted, classified, and properly stored for future reference.

We avoided creating new fields in the SINAN main table, but we need to create new field like a primary key to identify the records like unique. In other table we store the field created in SINAN cases table and the latitude, longitude data. In order to group new cases and allow more optimized queries in the database, we created three additional columns in this additional table, which are: neighborhood, city and postal code.

These fields allow us to store the high-quality data from the Google Maps API, in addition to allowing you to quickly count records and generate statistical information easily. A piece of the source code that performs this operation can be seen in Figure 2.



```

$spotcode = new Application_Model_DbTable_Postalcode();
$codes = $spotcode->getAddressesNotInDatabase();
foreach ($codes as $value)
{
    $json = file_get_contents("https://maps.google.com/maps/api/geocode/json?address=".$value["code"]."&key=AIzaSyB...");
    $data = json_decode($json);
    if($data->status=="OK")
    {
        $lat=$data->results[0]->geometry->location->lat;
        $long = $data->results[0]->geometry->location->long;
        $bairro = $data->results[0]->address_components->type->administrative_area_level_4;
        $cidade = $data->results[0]->address_components->type->locality_level_2;
        $logradouro = $data->results[0]->formatted_address;
        $data_update = array(
            'latitude' => $lat,
            'longitude' => $long,
            'address' => $logradouro,
            'neighborhood' => $bairro,
            'city' => $cidade
        );
        $where = $spotcode->getAdapter()->quoteInto('id=?', $value['id']);
        $spotcode->update($data_update, $where);
    }
}

```

Figure 2. Piece of geolocation engine source code .Own authorship

The main objective is spatial analyses, using the geolocation we initially pretend evaluate which locations have more cases and how they are distributed, like in Figure 3. To view these cases, we use the geographic information system Google Maps. In this map we group the cases by geographical coordinates and change the color of the marker according to the number of cases.

To display the map in Figure 3, we export the records stored in the database in Keyhole Markup Language (KML) format, our future objective is to allow data to be directly accessed from the database without one middle tier.

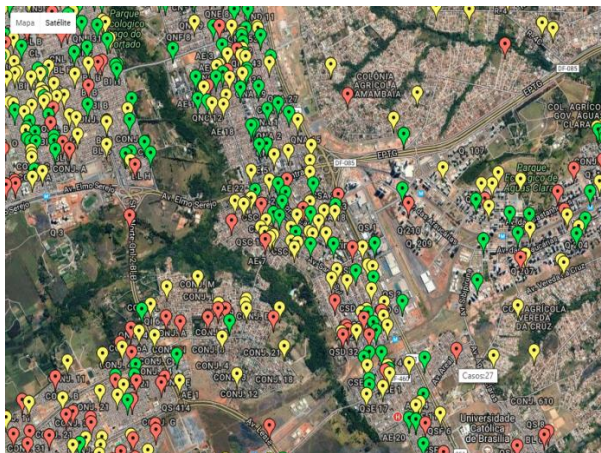


Figure 3. Cases by geographical coordinates. Own authorship

Was used in this research, data manipulation tools like databases. Any information that can identify the patients was previously suppressed from reports. For legal reasons, the data has been registered under CAAE 53662416.2.0000.0030.

III. RESULTS

The period studied included 70,525 suspected and confirmed cases of dengue, divided in the years 2010 to 2015 as shown in Table 2. We had a low percentage of records that wasn't useful to be used. The percentual of empty address records was 3.21%, and the percentual of addresses with less than 5 characters was 0,38%. In the studied location, there aren't addresses with less than 5 characters.

Table 1. Address Sample Distribution

Situation	Records	Total
Empty Address	2.266	3,21%
Small Address*	268	0,38%
Full Address	67.991	96,53%

* Address with five or less characters.

The total of addresses consulted in Google geolocation service was 67,991 records. 54,774 of this records, Google geolocation service was able to find the coordinates of latitude and longitude, with an efficiency of 80.56%. In Table 2 we can see geocoding rate was uniform over the years, maintaining an average of 81.48%, too close to the overall geocoding rate of all data analyzed.

Table 2. Mineration Engine Geocoding Rate

Year	Records	Successful	Geocoding Rate
2010	10.746	9.610	89,42%
2011	6.980	5.521	79,09%
2012	2.755	2.325	84,39%
2013	19.401	14.995	77,28%
2014	17.340	14.838	79,80%
2015	10.857	8.571	78,94%

We also analyze if exists any relationship to the size of the address. And it was possible to observe that Google geolocation service presented difficulties to find addresses coordinates with the increase of addresses characters, as we can see in Table 3.

The geocoding process obtained a high success rate in relation to the cases studied by Magalhães, Matos and Medronho [7]. We believe that this rate is due to the fact that Brasília addresses uses predictable pattern of organization, distributed in blocks and sets that exist in few cities of Brazil and the world. Which makes Google's geolocation service much efficient because creates unique address combinations.

Table 3 Geocode Rate by address character count

CharacterCount	Records	Geocoding Rate
5	585	99,83%
6	478	99,58%
7	166	98,19%
9	891	95,17%
12	1945	93,93%
13	2479	92,78%
8	673	90,79%
22	5327	89,32%
10	1298	88,75%
11	2131	88,36%
21	3496	88,07%
14	3835	87,25%
23	3753	87,21%
20	2869	85,19%
24	2526	80,64%

26	2067	78,71%
25	2885	78,37%
17	6084	77,84%
19	2804	76,93%
27	1518	75,36%
15	2589	73,70%
29	8059	73,61%
28	1201	71,61%
16	3636	65,62%
18	4350	65,61%
30	131	54,20%
32	9	44,44%
31	198	26,77%
33	8	0,00%

IV. DISCUSSION

The previous bibliographical survey performed for this research, several related works were found. Each of these with different methodologies and techniques.

Davis and Fonseca [8], proposed an address analysis methodology for free text, considering Brazilian localization standard. In their article, the authors proposed three stages analyses. The Parsing Stage, consists in identify the address components and organizing into an appropriate data structure. Matching stage that consists searching the value in address database in order to search for a better correlation between the identified values and the present data in the database. The last stage, extracts the corresponding coordinates from the reference database, generating three indicators: Parsing Certainty Indicator (PCI), Matching Certainty Indicator (MCI) and Locating Certainty Indicator (LCI).

Each stage, these indicators receive a value between 0 and 1, where 0 represents total uncertainty in the result, while 1 represents maximum certainty. This value is based on several rules, involving the approximate search of components of the address with bonus of hits and discount of errors among the results searched. The final Geocoding Certainty Indicator (GCI) is obtained through the product of the indicators of each stage. This indicator according to the author allows a faster and reliable result, with low computational cost. Magalhães, Matos and Medronho [7] used the urban addresses present in the SINAN data from the Tuberculosis cases of Rio de Janeiro to analyze the incidence rate by neighborhood using georeferencing.

In the matching stage, they used the commercial software ARCGIS, which is a set of applications for geographic information management and the *Google Maps Geolocation API* to generate the pair of coordinates necessary to show the cases on the map. They have compared the two methods and Google Maps found more coordinates [8].

Google Maps has a very easy-to-use graphical user interface, but for a more effective analysis, we'll need to apply specific data filters like time period, cases confirmed, types of viruses and other information that is available in the SINAN database.

V. CONCLUSIONS

Like best results of the study of Magalhães, Matos and Medronho [7] was obtained using the *Google Geocoding API*, we chose this platform as the best tool for mining data.

However, the SINAN data quality is very precarious and many addresses need a human to understand, in next study's we pretend use artificial intelligence, more specifically neural networks for patterns recognition [15] and learning of these patterns, giving more precise results.

The *Google Geocoding API* [13] can understand many unstructured addresses, but each region has its own toponymical dictionary [14], in second moment will be necessary develop a previous layer to help minerating engine, translating some specific names places to a name that *Google API* can translate.

REFERENCES

1. CUNHA, R.V.; NOGUEIRA, R.M.R. Dengue e dengue hemorrágico. In: Coura, J.R. — Dinâmica das doenças infecciosas e parasitárias (Rio de Janeiro, Guanabara-Kooganp. 1767-81. 2006.
2. DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R. Chikungunya in Brazil: anemerging challenge. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 18(1), 283-285, 2015.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis Plano de Contingência Nacional para Epidemias de Dengue / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
4. BARRERA, R. Control de los mosquitos vectores del dengue y delchikunguña;¿ es necesario reexaminar las estrategias actuales?. *Biomédica*,35(3), 297-9, 2015.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle da Dengue. Brasília, 2009.
6. LAGUARDIA, J. et al. Sistema de informação de agravos de notificação em saúde (Sinan): desafios no desenvolvimento de um sistema de informação em saúde. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 13, n. 3, p. 135-146, 2004.
7. MAGALHAES, M. A. F. M.; MATOS, V. P.; MEDRONHO, R. A. Avaliação do dado sobre endereço no Sistema de Informação de Agravos de Notificação utilizando georreferenciamento em nível local de casos de tuberculose por dois métodos no município do Rio de Janeiro. *Cad. saúde colet.*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 192-199, 2014.
8. DAVIS JR., C.A.; FONSECA, F.T. "Assessing the Certainty of Locations Produced by an Address Geocoding System." *Geoinformatica* 11(1): 103-129, 2007.
9. BALUSAMY, B. et al. Cloud Database Systems: NoSQL, NewSQL, Hybrid. In: *Advancing Cloud Database Systems and Capacity Planning With Dynamic Applications*. IGI Global, 2017. p. 225-245.
10. DALL' OGLIO, P. *PHP Programando com Orientação a Objetos 3ª Edição*. Novatec Editora, 2015.
11. BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação: nomas e rotinas. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.
12. Skaba, Daniel Albert. Metodologias de geocodificação dos dados da saúde. Diss. 2009.
13. Singh, Sushant K. "Evaluating two freely available geocoding tools for geographical inconsistencies and geocoding errors." *Open Geospatial Data, Software and Standards* 2.1 (2017): 11.
14. Jung, Chin - Te. "Geolocation Services." *The International Encyclopedia of Geography* (2017).
15. De Azevedo, Fernando Mendes, Lourdes Mattos Brasil, and Roberto Célio Limão de Oliveira. *Redes neurais com aplicações em controle e em sistemas especialistas*. Visual Books, 2000.

Author: Jorge Luis da Silva Lustosa
 Institute: Universidade de Brasília, FGA Gama
 Street: Área Especial de Indústria Projeção A
 Neighborhood: Setor Leste
 City: Brasília, Distrito Federal
 Country: Brasil
 Email: jorgelustosa@gmail.com
 Phone Number: +55-61-99224-2507

ANEXO 4: PARECERES DO COMITÊ DE ÉTICA.

Anexo 4^a: 1º Parecer Consubstanciado

UNB - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE VIRAL TRANSMITIDA PELO MOSQUITO *Aedes aegypti* POR MEIO DO SISTEMA ESPECIALISTA AEDES FUZZY

Pesquisador: Luciana Cassia

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 85050417.6.0000.5558

Instituição Proponente: Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Faculdade do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.577.657

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de mestrado em realização no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Faculdade do Gama, Universidade de Brasília. Em um trabalho conjunto envolvendo profissionais de Tecnologia da Informação e de Ciências da Saúde, a pesquisa busca criar novas ferramentas para auxiliar o diagnóstico de dengue, zika e chikungunya. As partes do trabalho que envolvem pacientes serão realizadas nos hospitais regionais do Gama e de Santa Maria.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa é gerar e validar uma ferramenta de apoio ao diagnóstico clínico de dengue, zika e chikungunya. Para tanto, os autores já fizeram uma parte do trabalho envolvendo busca em bancos de dados e interação com especialista em arboviroses. Os objetivos específicos a serem alcançados agora são de validação da ferramenta com dados de prontuários e dados coletados por profissionais de saúde durante um dia de trabalho no pronto socorro.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O risco associado com este tipo de pesquisa é mínimo. Há riscos para o profissional de saúde que utilizará o sistema, como estresse e aumento do tempo de cada consulta. Esses riscos foram bem explicados no TCLE e no projeto. Há também riscos para a privacidade de pacientes, uma vez que os pesquisadores terão acesso a prontuários médicos. No entanto, os pesquisadores afirmam que não utilizarão informações que permitam identificar os pacientes, o que minimiza o risco à

UNB - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.577.657

privacidade.

Os benefícios da pesquisa são claros, já que pode ser criada ferramenta de auxílio ao diagnóstico clínico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto multidisciplinar que propõe a criação e validação de ferramenta com bom potencial de utilidade em saúde pública. O projeto está bem descrito e o desenho experimental é adequado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O termo de consentimento livre e esclarecido será aplicado para médicos e enfermeiros que utilizarão o sistema durante um dia de trabalho. Ele está adequado, com todas as informações necessárias.

Recomendações:

O orçamento do projeto está diferente em locais diferentes. No projeto em si e na planilha orçamentária está com total de R\$ 2042,00. Já nas informações básicas do projeto está R\$ 1.560,00.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto está bem desenhado e atende as exigências éticas para pesquisa com seres humanos. Entretanto os pesquisadores precisam garantir que durante a etapa IV os médicos e enfermeiros que usarão o sistema não recebam nenhum diagnóstico. Isto é importante porque a ferramenta ainda não foi validada nem aprovada para diagnóstico, então o profissional não poderá usar em sua decisão clínica.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto apreciado na 3ª Reunião Ordinária do CEP-FM-UnB-2018. Após apresentação do parecer do (a) Relator (a), aberta a discussão para os membros do Colegiado. O projeto ficou condicionado ao atendimento das recomendações e/ou pendências listadas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO 098001.pdf	12/03/2018 19:58:33		Aceito

UNB - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.577.657

Outros	CurriculumLattesLucianaCassia.pdf	12/03/2018 19:55:09	Luciana Cassia	Aceito
Outros	CurriculumLourdesMattosBrasil.pdf	12/03/2018 19:45:28	Luciana Cassia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Aedes_Fuzzy_Comite_Atualizado.pdf	07/03/2018 22:19:02	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_Termo_Proponente_UNB_Gama.pdf	07/03/2018 21:59:49	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_Termo_Coparticipacao_HRSM.pdf	07/03/2018 21:59:15	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_Termo_Coparticipacao_HRG.pdf	07/03/2018 21:58:36	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_CARTA_DE_ENCAMINHAMENTO.pdf	07/03/2018 21:57:26	Luciana Cassia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	FM_TCLE_Aedes_Fuzzy.pdf	07/03/2018 21:55:30	Luciana Cassia	Aceito
Orçamento	Planilha_orcamentaria.pdf	07/03/2018 21:52:47	Luciana Cassia	Aceito
Declaração de Pesquisadores	FM_Declaracao_Responsabilidade.pdf	07/03/2018 21:48:33	Luciana Cassia	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	07/03/2018 21:45:51	Luciana Cassia	Aceito
Outros	QuestionariopercepcaoUsuario.doc	20/12/2017 14:24:54	Luciana Cassia	Aceito
Outros	CartaEncaminhamentoFEPECSassinada.pdf	20/12/2017 14:21:38	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoCoparticipacaoHRSM.pdf	20/12/2017 14:20:47	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoCoparticipacaoGama.pdf	20/12/2017 14:20:14	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoCompromissoPesquisador.pdf	20/12/2017 14:19:17	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaHRSMprontoAtendimentoPS.pdf	20/12/2017 14:18:53	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaHRSMmedico.pdf	20/12/2017 14:18:36	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaHRSMenfermagem.pdf	20/12/2017 14:18:17	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaGamaPS.pdf	20/12/2017 14:17:33	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaGamaMedico.pdf	20/12/2017 14:16:48	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaGamaEnfermagem.pdf	20/12/2017 14:16:15	Luciana Cassia	Aceito

Anexo 4b: 2º Parecer substanciado

UNB - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CLASSIFICAÇÃO DA TRÍPLICE VIRAL TRANSMITIDA PELO MOSQUITO *Aedes aegypti* POR MEIO DO SISTEMA ESPECIALISTA AEDES FUZZY

Pesquisador: Luciana Cassia

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 85059417.6.0000.5558

Instituição Proponente: Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Faculdade do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.628.623

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de mestrado em realização no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Faculdade do Gama, Universidade de Brasília. Em um trabalho conjunto envolvendo profissionais de Tecnologia da Informação e de Ciências da Saúde, a pesquisa busca criar novas ferramentas para auxiliar o diagnóstico de dengue, zika e chikungunya. As partes do trabalho que envolvem pacientes serão realizadas nos hospitais regionais do Gama e de Santa Maria.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa é gerar e validar uma ferramenta de apoio ao diagnóstico clínico de dengue, zika e chikungunya. Para tanto, os autores já fizeram uma parte do trabalho envolvendo busca em bancos de dados e interação com especialista em arboviroses. Os objetivos específicos a serem alcançados agora são de validação da ferramenta com dados de prontuários e dados coletados por profissionais de saúde durante um dia de trabalho no pronto socorro.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O risco associado com este tipo de pesquisa é mínimo. Há riscos para o profissional de saúde que utilizará o sistema, como estresse e aumento do tempo de cada consulta. Esses riscos foram bem explicados no TCLE e no projeto. Há também riscos para a privacidade de pacientes, uma vez que os pesquisadores terão acesso a prontuários médicos. No entanto, os pesquisadores afirmam que não utilizarão informações que permitam identificar os pacientes, o que minimiza o risco à

Continuação do Parecer: 2.628.623

privacidade.

Os benefícios da pesquisa são claros, já que pode ser criada ferramenta de auxílio ao diagnóstico clínico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto em si tem mérito, está bem escrito e tem desenho experimental adequado do ponto de vista ético.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O parecerista havia levantado um questionamento sobre disparidade no orçamento em diferentes documentos, o que foi corrigido. O colegiado do CEP levantou um questionamento sobre a possibilidade de o sistema em estudo (e portanto não validado para diagnóstico clínico) afetar a decisão diagnóstica dos médicos participantes do estudo. Segue abaixo o questionamento e a resposta dos pesquisadores:

"CONCLUSÕES OU PENDÊNCIAS E LISTA DE INADEQUAÇÕES:

O projeto está bem desenhado e atende as exigências éticas para pesquisa com seres humanos. Entretanto os pesquisadores precisam garantir que durante a etapa IV os médicos e enfermeiros que usarão o sistema não recebam nenhum diagnóstico. Isto é importante porque a ferramenta ainda não foi validada nem aprovada para diagnóstico, então o profissional não poderá usar em sua decisão clínica.

RESPOSTA:

1. A informação solicitada foi inserida no TCLE para que os profissionais saibam que o sistema ainda encontra-se na fase de validação.
2. A pendência também foi inserida na Aba 5 - Outras informações, no item: "Outras informações, justificativas ou considerações a critério do pesquisador" na plataforma Brasil.
- 3 No projeto: a pendência foi inserida na parte de metodologia p.15 e p. 16 em vermelho."

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Os pesquisadores responderam de forma adequada aos questionamentos e meu parecer é pela aprovação do projeto, salvo melhor juízo do colegiado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto apreciado na 4ª Reunião Ordinária do CEP-FM-UnB-2018. Após apresentação do parecer

Endereço: Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro - Faculdade de Medicina
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-900
UF: DF Município: BRASILIA

**UNB - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA**



Continuação do Parecer: 2.628.623

do (a) Relator (a), aberta a discussão para os membros do Colegiado. O projeto ficou condicionado ao atendimento das recomendações e/ou pendências listadas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_998001.pdf	16/04/2018 23:34:56		Aceito
Outros	Projeto_Aedes_Fuzzy_Comite_Versao2.pdf	16/04/2018 23:33:56	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_TCLE_Aedes_Fuzzy_Versao2.pdf	16/04/2018 23:24:27	Luciana Cassia	Aceito
Outros	RESPOSTA_PARECER_PROJETO_DE_PESQUISA_AEDES_FUZZY.pdf	16/04/2018 23:21:11	Luciana Cassia	Aceito
Outros	Curriculos_Lattes_Lourdes_Mattos_Brasil_ParticipanteDaPesquisa.pdf	15/04/2018 17:05:55	Luciana Cassia	Aceito
Outros	Curriculos_Lattes_Luciana_Cassia_Araujo_de_Sousa_PesquisadorPrincipal.pdf	15/04/2018 17:04:31	Luciana Cassia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Aedes_Fuzzy_Comite_Atualizado.pdf	07/03/2018 22:19:02	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_Termo_Proponente_UNB_Gama.pdf	07/03/2018 21:59:49	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_Termo_Coparticipacao_HRSM.pdf	07/03/2018 21:59:15	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_Termo_Coparticipacao_HRG.pdf	07/03/2018 21:58:36	Luciana Cassia	Aceito
Outros	FM_CARTA_DE_ENCAMINHAMENTO.pdf	07/03/2018 21:57:26	Luciana Cassia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	FM_TCLE_Aedes_Fuzzy.pdf	07/03/2018 21:55:30	Luciana Cassia	Aceito
Orçamento	Planilha_orcamentaria.pdf	07/03/2018 21:52:47	Luciana Cassia	Aceito
Declaração de Pesquisadores	FM_Declaracao_Responsabilidade.pdf	07/03/2018 21:48:33	Luciana Cassia	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	07/03/2018 21:45:51	Luciana Cassia	Aceito
Outros	QuestionariopercepcaoUsuario.doc	20/12/2017 14:24:54	Luciana Cassia	Aceito
Outros	CartaEncaminhamentoFEPECSassinada.pdf	20/12/2017 14:21:38	Luciana Cassia	Aceito

UNB - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.628.623

Outros	TermoCoparticipacaoHRSM.pdf	20/12/2017 14:20:47	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoCoparticipacaoGama.pdf	20/12/2017 14:20:14	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoCompromissoPesquisador.pdf	20/12/2017 14:19:17	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaHRSMprontoAtendiment oPS.pdf	20/12/2017 14:18:53	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaHRSMmedico.pdf	20/12/2017 14:18:36	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaHRSMenfermagem.pdf	20/12/2017 14:18:17	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaGamaPS.pdf	20/12/2017 14:17:33	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaGamaMedico.pdf	20/12/2017 14:16:48	Luciana Cassia	Aceito
Outros	TermoAnuenciaGamaEnfermagem.pdf	20/12/2017 14:16:15	Luciana Cassia	Aceito