

Revista de Ciências da Computação, 2019, nº14

## **Sistema Especialista para Apoio do Processo de Diagnóstico Médico Baseado na Coleta de Dados Extraído no Processo de Triagem para o Hospital Municipal da Samba**

Solander Agostinho [solanderenc08@gmail.com](mailto:solanderenc08@gmail.com)  
Leide Petruska Dongue Malungo [cleideimil2014@hotmail.com](mailto:cleideimil2014@hotmail.com)

Instituto Superior Politécnico de Tecnologia e Ciências (ISPTEC, Luanda, Angola)

### **Resumo**

Todos os dias no nosso país (Angola) por falta de saneamento básico deparamo-nos com situações muito precárias e tristes nos serviços hospitalares, tendo como resultado muitas pessoas a precisarem de tratamento urgente por causa da contração de duas das doenças mais predominantes no país que são o paludismo e a febre tifoide. Este projeto tem como foco, propor o desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista na área de triagem médica no hospital municipal da Samba, que ajudará o médico na deteção de possíveis patologias (paludismo e febre tifoide) com auxílio de uma base de conhecimento, associando a um grau de certeza em percentagem.

**Palavras-chave:** serviços hospitalares, triagem, sistema especialista.

**Title:** Expert System to Support the Medical Diagnostic Process Based on Data Collection Extracted in the Screening Process for the Samba Municipal Hospital

**Abstract:** Every day in our country (Angola) due to lack of basic sanitation we are faced with very precarious and sad situations in the hospital services, resulting in many people needing urgent treatment because of the contraction of two of the most prevalent diseases in the country that is malaria and typhoid fever. The aim of this project is to propose the development of a prototype specialized system in the area of medical screening at the municipal Samba hospital, which will assist the physician in the detection of possible pathologies (malaria and typhoid fever) with the help of a knowledge base.

**Keywords:** hospital services, screening, expert system.

## 1. Introdução

A saúde é definida como o bem-estar físico, mental e social entre os indivíduos, e está associada ao estilo de vida bem como o ambiente social, físico e económico do ser humano.

A assistência médica adequada é um fator muito importante que colabora numa boa qualidade de vida do ser humano. O hospital é um lugar que atende indivíduos que padecem de uma doença e que precisam de um tratamento apropriado. Pelo facto de se tratar de vidas humanas é necessário que todas as atividades hospitalares sejam realizadas com a máxima eficiência e eficácia proporcionando a satisfação e o bem-estar dos pacientes.

A triagem é o primeiro atendimento prestado pelos profissionais especializados dos serviços de saúde aos pacientes. Tem como finalidade a avaliação inicial, a seleção e o encaminhamento dos pacientes às unidades adequadas para o devido tratamento. Possui uma grande importância pois evita complicações, seleciona os casos mais graves, facilita o trabalho do médico e proporciona uma maior eficiência no atendimento hospitalar.

Os sistemas especialistas foram criados para resolver problemas de uma área na qual o conhecimento é muito específico e fortemente limitado aos especialistas da área. Esses sistemas simulam o raciocínio de seres humanos na resolução de problemas complexos.

Este artigo apresenta uma proposta de implementação de protótipo de sistema especialista de triagem médica no Hospital Municipal da Samba que fará a triagem aos pacientes e ajudará o médico no processo de previsão de paludismo e febre tifoide, na qual a sua base de conhecimento será construída com os conhecimentos de um especialista em triagem (enfermeiros), tendo a possibilidade de ser realimentada pelo médico.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma aplicação computacional capaz de auxiliar o hospital no processo de triagem e dar suporte aos médicos no processo de previsão de diagnósticos usando uma base de conhecimento

A proposta em questão tem uma grande relevância pois auxilia os médicos na detenção de possível paludismo ou febre tifoide nos pacientes e na previsão delas pois será calculada a frequência de acontecimentos para cada uma das patologias. Para o desenvolvimento do protótipo serão construídas as três partes principais de um sistema especialista. A interface será construída por linguagens Web, o motor de inferência será construído em PHP, a base de conhecimento será construída no Prolog e para a realimentação será utilizado o método semi-direto onde “o especialista interage diretamente com o sistema”.

Este artigo apresenta a seguinte estrutura. Na secção 2 é apresentado trabalho relacionado sobre sistemas especialista. Na secção 3 apresenta-se o modelo proposto. Nas secções 4 e 5 são discutidas propostas semelhantes e apresentadas as conclusões.

## **2. Trabalho relacionado**

De acordo com Paiva (2015, p. 6) “há muito tempo que a inteligência dos seres vivos tem despertado curiosidade no ser humano. Um dos interesses do homem foi a criação da inteligência de forma artificial. O estudo da inteligência não se limita a problemas relacionados com lógica, suas ideias podem ser usadas na resolução de equações matemáticas, resolução de jogos, reconhecimento de imagem e som, operações financeiras e diagnóstico de doenças.”

Existem diversas formas de se definir o que é Inteligência Artificial, onde essas ideias se dividem em 4 grupos: sistemas que pensam como os humanos; sistemas que agem como os humanos; sistemas que pensam racionalmente; e sistemas que agem racionalmente.

Alan Turing propôs uma forma de declarar se algo tem inteligência artificial ou não por meio de um teste denominado teste de Turing. O objetivo do teste baseia-se em colocar um ser humano (sem saber a natureza do outro participante) em conversa com a máquina a ser testada em um ambiente remoto, caso o humano não consiga distinguir se o participante na conversa é humano ou uma máquina, então considera-se que este objeto tem inteligência artificial.

A inteligência artificial é aplicada em diversas áreas que são: Robótica; Processamento de linguagem natural; Sistemas Especialistas, etc.

### **2.1 Sistemas Especialistas**

“Sistema especialista é uma aplicação da Inteligência Artificial que é capaz de adquirir e disponibilizar o conhecimento operacional de um especialista, solucionando problemas que são resolvíveis apenas por pessoas especialistas que, durante anos, acumularam conhecimento exigido na resolução destes problemas” (Manchini, 2003 apud Lourenço, 2003, p. 13).

Um Sistema Especialista é capaz de resolver problemas complexos:

- Raciocinar heurísticamente utilizando, para isto, as regras práticas contidas na base de conhecimento;
- Interagir com utilizador utilizando até linguagem natural;
- Escolher hipóteses múltiplas ao mesmo tempo;

Para que um programa funcione como um especialista humano, ele deve ser capaz de fazer as mesmas coisas que um especialista humano faz. O sistema especialista deve interagir

com o utilizador, inferir os possíveis casos e tirar conclusões. Os sistemas especialistas não são desenvolvidos para substituir os especialistas mas sim para auxiliá-los.

### 2.1.1 Arquitetura de um Sistema Especialista

A estrutura de um Sistema Especialista é composta por 3 elementos principais que são: a base do conhecimento, o motor de inferência e a interface com o utilizador, ver Figura 1.

A base de conhecimento é o local onde são armazenados todos os conhecimentos especialistas, necessários para a resolução de um problema específico. De acordo com Diehl (2000, p. 23): “a base de conhecimento dá as características de funcionamento do sistema. Nesta base serão armazenados fatos e regras. Esta base de conhecimento terá o conhecimento que for colocado em sua base, sendo que, se for projetada para determinada ciência, o sistema será especialista nesta ciência.”

O motor de inferência é o núcleo de um sistema especialista responsável pela aplicação de métodos e técnicas para a resolução do problema. Segundo Lessa, Silveira e Ribeiro (2010, p. 69) “A máquina de inferência é o mecanismo capaz de buscar na base de conhecimento as repostas de um determinado problema, comparando os dados contidos na base de conhecimento com as informações fornecidas pelo utilizador”.

“O motor de inferência, de certo modo, tenta imitar o pensamento que os especialistas humanos empregam quando resolvem um problema, ou seja, ele pode começar com uma conclusão e procurar uma evidência que a comprove, ou pode iniciar com uma evidência para chegar a uma conclusão. Esse tipo de pensamento, nos Sistemas Especialistas, está dentro da classe de raciocínio via Regras de Encadeamento e são chamados de *backward chaining* e *forward chaining* respetivamente” (Chaiben, 2003 apud Lourenço, 2003, p. 15).

*Forward chaining* é utilizado para se chegar a uma conclusão, as informações são fornecidas ao sistema pelo utilizador, e o motor de inferência busca na base de conhecimento fatos e heurísticas que melhor se aplicam a cada situação.

*Backward chaining* é utilizado para encontrar evidências, o trabalho do motor de inferência ocorre de forma inversa, ou seja, o sistema já parte de uma conclusão, podendo esta ser sugerida pelo próprio utilizador, e inicia uma pesquisa nas informações da base de conhecimento com o objetivo de saber se a conclusão é a mais adequada solução do problema proposto ao sistema.

Note que, para esse projeto utilizou-se um motor de inferência com base ao raciocínio *forward chaining*.

A interface do utilizador é a parte do sistema especialista que interage diretamente com o utilizador. Proporciona a interação do utilizador com o sistema, essa interação se dará por meio de perguntas e respostas.

“Dos três elementos fundamentais na estrutura de um Sistema Especialista este, geralmente, é o que necessita de mais tempo para projeção e implementação, para que a comunicação entre o Sistema Especialista e o utilizador seja fácil” (Mendes, 2003 apud Lourenço, 2003, p. 16).

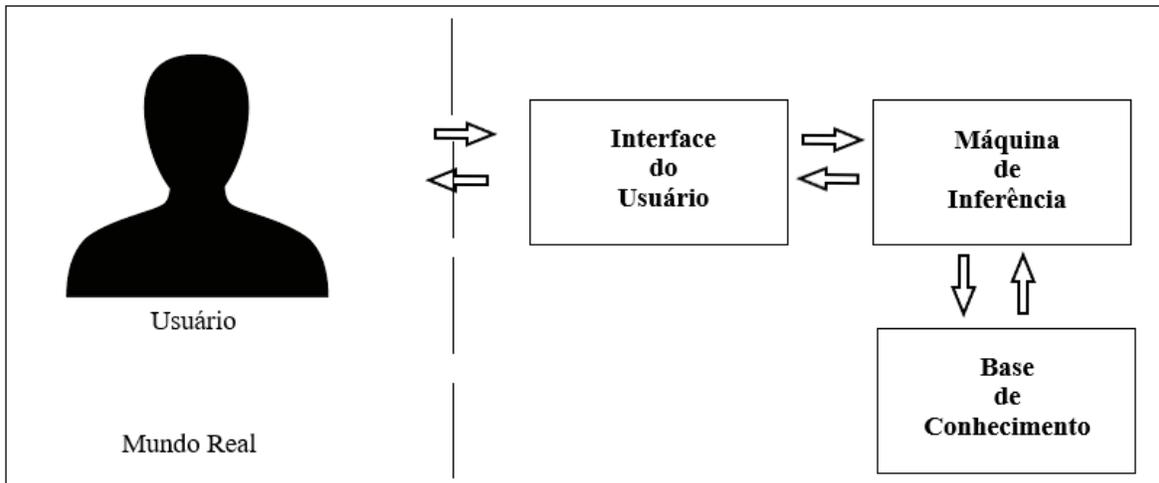


Figura 1: Estrutura de um Sistema Especialista.

### 2.1.2 Métodos de Alimentação da Base de Conhecimento

O aprendizado de um especialista vem do processo de experiência, e de seus resultados experimentais. É portanto de fundamental importância que os sistemas especialistas sejam capazes de aprender e fazer crescer o seu conhecimento a partir de um conhecimento básico sobre o assunto.

O sistema especialista provido de mecanismos de aprendizagem é capaz de analisar e gerar novas regras na base conhecimento ou armazenar informações sobre novos fatos, ampliando a capacidade do sistema em resolver problemas, cada vez em que este for utilizado. Isto é transparente para o utilizador, ou seja, o utilizador não percebe que todo este processo acontece durante uma sessão de utilização do sistema especialista. O sistema especialista pode ser alimentado por vários métodos que são:

- **Método Intermediário:** Engenheiro do conhecimento usa avaliação do especialista para alimentar a base como: observação e entrevista.
- **Método Semi-Intermediário:** Engenheiro do conhecimento age sem auxílio do especialista utilizando ferramentas que o auxiliam no diagnóstico da nova informação mas correndo alguns riscos por conta da falta de senso humano especialista.

- Método Semi-direto: sem interferência do engenheiro do conhecimento, o especialista interage direto com a ferramenta, necessitando de treinamento e a interface deve ser mais próxima ao entendimento do especialista.
- Método Direto Supervisionado: sem engenheiro do conhecimento e sem especialista no assunto, usando ferramentas heurísticas tais como: Lógica Fuzzy e Redes Neurais.

Note que, para este projeto a realimentação da base de conhecimento será utilizado o método semi-direto. A Figura 2 demonstra o processo de aquisição de conhecimento de um sistema especialista.

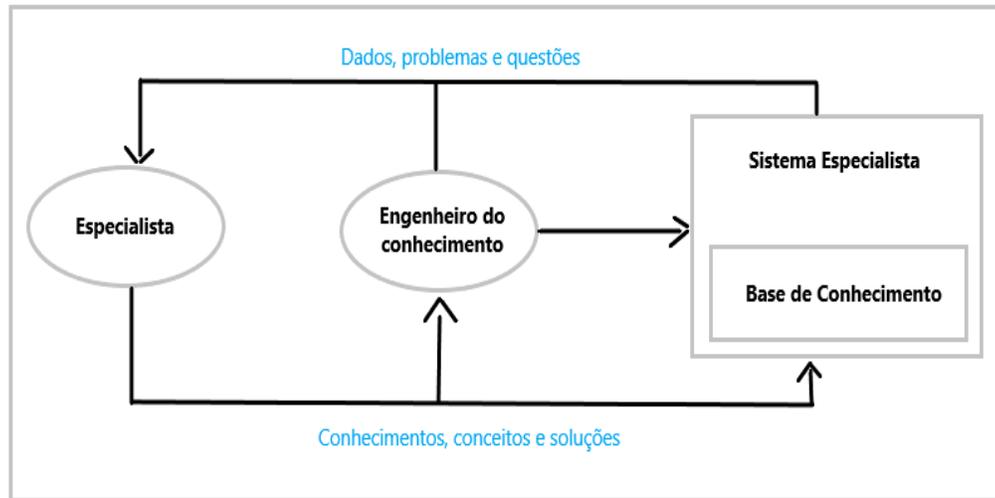


Figura 2: Processo de Aquisição do Conhecimento

### 2.1.3 Classificação dos Sistemas Especialistas

“Os sistemas especialistas podem ser classificados quanto às características do seu funcionamento, que podem ser:

- Diagnóstico: analisam os dados e inferem um diagnóstico com base na análise feita;
- Reparo: desenvolvem e executam planos para administrar os reparos verificados na etapa de diagnóstico;
- Interpretação: inferem descrições de situações a partir da observação de fatos e procuram determinar as relações e seus significados;
- Monitoramento: interpretam as observações de sinais sobre o comportamento monitorado;
- Predição: fazem previsões a partir da modelagem de dados do passado e do presente;
- Planeamento: preparam um conjunto de iniciativas a serem tomadas para se atingir um determinado objetivo;
- Projecto: este tipo de sistema tem características parecidas com as de um sistema de planejamento, sendo capaz de justificar a alternativa tomada para o projecto final e de fazer uso dessa justificativa para alternativas futuras;

- Depuração: possui mecanismos para fornecer soluções relacionadas ao mau funcionamento provocado por distorções de dados;” (Fernandes, 2005 apud Lessa, Silveira e Ribeiro, 2010, p. 70).

### 3 Modelo proposto

O objetivo deste projeto é de desenvolver um sistema especialista Web que auxiliará o médico na detenção de paludismo e febre tifoide, prevendo o acontecimento de cada uma delas com um cálculo de probabilidade.

Para a recolha de dados foram aplicados alguns métodos e técnicas científicas que são:

#### i) Métodos de Procedimentos

- Modelagem: permitiu a criação de modelos para a representação do sistema;
- Método comparativo: permitiu confrontar elementos verificando a semelhança e diferença com sistemas semelhantes existentes.

#### ii) Técnicas de Recolha de Dados

- Pesquisa documental: permitiu a pesquisa em algumas fontes primárias;
- Pesquisa bibliográfica: permitiu a pesquisa em alguns artigos, livros etc., publicados;
- Entrevista permitiu a obtenção de informações relacionadas a procedimentos de triagens e sintomas das patologias associadas ao escopo do projecto.

### 3.1 Iniciação

Nessa fase fez-se uma pesquisa de campo para fazer o levantamento de todos os requisitos e dados para a construção do sistema. A Tabela 1 mostra o modelo da entrevista aplicado a alguns enfermeiros do hospital.

Tabela 1: Modelo de entrevista aplicada

Categoria	ID	Descrição
Objectivo da Entrevista	OE001	Saber como são feitas as triagens.
Entrevistados	E001	Enfermeiros
Perguntas	P001	Como é feita a triagem?
	P002	Quais são os sintomas principais para a contração de Paludismo, Febre Tifoide ou Ambos?
Respostas	R001	Recolha de alguns dados do paciente como: peso, temperatura etc.
	R002	Os sintomas mais frequentes são: febre, dores musculares, tosse etc.

### 3.2 Elaboração

Nessa fase foi feita a modelagem de todo o sistema para a melhor percepção dos requisitos e dados levantados na fase anterior.

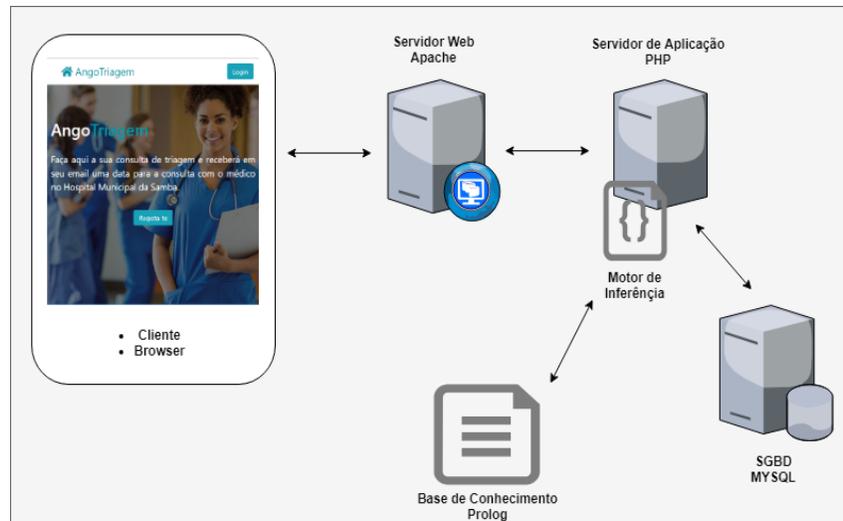


Figura 3: Modelo Aplicacional

A Figura 3 mostra um modelo aplicativo do sistema, na qual o utilizador acede o sistema a partir de um browser, as requisições serão enviadas para um servidor web, este encaminhará para um servidor de aplicação. O motor de inferência está contido no servidor de aplicação na qual faz consultas na base de conhecimento e processa os dados de acordo com o retorno da consulta.

#### 3.2.1 Caso de Uso do Sistema

Os casos de uso de sistema descrevem o funcionamento do sistema a ser modelado. A Figura 4 descreve o funcionamento do protótipo do sistema, especificando os atores e suas atividades.

### 3.3 Construção

Para a construção do protótipo foram feitas várias implementações para a obtenção das 3 fases de um sistema especialista.

#### 3.3.1 Interface

Por ser a parte mais sensível foi construída de uma forma simples e organizada para fácil entendimento do utilizador. Utilizaram-se as seguintes linguagens: HTML, CSS, Javascript. A tela apresenta alguns campos de entrada de dados e uma série de perguntas que o utilizador terá que preencher e responder. As perguntas são feitas apresentando uma animação simples de uma enfermeira com posições diferentes para tentar aproximar o sistema a realidade, como mostra as Figuras 5 e 6.

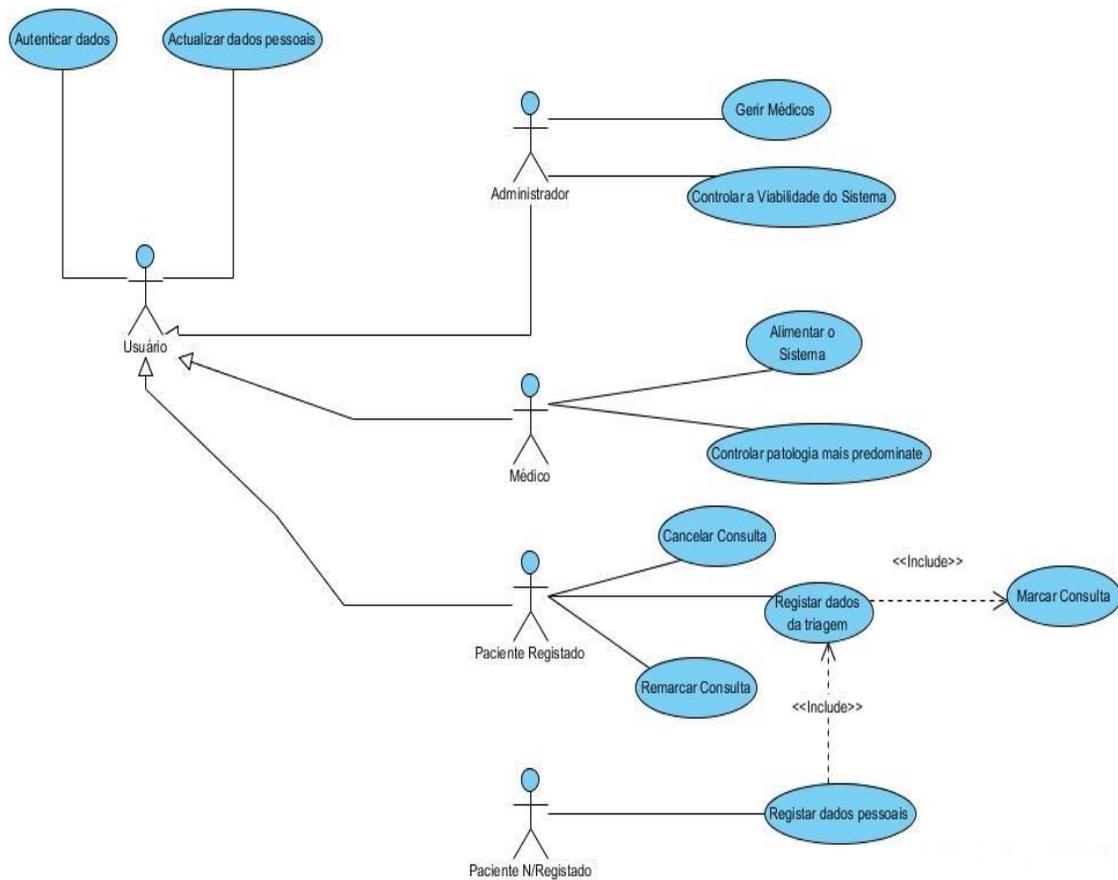


Figura 4: Diagrama de Caso de Uso do Sistema

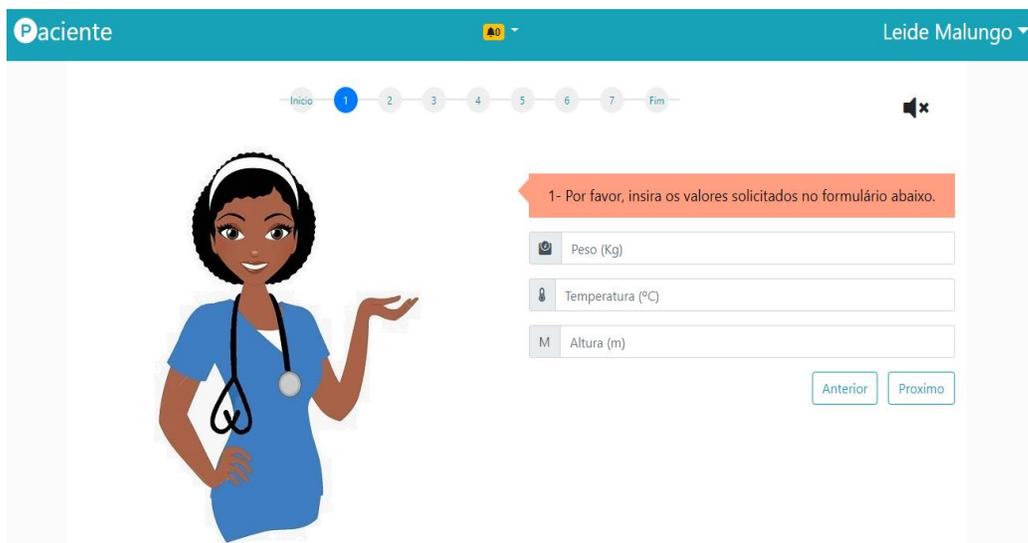


Figura 5: Tela do paciente 1

A Figura 5 mostra a tela de inserção de alguns dados do paciente que são obrigatórios como: peso, temperatura e altura.

Paciente Leide Malungo

Início 1 2 3 4 5 6 7 Fim

2- Por favor, responda as perguntas abaixo.

**Estás com Febre?**

- Provavelmente Não
- Não
- Não Sei
- Provavelmente Sim
- Sim

**Estás com Dor de Cabeça?**

- Provavelmente Não
- Não
- Não Sei
- Provavelmente Sim
- Sim

Anterior Proximo

Figura 6: Tela do Paciente 2

A Figura 6 mostra a tela de perguntas, na qual o utilizador terá que responder para ajudar o sistema na deteção da possível patologia do mesmo.

### 3.3.2 Base de Conhecimento

Foi elaborada utilizando fatos e regras de produção na linguagem Prolog. As regras foram criadas e inseridas manualmente baseando-se nas entrevistas feitas e pesquisas realizadas.

O protótipo desenvolvido possui duas bases de conhecimento que são: Base de Conhecimento para Armazenamento dos Sintomas e a Base de Conhecimento para Sinónimos dos Sintomas.

A Base de Conhecimento para Armazenamento dos Sintomas foi utilizada para armazenar todos os sintomas relacionados com as patologias associadas ao âmbito do trabalho. Abaixo estão representadas em pseudocódigo a formação de fatos e regras utilizadas.

*Fatos:*

Paludismo {Febre, Dor de Cabeça, Náuseas ou Vômitos, Suores ou Calafrios, Fraqueza ou Cansaço}

Febre Tifoide {Febre, Dor de Cabeça, Dor Muscular, Tosse, Dor de Barriga, Inchaço na Barriga, Perca de Peso e de Appetite}

Febre Tifoide e Paludismo {Febre, Dor de Cabeça, Náuseas ou Vômitos, Suores ou Calafrios, Fraqueza ou Cansaço Dor Muscular, Tosse, Dor de Barriga, Inchaço na Barriga, Perca de Peso e de Apetite}

*Regras:*

Se sintoma == "Febre" e sintoma == "Dor de Cabeça" e sintoma == "Náuseas ou Vomito" e sintoma == "Suores ou Calafrios" e sintoma == "Fraqueza ou Cansaço"

Então Patologia == Paludismo.

Se sintoma == "Febre" e sintoma == "Dor de Cabeça" e sintoma == "Dor Muscular" e sintoma == "Tosse" e sintoma == "Dor de Barriga" e sintoma == "Inchaço na Barriga" e sintoma == "Perca de Peso e de Apetite"

Então Patologia == Febre Tifoide.

Se sintoma == "Febre" e sintoma == "Dor de Cabeça" e sintoma == "Náuseas ou Vomito" e sintoma == "Suores ou Calafrios" e sintoma == "Fraqueza ou Cansaço" e sintoma == "Dor Muscular" e sintoma == "Tosse" e sintoma == "Dor de Barriga" e sintoma == "Inchaço na Barriga" e sintoma == "Perca de Peso e de Apetite"

Então Patologia == Febre Tifoide e Paludismo.

Note que, inicialmente o sistema começará apenas com 3 regras. As regras e os fatos aumentarão a medida que o sistema for utilizado (realimentação da base de conhecimento).

A Base de Conhecimento para Sinónimos dos Sintomas foi utilizada para armazenar sinónimos dos sintomas existentes de modo a evitar redundância quando é adicionado um novo sintoma pelo paciente. Abaixo estão representados em pseudocódigo a formação de fatos e regras utilizadas.

*Fatos:*

Febre{ hipertermia, pirexia}

*Regras:*

Se sintoma == "hipertermia" ou sintoma == "pirexia"

Então

Sinonimo == Febre.

Note que, inicialmente o sistema começará apenas com alguns fatos e regras de sinónimos de alguns sintomas. As regras e os fatos dos sinónimos aumentarão a medida que o sistema for utilizado (realimentação da base de conhecimento).

### Realimentação da Base de Conhecimento

A realimentação da base de conhecimento é feita pelo médico especialista, aceitando ou rejeitando novos sintomas inseridos pelo paciente e associando determinados sintomas a determinadas patologias caso a inferência do sistema esteja errada.

Se um novo sintoma for sinónimo de um sintoma existente, o especialista poderá associá-los e assim o sistema fará um *append* na base de conhecimento dos sinónimos com um novo fato.

A Figura 7 mostra uma árvore de decisão binária que representa o momento em que ocorre a realimentação do sistema.

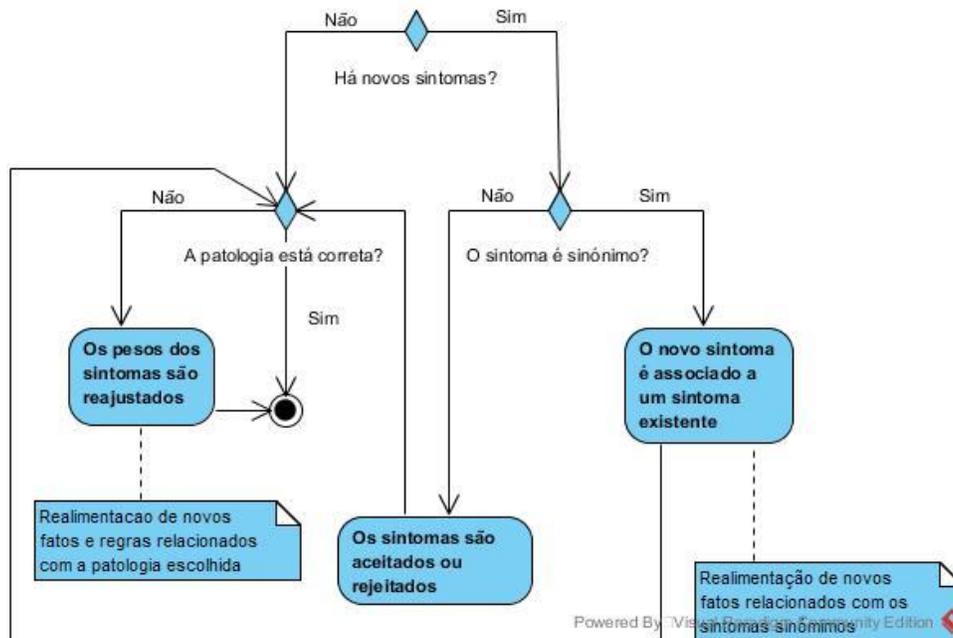


Figura 7: Árvore de decisão binária.

Abaixo estão representados os métodos usados para adicionar uma nova regra ou sintoma na base de conhecimento.

```
File_put_contents("NomedoFicheiro.pl", "\n $NovaRegra", FILE_APPEND).
File_put_contents("NomedoFicheiro.pl", "\n $NovoSintoma", FILE_APPEND).
File_put_contents("NomedoFicheiro.pl", "\n $NovoSinonimo", FILE_APPEND).
```

Note que, só será adicionado um sintoma, regra ou sinónimo caso não exista na base de conhecimento.

### 3.3.3 Motor de Inferência

Para a construção do motor de inferência utilizou-se o *forward chaining* progressivo para a forma de raciocínio e para o tratamento de incertezas utilizou-se a intervalos baseados em percentagens. A cada pergunta feita pelo sistema, existem 5 possíveis respostas que correspondem a uma percentagem, modelo semelhante ao utilizado em Lógica Fuzzy.

A Figura 8 apresenta as possibilidades de respostas com as suas respetivas percentagens.

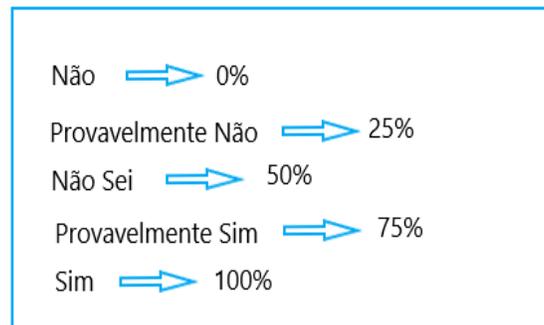


Figura 8: Valores em percentagens para cada resposta

Note que, o sintoma só é considerado se o utilizador não selecionar a opção não. Depois de identificar os sintomas, a máquina de inferência usa argumentos de linha de comando para fazer o SWI-Prolog carregar e executar consultas na base de conhecimento: *Saida = 'swipl -s nomeBC.pl -g "paludismo(Sintomas\_Entrada)" -t half.'*;

O código acima informa ao SWI-Prolog para carregar o ficheiro nomeBC.pl usando o -s, passa os argumentos de entrada utilizando o -g e encerra o ficheiro com o -t half. A variável Saída armazenará o retorno (patologia) da consulta feita na base de conhecimento.

Cada sintoma apresentado no sistema tem um valor definido pelo especialista que representa um peso na patologia associada a este sintoma.

Note que, o somatório dos pesos de todos os sintomas associados a uma patologia tem que ser igual a 100%.

O cálculo da percentagem total de certeza de uma patologia é feito utilizando a fórmula:

$$PF = \sum_{i=1}^n \frac{PR * PS}{100} \quad (1)$$

Onde:

PF é a percentagem final;

PR é a percentagem das respostas do utilizador;

PS é o peso de cada sintoma considerado pelo utilizador;

n é o número de sintomas considerados pelo utilizador.

De seguida encontra-se a representação do cálculo da percentagem final feita pelo motor de inferência do sistema supondo que a patologia retornada da base de conhecimento seja paludismo.

- Sintomas do Paciente

Febre (75%), Dor de Cabeça (75%), Náuseas ou Vômitos (100%), Suores ou Calafrios (100%) e Fraqueza ou Cansaço (25%).

- Peso de cada Sintoma

Febre (25%), Dor de Cabeça (25%), Náuseas ou Vômitos (15%), Suores ou Calafrios (15%) e Fraqueza ou Cansaço (20%).

Cálculo da Percentagem final

$$PF = \frac{(75 * 25) + (75 * 25) + (100 * 15) * (100 * 15) + (25 * 20)}{100}$$

$$PF = 72,5$$

Tabela 2: Simulação do Cálculo da Percentagem Final

<b>Patologias</b>	<b>Sintomas</b>	<b>PR</b>	<b>PS</b>	<b>PF</b>
Paludismo	Febre	100%	25%	60% de Paludismo
	Dor de Cabeça	75%	25%	
	Náuseas ou Vômitos	50%	15%	
	Suores ou Calafrios	25%	15%	
	Fraqueza ou Cansaço	25%	20%	
Febre Tifoide	Febre	50%	20%	61,25% de Febre Tifoide
	Dor de Cabeça	25%	20%	
	Dor Muscular	75%	5%	
	Tosse	75%	5%	
	Dor de Barriga	100%	20%	
	Inchaço na Barriga	75%	15%	
	Perca de Peso e de Apetite	50%	15%	
Febre Tifoide	Febre	50%	20%	51,25% de Febre Tifoide
	Dor de Cabeça	25%	20%	
	Dor Muscular	25%	5%	
	Tosse	25%	5%	
	Dor de Barriga	75%	20%	
	Inchaço na Barriga	50%	15%	
	Perca de Peso e de Apetite	75%	15%	

Para o cálculo da frequência de cada patologia utilizou-se a seguinte fórmula:

$$F(A) = \frac{N(A)}{T} \quad (2)$$

Onde:

N(A) é o número de vezes que A aconteceu;

T é o número total de acontecimentos;

F(A) é a frequência de A acontecer.

Uma das dificuldades de aplicação do método é conhecer o limite inferior da percentagem final PF a partir da qual o valor deixa de corresponder à indicação de doença. Isto é, 60% de Paludismo indicará a existência da doença? Este limiar ('threshold') poderá estabelecer-se nos 90%, e vir a ser reduzido.

#### 4 Discussão

Fazendo uma análise comparativa entre o protótipo de sistema especialista desenvolvido (AngoTriage) e os outros sistemas especialistas criados (Mycin, Caduceus e Internist-I), o protótipo desenvolvido possui inúmeras vantagens em termos de construção e funcionamento. A Tabela 3 mostra uma comparação entre os sistemas.

Tabela 3: Comparação entre o protótipo desenvolvido e outros sistemas especialistas

<b>Características</b>	<b>MYCIN</b>	<b>INTERNIST-I</b>	<b>CADUCEUS</b>	<b>Sistema Proposto (AngoTriage)</b>
Área de Aplicação	Medicina	Medicina	Medicina	Medicina
Linguagem de programação para IA	Lisp	-----	Lisp	Prolog
Foco do Sistema	Identificar as bactérias causadoras de infecções graves.	Diagnosticar possíveis doenças relacionadas a medicina interna.	Diagnosticar possíveis doenças relacionadas a medicina interna.	Diagnosticar possíveis patologias como paludismo e febre tifoide
Aquisição de Conhecimento	-----	Nenhuma	Raciocínio abduativo	Método semidireto
Tipo de Aplicação	Desktop	Desktop	Desktop	Web

AngoTriagem engloba dois módulos totalmente diferentes: o módulo de gestão e o módulo especialista. No módulo de gestão é permitido fazer toda gestão dos utilizadores (Administrador, Médicos e Pacientes) como: registar, atualizar, eliminar e pesquisar.

No módulo especialista que realmente é o foco do sistema efetua uma triagem no paciente, fornece ao médico uma patologia analisada pela sua base de conhecimento, acompanhada com um grau de certeza (calculado pelo seu motor de inferência) para posteriormente ser analisada pelo médico.

Para o estudo de viabilidade foram criados modelos de questionário. A Tabela 4 apresenta o modelo de questionário para os médicos.

Tabela 4: Questionário aplicado aos médicos

Perguntas	Respostas	
O sistema é fácil de usar?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
O sistema apresenta todos os dados necessários da triagem?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
A patologia inferida pelo sistema é maioritariamente correta?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
O sistema substitui um enfermeiro?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
O sistema é uma ajuda na deteção de patologias?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
Se for implementado, utilizarias o sistema?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não

## 6 Conclusões

Através de pesquisas feitas foi possível fazer o levantamento bibliográfico acerca da gestão hospitalar, paludismo, febre tifoide e sistemas especialistas.

Os objetivos estabelecidos inicialmente foram cumpridos, pois o protótipo desenvolvido “AngoTriagem” auxilia o médico na deteção de possíveis patologias como paludismo e febre tifoide calculando um nível de certeza em percentagem e fornece uma previsão gráfica com cálculo da frequência para cada patologia.

De acordo com os resultados do inquérito aplicado aos utilizadores conclui-se que o protótipo desenvolvido é muito simples de usar, mas ainda apresenta algumas limitações. A definição do limiar de aceitação da doença é um dos aspectos a melhorar.

## Agradecimentos

Primeiramente agradecemos a Deus pelo apoio, força, sabedoria e saúde, em seguida aos nossos encarregados, colegas e amigos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desse projecto.

## Referências

- [1] Diehl, V. A. (2000). Protótipo para Gerenciamento de Programa da Qualidade (5S) Utilizando Sistemas Especialistas. Blumenau, pp 21-23. Disponível em: <http://campeche.inf.furb.br/tccs/2000-II/2000-2veraalicediehlvf.pdf>, acessado em setembro de 2018.
- [2] Lessa, Gabriela; Silveira, Sidnei; Ribeiro, Vinicius (2010). Sistema Especialista Para Auxílio no Diagnóstico Diferencial de Doenças em Animais de Pequeno Porte. Porto Alegre, pp 69-70. Disponível em: <https://www.academia.edu/9677634> , acessado em outubro de 2019.
- [3] Lourenço, P. M. (2003). Sistema Especialista para Auxílio no Diagnóstico de Diabetes Mellitus. Barbacena, pp 13-16. Disponível em: <http://ftp.unipac.br/site/bb/tcc/tcc-1f27698262e0264e86303947a63d518c.pdf>, acessado em setembro de 2018.
- [4] Paiva, G. V. (2015). Aplicação de um sistema Especialista para diagnóstico em tempo real das condições limite de operação em usinas nucleares. Rio de Janeiro, pp 6. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013535.pdf>, acessado em setembro de 2018.



**Solander P. L. Agostinho**, Mestrado em Engenharia Elétrica na área de sistemas dinâmicos pela USP, trabalha como docente universitário no ISPTEC e UCAN desde 2016, e como consultor de soluções tecnológicas desde 2010. Trabalhou no ramo de desenvolvimento de software em indústria de equipamentos eletrônicos e como Analista de dados no sector bancário. Nos últimos anos esteve envolvido em projetos no campo de Inteligência Artificial na área de sistemas especialistas, softbots e mais recentemente em conceitos de I.A aplicado a sistemas distribuídos e paralelos.



**Leide P. D. Malungo**, Técnica Média em Engenharia Informática em 2014 pelo Instituto Médio Industrial de Luanda (IMIL-MAKARENKO). Licenciada em Engenharia Informática em 2019 pelo Instituto Superior Politécnico de Tecnologia e Ciências (ISPTEC). Estagiou durante 6 meses na Empresa Angola Cables na Área de Rede IP. Tem como áreas de interesse: Redes de Computadores e Inteligência Artificial (Sistemas Especialistas).

(esta página par está propositadamente em branco)