

SISTEMA ESPECIALISTA PARA TELEDIAGNÓSTICO DE MALÁRIA NO AMBIENTE DE WEB SERVICES

Antonio Luis do RÊGO LUNA Filho (1); Sofiane LABIDI (2); Zair ABDELOUHAB (3)

(1) CEFET-MA Centro Federal de Educação Tecnológica, antonioluna@cefet-ma.br

(2) UFMA Universidade Federal do Maranhão, labidi@uol.com.br

(3) UFMA Universidade Federal do Maranhão, zair@dee.ufma.br

Resumo

Este artigo aborda a telemedicina através da área de estudo sobre o telediagnóstico. A solução proposta será o desenvolvimento de um sistema especialista para compartilhar bases de regras no ambiente da internet, usando a tecnologia de Web Services. As bases de conhecimento do sistema especialista serão construídas a partir de fatos acerca de uma enfermidade: a malária¹. As tecnologias usadas no projeto como todo é: o JESS – Java Expert System Shell [15], a linguagem Java, o gerador de ontologias Protégé [18]. O interesse maior deste projeto é que sirva a comunidades localizadas em regiões inóspitas, dando suporte a decisão médica de maneira acurada.

Palavras-chave

Telediagnóstico, JESS, Web Services, Sistemas Especialistas.

Abstract

This paper approaches the telemedicine through an area of study about telediagnosis. The solution proposed here will be the development of an expert system which has the objective of sharing rule base in an internet environment, using the web services technology. The knowledge basis of expert system will be built on malaria diseases. Some technologies such as: the JESS - Java Expert System Shell, the Java language and also Protégé tool to ontologies generations. The major interest of this project is to attend communities located far from cities giving them accurate medical support.

Key-words

Telediagnosis, JESS, Web Services, Expert Systems.

1. Introdução

A telemedicina é uma prática tecnológica cada vez mais freqüente nas comunidades médicas de todo o país. Serviços os mais variados, acerca deste assunto encontram-se disponíveis. Isto leva a acreditar em uma solução que possa inferir sobre os problemas reportados pelos pacientes apoiando a decisão médica – sistemas especialistas.

O telediagnóstico neste projeto, leva em conta algumas tecnologias baseadas nos princípios de inteligência artificial [19]. Sistemas especialistas propõem que a partir de um domínio de conhecimento o *experto*² (o médico, o agente de saúde, etc.) reportem toda a sua experiência que servirá de base para construção de máquinas de inferência que permitirão o compartilhamento do conhecimento acerca do referido domínio [16]. Duas tecnologias disponíveis hoje viabilizam o processo de construção de um sistema especialista seguramente: o JESS – Java Expert System Shell [15], um pacote específico para elaboração de bases de conhecimento desenvolvido pela NASA e o ambiente de Web Services [14].

¹ Doença infecciosa de evolução crônica com manifestações episódicas de caráter agudo e período de latência que pode simular a cura.

² Especialista em um determinado domínio de conhecimento, o mesmo que expertise.

Este artigo comenta em linhas gerais as tecnologias usadas no projeto, assim como aborda os detalhes dos passos a serem percorridos em cada fase deste. Faz também uma breve comparação entre outros projetos que tem escopo muito próximo do que será desenvolvido nesta implementação.

2. As Tecnologias Principais - Web Service & JESS

Nesta seção veremos sucintamente as características das três principais tecnologias que comporão o centro da concepção do sistema.

2.1 Web Services

O Web Services, é uma solução relativamente nova do ponto de vista da neutralidade dos padrões de plataforma [14], e através de tecnologias como o protocolo HTTP, o SOAP e a linguagem XML permitem a oclusão de detalhes inteiramente de responsabilidade do cliente.

Na verdade durante o processo de passagem de mensagem RPC (Remote Procedure Call), o cliente apenas deve ter em mente o URL do serviço e os tipos de dados para a chamada do método, desconsiderando se o referido serviço foi construído em Java ou em outra linguagem ou se a plataforma do mesmo é windows ou linux.

2.2 JESS

Um Shell para construção de regras baseado na linguagem Java da Sun Microsystems, desenvolvida por Ernest Friedman-Hill nos laboratórios da Sandia National Laboratories em Livermore na California (www.sandia.gov).

O JESS é uma ferramenta totalmente flexível, extensível e de fácil agregação de aplicações feitas em Java. Na versão 6, totalmente compatível com o JDK a partir da 1.2 [7]. Particularmente a versão 6 do JESS se adapta melhor ao JDK 1.4. E a grande promessa é que em suas versão 7 o XML será nativo. Uma outra grande vantagem da aplicação do JESS neste projeto é que dentre as ferramentas que ele pode ser agregado esta o editor de ontologias Protege [13], para que se possa criar os diagramas semânticos.

3. Sistema Especialista para Telediagnóstico usando a Tecnologia de Web Services

O foco do telediagnóstico é agilizar o processo conclusivo acerca de uma enfermidade [1], [2]. Viabilizar este processo através de tecnologias de ponta é o maior objetivo tanto para o especialista (médico, agente de saúde, etc.), como para quem recebe o atendimento (paciente). Vale a pena notar que existem inúmeros ambientes chamados colaborativos [8] aplicados a este assunto, porém, desconhecidos os que viabilizem dois elementos: (a) o uso de um ambiente de compartilhamento aberto como a internet através da tecnologia de Web Services e (b) a interação de especialistas humanos com máquinas de inferência para o apoio a decisão, via um sistema especialista. Sobretudo tudo isto validado por quem se encontra dentro do ciclo de decisão.

3.1 Trabalhos Associados

Em face dos diversos sistemas especialistas que tem como escopo o apoio à decisão médica no processo de diagnóstico, define-se abaixo um quadro comparativo, que leva em consideração o critério do uso da tecnologia de serviços web e a interação dos atores de tais serviços no processo:

SE / Características	HEALTNET	LEPIDUS	SEDIL [15]	SET- WS
1. O SE foi desenvolvido para o ambiente da internet ?	SIM	SIM	NÃO	SIM
2. O SE permite que suas bases de regras sejam disponibilizadas no ambiente de serviços web ?	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
3. O SE contempla aprendizagem pelas bases de regras a partir de algoritmos neurais ?	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
4. O SE tem suporte a linguagem Java ?	SIM	NÃO	NÃO	SIM
5. É um sistema baseado em regras	NÃO	NÃO	SIM	SIM

O HEALTNET [2], o LEPIDUS [21] e o SEDIL [17], são os três sistemas especialistas que tem servido de parâmetro inicial para uma comparação com o que se propõe o SET-WS – o sistema em questão.

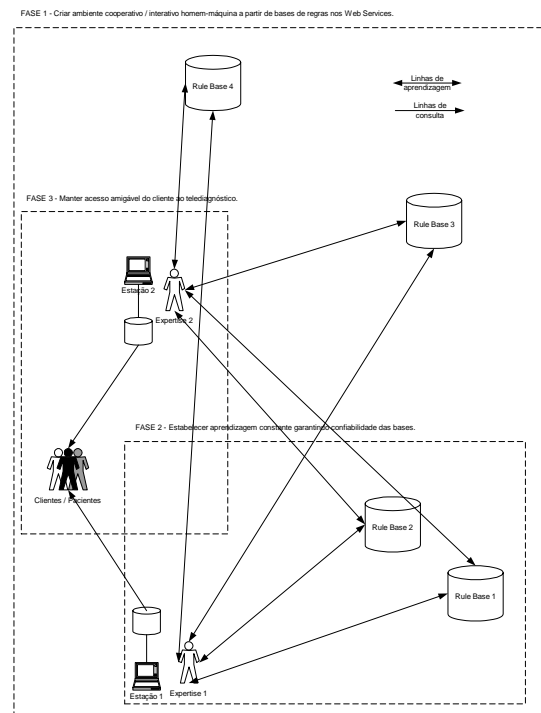
Os motivos que levaram a escolhê-los foram: aplicabilidade ao telediagnóstico; possibilidade de comparar as vantagens e as desvantagens baseadas nas características peculiares de cada um; facilidade em usar bases de regras no ambiente de Web Services.

As primeiras observações são as seguintes:

- a. SE³ para telediagnóstico que possui consulta a serviços publicados no ambiente da internet (Web Services) viabiliza uma resposta de cura muito maior ao paciente, visto que, o potencial de conhecimento veiculado na rede por parte do especialista é maior.
- b. A linguagem Java tem sido uma tendência neste ambiente, ainda que não em detrimento a outras tecnologias. A capacidade de suporte do Java é consideravelmente mais abrangente.
- c. O mecanismo de aprendizagem via algoritmos neurais, a ser implementado na fase 2 do projeto, garantirá a atualização constante dos conhecimentos a serem absorvidos pela fase 1 do projeto.
- d. A utilização de um motor de inferência sobre as bases de regras compartilhadas na web garante ao especialista um espectro de conhecimento que os sistemas locais não oferecem.

3.2 Modelo Conceitual

A seguir o diagrama (fig-1) que exibe todas as fases do projeto que implementará o SET-WS – Sistema Especialista para Telediagnóstico no ambiente de Web Services. Este diagrama está dividido em 3 fases que delineiam todo o trabalho acerca do sistema especialista a ser produzido como artefato final de software. Veja adiante o detalhamento de cada fase.



³ SE Sistema Especialista

O projeto em síntese funcionará da seguinte maneira: várias bases de conhecimento usando JESS serão elaboradas a partir de fatos reportados por especialistas. Aplicações elaboradas em JAVA (Java Script / JSP / Servlet) [5, 6] por sua vez farão a comunicação entre os usuários por meio de páginas utilizando scripts XML para passagem de mensagens aos servidores onde tais aplicações encontram-se hospedadas. Finalmente o ambiente de Web Services viabilizará a busca através de um protocolo semelhante a “páginas amarelas” pela rede (internet) nas bases de regras que comporão o resultado para que este possa ser disponibilizado.

3.3 Fase 1 – Criar ambiente cooperativo/interativo homem-máquina a partir de bases de regras nos Web Services

O ambiente cooperativo / interativo é a fase mais geral do projeto. Nela serão levantados os especialistas que irão construir as bases de conhecimento acerca de um domínio. Tal conhecimento será analisado e validado pelo especialista para que possa ser transformado em regras. Após construídas as bases de conhecimento o próximo passo é submete-las (publica-las) na forma de serviço nos Web Services.

Etapas da Fase 1:

- Identificar os expertises; Analisar a solução com os expertises; Definir o escopo das bases de regras com os “expertises” (especialistas em determinada área de domínio de conhecimento); Modelar / Validar uma base protótipo; Implementação da Fase 1.

3.4 Fase 2 – Estabelecer aprendizagem constante garantindo confiabilidade das bases

Criado o ambiente na Fase 1, visto que, o objetivo maior é o compartilhamento de conhecimento via serviços Web. Se faz necessário o desenvolvimento de mecanismos de atualização das bases de regras, para que o especialista tenha a maior segurança possível no seu diagnóstico final.

Etapas da Fase 2:

- Definir regras de cooperação entre os expertises; Modelar a integração entre as regras de cooperação e as bases inteligentes; Implementação da fase 2.

3.5 Fase 3 – Manter acesso amigável do cliente ao telediagnóstico

Esta fase é sem sombra de dúvida a mais delicada e que merece os maiores esforços, visto que, o sistema especialista pretende atender a maior diversidade possível de usuários, com os mais variados níveis culturais. Para isto se faz necessário a definição de procedimentos bem elaborados a partir de cada usuário em potencial a ser atendido pelo sistema especialista.

Etapas da Fase 3:

- Definir perfis dos usuários; Modelar as interfaces de consulta e de captação de sintomas de acordo com o perfil de cada paciente; Implementação da Fase 3.

4. Modelo de conhecimento e implementação.

De acordo com o exposto acima na seção 3 a identificação e delimitação do domínio será o nosso passo inicial – Implementação da Fase 1 do projeto.

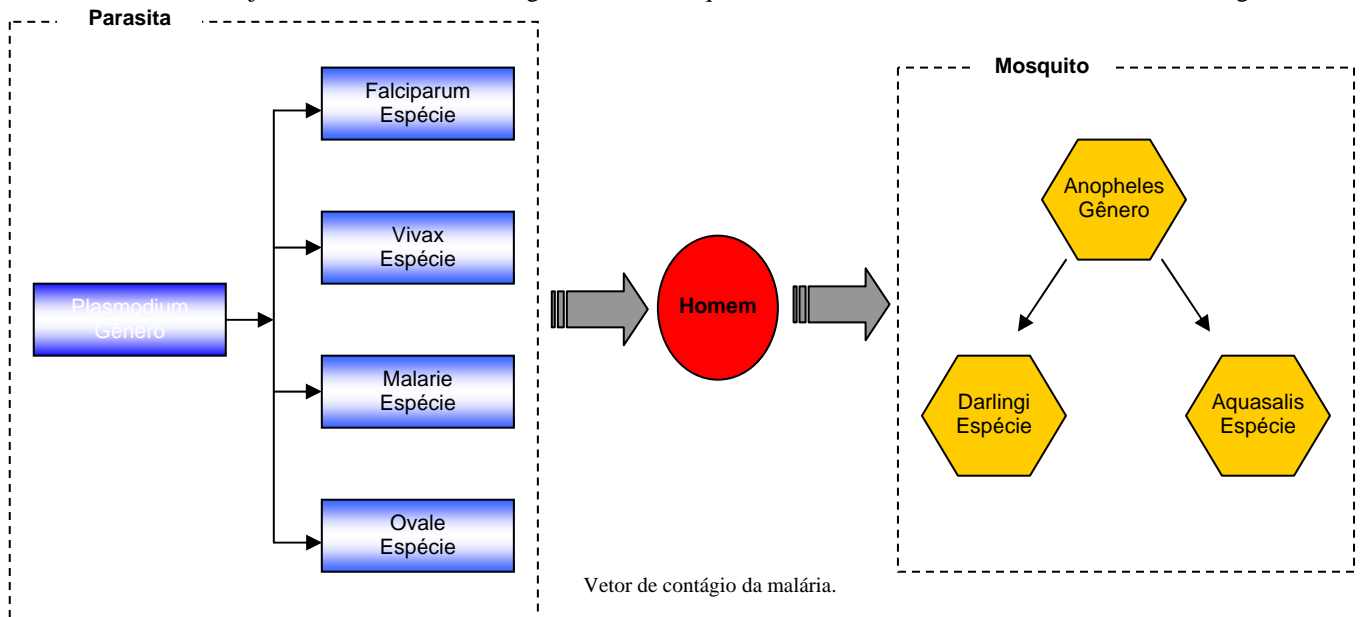
A malária é considerada pela OMS Organização Mundial da Saúde a doença tropical mais antiga e que possui o maior número de áreas endêmicas no planeta. Esta assertiva acerca deste assunto faz com que pare sobre esta patologia uma série de questionamentos como “porque não existe até hoje uma vacina?” ou “de que maneira efetiva se pode erradicar as áreas endêmicas da doença?”

Este comentário é para que se perceba o quão extenso é o universo do domínio da doença.

Como a contribuição é prover áreas inóspitas com uma solução inteligente, os nossos *expertises* são deliberadamente **os médicos** especialistas na cura da malária e **os agentes de saúde** que acompanham *in locum* a evolução desta doença.

Vejam agora o conhecimento. A malária é transmitida através de um processo de vetorização de contágio. Existem 3 entidades indispensáveis para que esta doença prolifere: (1) o mosquito do gênero *Anopheles* (fêmea); (2) o homem e (3) um *Plasmodium* que pode ser da espécie *Vivax*, *Falciparum*, *Ovale*, ou *Malariae*.

Veja o diagrama que demonstra o contágio:



O homem contaminando pelo parasita (*plasmodium*) é picado pelo mosquito *Anopheles* fêmea, visto que, apenas a fêmea pica para sugar o sangue humano e completar a sua ovoposição⁴. Uma vez o mosquito tendo passado por um outro processo – o de maturação deste parasita no seu sistema digestivo, volta a transmitir a um outro homem sadio, contaminando-o desta forma. Esta vetorização permite a construção de uma ontologia que se chega aos sintomas da doença, como se vê na árvore abaixo elaborada com o software Protege:

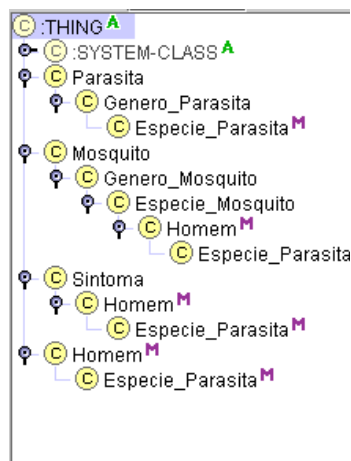


Diagrama de classes para o domínio de contágio da malária

A primeira etapa é concluída com a modelagem do domínio através de ontologias. A seguir a implementação de uma aplicação que garanta a atualização das bases de conhecimento (fatos & regras) para que o KBS possa manter a confiabilidade constante. Estas são as metas que compõem a Fase 2 do projeto.

O Sistema Especialista para Telediagnóstico no Web Services, funcionará a partir de vários servidores geograficamente distribuídos, que conterão mecanismos de inferência acerca do domínio abordado – malária (diagnóstico). Para que se tenha um processo efetivo de colaboração é necessário que além do compartilhamento das regras se mantenha uma base de fatos atualizada (pelos usuários médicos e agentes) como é demonstrado no diagrama abaixo:

⁴ Processo de reprodução do mosquito *Anopheles*

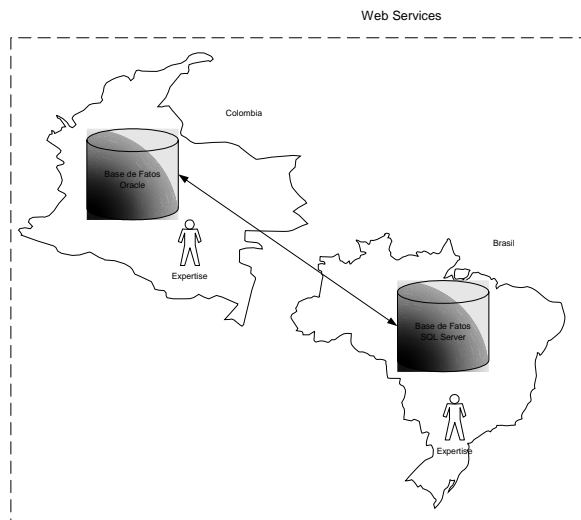


Diagrama da aplicação de atualização das bases de fatos

Finalmente – Fase 3 - o sistema que irá de maneira inteligente, a partir de uma aplicação desktop ou um dispositivo móvel, acessar um serviço web, publicado em um servidor remoto.

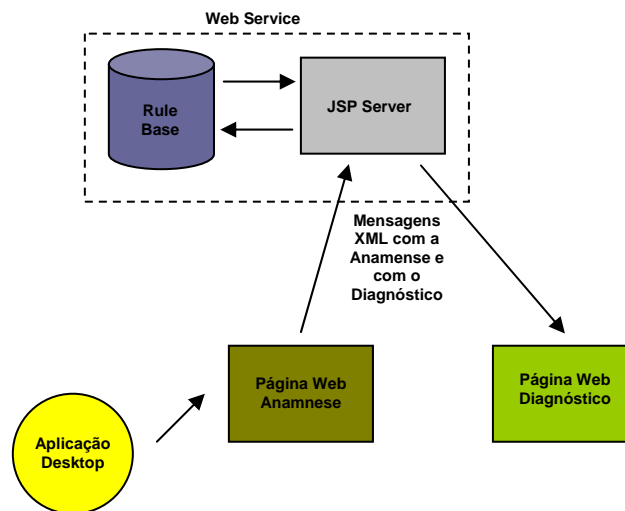


Diagrama do Sistema

O sistema especialista para telediagnóstico deverá, visto que, a maioria dos postos de atendimento da malária geridos pela FUNASA Fundação Nacional de Saúde já possui sistemas que controlam de alguma forma a doença, ser agregado a tal sistema (desktop ou móvel) de forma que esta agregação seja transparente para quem opera (o médico, o agente de saúde ou outro funcionário). Veja abaixo o protótipo da interface entre este dois sistemas – desktop e telediagnóstico no Web Services.

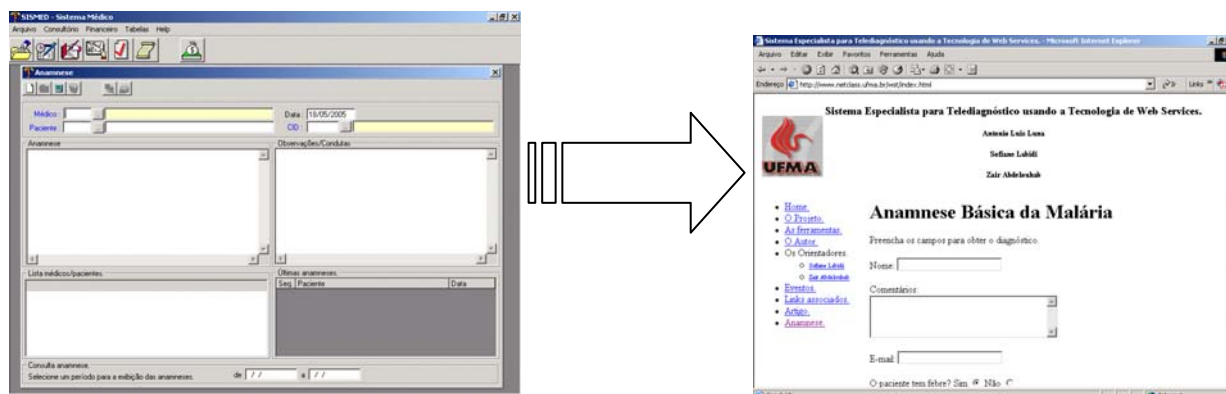


Diagrama do SET-WS

4. Conclusão

O sistema, aqui proposto, traz uma solução de diagnóstico que possa inferir colaborativamente, via sistemas especialistas em um ambiente de serviços Web. O sistema tem as seguintes características : (1) proposta de um ambiente interativo homem-máquina a partir de bases de conhecimentos, (2) envolvimento das mais avançadas tecnologias para alcance de maior desempenho e confiabilidade, e (3) manutenção de um acesso amigável do cliente ao processo de telediagnóstico.

Os Web Services tem tido uma aceitabilidade relevante por diversos profissionais voltados para o compartilhamento de ambientes, até pela sua neutralidade. A maior contribuição do Sistema Especialista para Telediagnóstico usando a Tecnologia de Web Services, é manter o foco na acuidade dos resultados provenientes das bases de conhecimentos. Vale também ressaltar que, o custo deste projeto comprovadamente, se comparado a soluções proprietárias, é baixo, visto que, as tecnologias aqui usadas, apesar de serem de domínio público são totalmente seguras e confiáveis.

Como trabalhos futuro podemos citar a necessidade do estabelecimento de um processo de aprendizagem garantindo maior confiabilidade de tais bases de conhecimento.

5. Referências

- [1] AKAY, Metin, MARSH, Andy, **Information Technologies in Medicine, Vol I, II: Medical Simulation and Education**, John Wiley & Sons, Inc., 2001
- [2] BARBOSA, Ana Karina, NOVAES, Magdala, *et al*, **HealthNet: um Sistema Integrado de Telediagnóstico e Segunda Opinião Médica**, Centro de Informática – UFPE, Grupo de Tecnologias da Informação em Saúde (TIS)/LIKA – UFPE
- [3] DEL POZO, F., GÓMEZ, E.J., **Telemedicina: una visión del pasado y del futuro**, 2001
- [4] DEL POZO, F., **La Era de la Telemedicina.**, 1995
- [5] DEITEL, H.M., DEITEL, P.J., NIETO, T.R., **Internet e World Wide Web Como Programar**, Ed. Bookman, 2.ed. – 2003
- [6] DEITEL, H.M., DEITEL, P.J., **Java Como Programar**, Ed. Bookman, 3.ed. – 2001
- [7] FRIEDMAN-HILL, Ernest, **JESS in Action**, Ed. Manning – 2003
- [8] FARIAS, Salete Silva, **Uma Ferramenta Colaborativa de Auxílio ao Diagnóstico Cardiológico para Ambientes Distribuídos**, Dissertação apresentada a UFMA Universidade Federal do Maranhão – 2003
- [10] GÓMEZ, E.J., CÁCERES, C., *et al*, **A Web-based Self-Monitoring System for people living with HIV/AIDS**, Comp., Meth. and Prog. in Biomedicine, Ed.: Elsevier Science Ireland Ltd. 69. Pp. 75-86, 2002
- [11] GÓMEZ, Ernesto Suaste, **Instrumentos Biomédicos para el Siglo XXI Telemedicina: Aplicada al Sistema Visual**, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 1999
- [12] HAYKIN, Simon, **Redes Neurais**, Ed. Bookman, 2.ed. – 1999
- [13] HENRIK, Eriksson, **JessTab: Integrating Protégé and Jess**, Dept. of Computer and Information Science, Linköping University, 2004
- [14] HENDRICKS, Mack *et al*, **Java Web Services Professional**, Ed. Alta Books – 2002
- [15] <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/> (Site oficial em que se encontra o JESS Java Expert system Shell)

Acesso em 11/02/2004

- [16] IGNIZIO, James P., **Introduction to Expert System Shell**, Ed. McGraw-Hill – 1991
- [17] MENDES, Carlos Otávio S., **Sistema Especialista de Diagnóstico de Doenças Parasitárias Regionais**, Dissertação – 1999
- [18] <http://protege.stanford.edu/> (Site oficial em que se encontra o Protege)
Acesso em 11/02/2004
- [19] RUSELL, Stuart, NORVIG, Peter, **Inteligência Artificial**, Ed. Campus – 2003
- [20] <http://www.sandia.gov/> (Site do organismo americano responsável pelas pesquisas do JESS Java Expert System Shell)
Acesso em 11/02/2004
- [21] SILVA, Roberto, ROQUE , Antônio C, **Lepidus on line : Sistema de Apoio à Decisão Médica na Internet**, Curso de Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes, SP, Brasil, Departamento de Física e Matemática, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil
- [22] TOMAZ, Ricardo Ferraz, **Uma Arquitetura Baseada em Web Services Semânticos para Agrupamento dos Agentes Negociantes no Ambiente ICS de Comércio Eletrônico**, Dissertação – 2003