

JOÃO ANDREI CETENARESKI

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DO POTENCIAL DE RISCO DE
INFECÇÃO HOSPITALAR EM UTI-NEONATAL BASEADO EM
AGENTES DE *SOFTWARE***

CURITIBA

2005

JOÃO ANDREI CETENARESKI

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DO POTENCIAL DE RISCO DE
INFECÇÃO HOSPITALAR EM UTI-NEONATAL BASEADO EM
AGENTES DE *SOFTWARE***

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia em Saúde.

Área de Concentração: Informática em Saúde.

Orientador: **Prof. Dr. Edson Emílio Scalabrin.**

Co-orientador: **Prof. Dr. Bráulio Coelho Ávila.**

CURITIBA

2005

C423s Cetenareski, João Andrei
2005 Sistema de monitoramento do potencial de risco de
infecção hospitalar em uti-neonatal baseado em agentes de
software / João Andrei Cetenareski ; orientador, Edson Emílio
Scalabrin ; co-orientador, Bráulio Coelho Ávila. – 2005
13f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do
Paraná, 2005.

Inclui bibliografia

1. Informática médica. 2. Medicina – Processamento de dados.
3. Infecção hospitalar. 4. Monitorização fisiológica. I. Scalabrin,
Edson Emílio. II. Ávila, Bráulio Coelho. III. Pontifícia Universidade
Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia
em Saúde. IV. Título.

CDD – 20. ed. 610.285
617.22



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado
 DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EM SAÚDE
 DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 004

Aos 17 dias do mês de março de 2005 realizou-se a sessão pública de defesa da dissertação “**Sistema de Monitoramento do Potencial de Risco de Infecção Hospitalar em UTI - Neonatal Baseado em Agente de Software**”, apresentada por **João Andrei Cetenaeski**, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Tecnologia em Saúde**, perante uma Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Edson E Scalabrin
 PUCPR (Presidente)

assinatura

parecer (aprov/ reprov.)

Prof. Dr. João da Silva Dias
 PUCPR

assinatura

parecer (aprov/ reprov.)

Prof.ª. Dr.ª. Mariza M Klück
 UFRGS

assinatura

parecer (aprov/ reprov.)

Prof. Dr. Marcos A H Shmeil
 PUCPR (suplente)

assinatura

assinatura

parecer (aprov/ reprov.)

parecer (aprov/ reprov.)

Conforme as normas regimentais do PPGTS e da PUCPR, o trabalho apresentado foi considerado aprovado (aprovado/reprovado), segundo avaliação da maioria dos membros desta Banca Examinadora. Este resultado está condicionado ao cumprimento integral das solicitações da Banca Examinadora registradas no Livro de Defesas do programa.

Prof. Dr. João da Silva Dias
 Diretor do PPGTS PUCPR

Aos meus Pais,
A minha querida esposa.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais João e Leonil, ao meu irmão e a minha querida e amada esposa Sandra, pelo apoio e incentivo em todos os sentidos e sempre estiveram ao meu lado oferecendo todas as condições possíveis para eu atingir meus objetivos. Agradeço também a Maria das Dores Camargo por acreditar em meu potencial e proporcionar o ambiente de estudo qualificado.

Agradeço ainda:

Aos meus amigos pela amizade, apoio e confiança em mim depositado.

Aos colegas de profissão, que compartilharam comigo estes anos de estudos e trabalho, fortalecendo meus conhecimentos e engrandecendo fortes amizades;

Aos meus professores: Prof. Dr. Bráulio Coelho Ávila; Prof. Dr. Edson Scalabrin; Prof. Dr. João da Silva Dias; e ao Prof. Dr. Fabrício Enembreck, pela competência, experiência e confiança em meu trabalho, além dos demais professores que contribuíram em minha formação pessoal, profissional e acadêmica, durante todo o período de estudos realizados;

A todos os colegas que compartilharam laboratórios e horas de pesquisas, pelo conhecimento adquirido tanto no lado acadêmico quanto no lado pessoal;

A todas as pessoas que me ajudaram direta e indiretamente para a realização deste trabalho;

A PUCPR por financiar minhas pesquisas;

E por fim, a Deus.

“A imaginação é, de longe, muito mais importante do que o conhecimento”.
Albert Einstein (1879 - 1955)

Sumário

AGRADECIMENTOS	VII
SUMÁRIO	XI
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE TABELAS	XVII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIX
RESUMO	XXI
ABSTRACT	XXIII

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS DA PROPOSTA E ESCOPO.....	3
1.1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.2 CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS	4
1.3 ORGANIZAÇÃO	4

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 INFECÇÃO HOSPITALAR	7
2.2 COMISSÃO DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR.....	9
2.3 ATRIBUIÇÕES DA CCIH	10
2.4 BENEFÍCIOS DA CCIH.....	13
2.5 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	14
2.5.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA	15
2.5.2 SOLUÇÃO DISTRIBUÍDA DE PROBLEMAS	16

2.6	SISTEMAS MULTI-AGENTE.....	17
2.6.1	AGENTES DE <i>SOFTWARE</i>	17
2.6.2	LINGUAGEM DE COMUNICAÇÃO	22
2.6.3	FORMATO DE TROCA DE CONHECIMENTOS	27
2.6.4	PADRÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS MULTI-AGENTE	28
2.6.5	<i>FRAMEWORKS</i> PARA SISTEMA MULTI-AGENTE.....	30
2.7	JADE FRAMEWORK.....	33
2.7.1	AGENTES NA PLATAFORMA JADE.....	39

CAPÍTULO 3

	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	43
3.1	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	43
3.1.1	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SAÚDE.....	43
3.1.2	REDE <i>BAYESIANA</i> EM SAÚDE	46
3.1.3	UM SISTEMA DE BUSCA ESPECIALIZADO NA ÁREA DA SAÚDE.....	46
3.1.4	UMA REDE BAYESIANA APLICADA AO DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS CARDÍACAS	47
3.1.5	REDE BAYESIANA NA PREVENÇÃO DA GESTAÇÃO DE ALTO RISCO.....	48
3.1.6	SISTEMA ESPECIALISTA PARA CÁLCULO DO POTENCIAL DE INFECÇÃO HOSPITALAR EM UTI-NEONATAL.....	49
3.2	JADE EM SAÚDE.....	50
3.2.1	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS.....	51
3.3	SISTEMA DE INFORMAÇÕES EM CONTROLE DE INFECÇÃO EM SERVIÇOS DE SAÚDE.....	54

CAPÍTULO 4

	METODOLOGIA	57
4.1	O SISTEMA DE MONITORAMENTO	59
4.1.1	ARQUITETURA DO SISTEMA	60
4.1.2	AGENTES DO SISTEMA	64
4.1.3	AGENTES SIMULADORES	65
4.1.4	TROCA DE MENSAGENS ENTRE DOS AGENTES.....	74
4.1.5	TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA.....	75

CAPÍTULO 5

RESULTADOS	77
5.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS	78
5.2 DESCRIÇÃO DOS RELATÓRIOS GERADOS	78
5.3 INFORMAÇÕES DISPONIBILIZADAS NO MONITOR.....	78
5.4 DESCRIÇÃO DOS TEMPOS DE RESPOSTA APRESENTADOS PELO SISTEMA	81

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	83
6.1 CONCLUSÃO.....	83
6.2 TRABALHOS FUTUROS	84

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
---	-----------

ANEXOS.....	97
ANEXO A – PORTARIA N.º 196/MS, DE 24 DE JUNHO DE 1983	97
ANEXO B – MENSAGENS TROCADAS ENTRE OS AGENTES	106
ANEXO C – DESCRIÇÃO DOS RELATÓRIOS GERADOS PELO SISTEMA	108

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Hierarquia dos tipos de IA	16
Figura 2.2 – Capacidades de um agente	17
Figura 2.3 - Modelo de Referência da Plataformas de Agentes FIPA	29
Figura 2.4 – Tela do Agente de Monitoramento Remoto.....	35
Figura 2.5 – Tela do Agente <i>Dummy</i>	36
Figura 2.6 – Tela o Agente <i>Sniffer</i> , como anotação gráfica semelhante a UML.....	37
Figura 2.7 – Tela do Agente <i>Instrospector</i>	37
Figura 2.8 – Tela do Agente DF	38
Figura 2.9 - Plataforma JADE executando em máquinas distribuídas (JADE, 2004).	39
Figura 3.1 – Arquitetura do sistema OTM	52
Figura 3.2 – Arquitetura do módulo INFOGAM.....	53
Figura 3.3 - Arquitetura do módulo TRAMM.....	54
Figura 4.1 – Integração entre os agentes do sistema.....	65
Figura 4.2 – Tela do simulador do sistema de evolução do paciente.....	66
Figura 4.3 – Tela do simulador da prescrição eletrônica	67
Figura 4.4 – Tela do simulador sistema de internamento.....	68
Figura 4.5 – Tela do simulador do sistema de centro cirúrgico.....	69
Figura 4.6 – Tela com o monitor de IH.....	72
Figura 4.7 – Tela com o monitor de históricos de IH	73
Figura 4.8 – Tela de monitoração do agente <i>sniffer</i>	75
Figura 5.1 – Destaque da tela do monitor com a IH em forma gráfico de barras.....	80
Figura 5.2 – Destaque da tela de históricos com todas as Infecções Hospitalares do paciente em forma de gráfico de linhas.....	81

Lista de Tabelas

Tabela 2.1- Mensagens em KQML.....	25
Tabela 2.2 – Alguns <i>frameworks</i> para desenvolvimento de SMA.....	31
Tabela 3.1 – Relação dos nós da rede <i>bayesiana</i> com os sistemas das unidades de saúde.....	50
Tabela 4.1 – Tipos de Agentes x Ambiente Simulado.....	61
Tabela 4.2 – Relação dos Agentes com o Ambiente.....	62
Tabela 5.1 – Destaque da tela do monitor com as Infecções Hospitalares em forma de tabela	79
Tabela 5.2 – Tempos de respostas do sistema	82

Lista de Abreviações

ACC	<i>Agent Communication Channel</i>
ACL	<i>Agent Communication Language</i>
ADEPT	<i>Advanced Decision Environment for Process Tasks</i>
AID	<i>Agent Identifiers</i>
AMR	Agente de Monitoramento Remoto
AMS	<i>Agent Management System</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
API	<i>Application Program Interface</i>
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
BCV	Base de Conhecimento Virtual
CCIH	Comissão de Controle de Infecção Hospitalar
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>
DCH	Divisão de Controle Hospitalar
DF	<i>Directory Facilitator</i>
DPS	<i>Distributed Problem Solving</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
GUID	<i>Globally Unique Identifier</i>
FIPA	<i>Foundation for Intelligent Physical Agent</i>
IA	Inteligência Artificial
IAD	Inteligência Artificial Distribuída
IAM	Inteligência Artificial Médica
IC	Infecção Cruzada
IIOB	<i>Internet Inter-ORB Protocol</i>
IH	Infecção Hospitalar
IHA	Infecção Hospitalar Adquirida
INFOGAM	<i>Information Gathering Module</i>

INPS	Instituto Nacional de Previdência Social
JADE	<i>Java Agent Development Framework</i>
JAFMAS	<i>Java-Based Framework for Multi-Agent Systems</i>
JESS	<i>Java Expert System Shell</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
KBMS	<i>Knowledge Base Management Systems</i>
KIF	<i>Knowledge Interchange Format</i>
KQML	<i>Knowledge Query and Manipulation Language</i>
KRIL	<i>KQML Router Interface Library</i>
LAIS	Laboratório de Informática em Saúde
LISP	<i>LISt Processing Programming</i>
MaSE	<i>Multiagent Systems Engineering</i>
MTP	<i>Message Transport Protocol</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPS	Organização Panamericana de Saúde
OTM	<i>Organ Transplant Management System</i>
PNCIH	Programa Nacional de Controle de Infecção Hospitalar
PPGTS	Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
RDR	<i>Ripple Down Rules</i>
RMI	<i>Remote Method Invocation</i>
SE	Sistema Especialista
SMA	Sistema Multi-agente
SINAIS	Sistema de Informações em Controle de Infecção em Serviços de Saúde
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
TRAMM	<i>Transplant Match Making</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VISA	Vigilância Sanitária

Resumo

Este trabalho apresenta uma arquitetura multi-agente para o controle e monitoramento de infecções hospitalares em unidades de tratamento intensivo neonatal. O objetivo é fazer interagir, de forma dinâmica e inteligente, fontes de informações distribuídas que auxiliem as comissões de controle de infecções hospitalares na sua tarefa de evitar ou minimizar as infecções hospitalares. Neste contexto, a escolha do modelo agente distribuído baseou-se nas seguintes premissas: (i) trata-se de um problema cuja decomposição em subproblemas é natural, à medida que cada subproblema pode ser representado e implementado como um agente autônomo (e.g., prontuário eletrônico, prescrição médica, internação, centro cirúrgico, etc.); (ii) a interação entre os agentes pode tornar o sistema de controle e monitoramento de infecções hospitalares mais confiável, à medida que as trocas de informações, em tempo real, entre os agentes podem resolver situações difíceis pelo número de especialistas e recursos exigidos de forma dinâmica; e (iii) o paralelismo natural em sistema multi-agente pode contribuir de forma considerável na implementação de um sistema de alto desempenho e disponibilidade. Estas premissas, no contexto de engenharia de *software*, facilitam a decomposição do problema em entidades fracamente acopladas e fortemente coesas que são os princípios básicos para se construir sistemas mais fáceis de mantê-los. Finalmente, a proposta envolve um exame sobre o conceito de infecção hospitalar e agente de *software*, assim como um estudo sobre alguns padrões e plataformas que facilitam a construção de um sistema multi-agente.

Descritores: Infecção Hospitalar, Agentes de *Software*, Monitoração de Infecção Hospitalar.

Abstract

This study presents a multi-agent architecture for the control and monitoring hospital infection in pre-natal intensive care unit. The objective is to interact, in a dynamic and intelligent way, resources of distributed information to help with hospital infection control committees in order to avoid or minimize hospital infections. In this context, the choice of distributed agent module is supported by the following premises: *(i)* it deals with a problem such analysis in subproblems is natural, as long as each subproblem can be represented and implemented as an autonomous agent (e.g. electronic dossier, medical prescription, internment, operating room, etc.); *(ii)* the integration among agents can make the system control and monitoring hospital infection more reliable, while exchange of information, in real time, among agents, can solve difficult situations for the number of specialists and resources required in a dynamic manner; *(iii)* the natural parallelism in a multi-agent system can contribute in a considerable way to implement a system of high performance and availability. These premises, in a context of engineering of software, facilitate the analysis of the problem, in weak connected institutions and firmly united that are the basic principles to build up systems easier to maintain. Finally, the proposal involves an examination referring to the concept of hospital infection and agent of software, as a study relating to some patterns and platform that facilitate the elaboration of a multi-agent system.

Keywords: Hospital Infection, Agents of Software, Monitoring of Hospital Infections.

Capítulo 1

Introdução

O termo infecção, segundo COUTO e PEDROSA (1999) pode ser entendido como sendo a implantação, crescimento e multiplicação de parasitas no organismo de um hospedeiro por agentes patogênicos, sem que necessariamente signifique doença. Trata-se de IH (Infecção Hospitalar), quando não está presente ou encubada no momento da admissão de um paciente no hospital. A infecção hospitalar pode estar alojada ou ocorrer em qualquer unidade do hospital, inclusive nas UTI (Unidade de Tratamento Intensivo).

A UTI-Neonatal (Unidade Neonatal de Terapia Intensiva) é um espaço físico alocado para o tratamento de prematuros¹ e de bebês que apresentem algum tipo de problema ao nascer. Em geral esta possui uma estrutura física diferente de outras UTIs de crianças maiores e de adultos, bem como possui uma metodologia e filosofia de atendimento diferenciada. O tipo de problema que os bebês apresentam ao nascer e no primeiro mês de vida são diferentes das outras faixas etárias e por isto sua abordagem exigirá uma metodologia adequada.

Nem sempre os bebês internados nas UTI-Neonatais estão doentes. Em alguns casos eles estão apenas crescendo e se tornando aptos para respirar, sugar e deglutir.

Como em qualquer outra unidade hospitalar, os pacientes de uma UTI-Neonatal estão sujeitos a adquirirem uma IH. Esta situação acarreta custos adicionais para o hospital, devido ao atendimento médico e internação para recuperação do paciente por tempo maior. Além dos custos gerados para o hospital, uma IH ocasiona ao paciente desconforto devido à dor e aumenta o risco de vida. Crianças prematuras têm um risco

¹ Prematuros são os bebês que nascem antes de completar 38 das 40 semanas de uma gestação normal.

aumentado de desenvolver IH, principalmente em decorrência da maior sobrevivência dos recém-nascidos de baixo peso, contribuindo com o aumento da morbidade e da hospitalização (FOCA, JAKOB e WHITTIER, 2000 E MAHIEU, 2001). Consideram-se prematuros de baixo peso com peso entre 1,501g e 2,500g, de muito baixo peso com peso menor ou igual a 1,500g (NETO e FERNANDES, 2004).

Segundo levantamento realizado por CALIL et al, (2001), em 1995, a unidade neonatal do Hospital da UNICAMP tinha 30 leitos, sendo oito de cuidados intensivos e 22 de cuidados intermediários. Nos últimos cinco anos, em média foram observados 3.152 nascimentos/ano, 17,3% e 4,1% de muito baixo peso (menor ou igual a 1.500g).

Segundo dados estatísticos levantados por PUPO (2004), 5% dos recém-nascidos de uma maternidade geral vêm a precisar de cuidados intensivos, podendo este número variar de acordo com o atendimento dado na maternidade. A taxa de mortalidade em uma UTI-Neonatal é em média de 15%. Este número pode variar conforme a qualidade do serviço aplicado e também conforme a causa da internação do bebê na UTI.

Em 1958 foi recomendado pela *American Hospital Association*, a criação das CCIH (Comissões de Controle de Infecções Hospitalares) (ZANON, 1987). O principal propósito da equipe da CCIH é reduzir o número de infecções passíveis de prevenção, a um nível prático mínimo e a custos acessíveis (AYLIFFE, 1998).

No Brasil, a primeira CCIH de que se teve relato, data de 1963, no Hospital Ernesto Dornelles, no Rio Grande do Sul. Em 1976, o INPS (Instituto Nacional de Previdência Social), órgão centralizador do Ministério da Previdência e Assistência Social, da política de saúde, determina, que em todos os seus hospitais sejam instituídas CCIH, para assessoramento da Direção (RODRIGUES, 1997). Em 1983, o Ministério da Saúde promulga a Portaria n.º 196, de 24 de junho, determinando que todos os hospitais do País deverão manter CCIH, independente da natureza da instituição mantenedora (BRASIL, 1983).

Faz parte das atribuições da CCIH, implantar um sistema de vigilância epidemiológica, que compreende a coleta, análise e divulgação dos dados mais significativos para identificação e controle da IH (BRASIL, 1983). Para tanto a coleta das informações necessárias para efetuar a análise é realizada nas unidades de saúde da instituição hospitalar. Estas informações estão disponíveis de forma heterogênea em fichas e sistemas diferentes para cada unidade de saúde, ocasionando demora na

consolidação destas informações, prejudicando a identificação prévia ou a identificação da possibilidade de IH por parte de um paciente em tempo hábil.

1.1 Objetivos da Proposta e Escopo

O trabalho realizado engloba a proposição de avaliar um sistema na arquitetura de agentes de *software*, para apoio à tomada de decisões da CCIH, utilizando um *framework* para desenvolvimento do sistema e a técnica de rede *bayesiana* para efetuar o cálculo do potencial de risco de IH.

A proposta envolve a simulação dos sistemas hospitalares das unidades de saúde para efetuar a coleta dos dados necessários ao sistema.

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem o intuito de estudar uma arquitetura Multi-agente para o controle e monitoramento de infecções hospitalares em unidades de tratamento intensivo neonatal em tempo real, apoiado em recursos computáveis distribuídos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos deste trabalho, podem ser considerados os seguintes itens:

- (i). Estudar e implementar simuladores dos sistemas das unidades hospitalares para efetuar a coleta das informações necessárias para o cálculo do potencial de risco de IH;
- (ii). Conceber um sistema de processamento de dados coletados através dos simuladores, capaz de realizar o cálculo do potencial de risco de IH, utilizando uma rede *bayesiana*;
- (iii). Elaborar um sistema de monitoramento que permita, em tempo real, a apresentação dos resultados sobre a possibilidade de IH de um paciente, após o processamento das informações coletadas; e
- (iv). O modelo agente como abordagem de concepção e implementação.

Não tem por objetivo este trabalho quantificar a redução de IH, mas prover uma ferramenta que valorize as ações para tornar isso possível.

Também não faz parte deste trabalho avaliar² os resultados apresentados pela rede *bayesiana* desenvolvida por BELTRÃO (2005), bem como os fatores escolhidos para cálculo destes resultados, mas utilizá-la em conjunto com outras tecnologias estudadas neste trabalho, para maximizar a eficácia no processo de avaliação da possibilidade de IH em UTI-Neonatal junto a CCIH.

1.2 Contribuições Esperadas

As contribuições pretendidas são:

- (i). Monitorar em tempo real, o potencial de risco de IH em UTI-Neonatal, por parte de um determinado paciente;
- (ii). Possibilitar ao responsável de plantão da CCIH através da avaliação das IHs apresentadas pela monitoração, tomar as decisões necessárias para evitar ou minimizar a intensidade da possível IH acontecer;
- (iii). Adotar uma arquitetura que leve em conta naturalmente a distribuição de informação do controle;
- (iv). Integrar agentes de informação ao sistema de apoio a tomada de especialista que utiliza uma rede *bayesiana* como técnica de IA (Inteligência Artificial), para simular a avaliação de um especialista; e
- (v). Definir uma abordagem de aquisição/coleta e para a tomada de decisão em saúde relacionada à IH.

1.3 Organização

Essa dissertação está estruturada em seis capítulos, a saber: Introdução, Fundamentação Teórica, Revisão Bibliográfica, Metodologia, Resultados Obtidos e Conclusão e Trabalhos futuros. O primeiro capítulo se refere à introdução ao trabalho apresentado, sendo composto pelos objetivos, pela contribuição científica do trabalho, além da organização do mesmo.

O segundo capítulo apresenta os fundamentos teóricos sobre as tecnologias envolvidas na presente proposta.

² A avaliação da rede *bayesiana* e dos resultados obtidos por está, foram realizada no estudo realizado por BELTRÃO (2005).

No terceiro capítulo, é efetuada uma revisão sobre as metodologias pesquisadas para a construção da proposta inicialmente apresentada, bem como mostra na revisão bibliográfica.

No capítulo seguinte, apresenta a metodologia utilizada para desenvolvimento do sistema para processamento do cálculo necessário para identificação do potencial do risco de IH.

Já no quinto capítulo apresentam-se os resultados dos experimentos realizados a partir da implementação do sistema proposto. Neste capítulo são comparados os valores apresentados ao monitor, bem como as interações entre os agentes.

Finalmente, o sexto capítulo relata as considerações finais do trabalho, envolvendo a conclusão e os trabalhos futuros relacionados ao sistema proposto.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Infecção Hospitalar

A ocorrência de IH tem sido identificada como um importante problema de saúde pública no Brasil e no mundo (FERNANDES, 2000).

No dicionário da língua portuguesa FERREIRA (1975), encontra-se a seguinte definição para infecção: “ação ou efeito de infeccionar; contágio; invasão de um animal hospedeiro por agentes patogênicos; doença provocada por microrganismos patogênicos”.

AYLIFFE (1998) define que: “O termo infecção é geralmente usado como a aderência e multiplicação de bactérias e outros microrganismos nos tecidos ou em superfícies do corpo aonde podem causar efeitos adversos; geralmente tais efeitos adversos estão subentendidos na definição”.

Já ZANON (1987), expressa sua definição quanto o termo infecção, dizendo que: “Historicamente o termo infecção tem sido empregado no sentido de assinalar a presença e a multiplicação de microrganismos nos tecidos do hospedeiro, sem que necessariamente signifique doença”. Logo, infecção pode ser entendida como sendo a implantação, crescimento e multiplicação de parasitas no organismo de um hospedeiro por agentes patogênicos, sem que necessariamente signifique doença (FERREIRA, 1975 E AYLIFFE, 1998). É difícil avaliar o impacto das doenças infecciosas, na evolução da espécie humana, devido ao fato de sua complexidade em si, como pela falta de dados para efetuar tal avaliação (RODRIGUES, 1997).

Os centros de doenças dos EUA definem como IH ou nosocomial, aquela que não está presente e tão pouco encubada na admissão do paciente no hospital. Qualquer

infecção, desde que a via de aquisição não seja transplacentária, do recém nascido, ocorrida até 28º dia de vida é classificada como hospitalar (COUTO e PEDROSA, 1999).

Já AYLIFFE (1998) define IH como sendo a infecção adquirida pelo paciente durante a hospitalização ou transmitida pelos funcionários do hospital. Adiciona ainda os conceitos de IHA (Infecção Hospitalar Adquirida) como sendo associada a sepse³ ou outras formas de doenças infecciosas, tanto no hospital, como após o paciente ter recebido alta; e IC (Infecção Cruzada), a infecção adquirida através de outras pessoas, como visitantes, funcionários do hospital e outros pacientes, enquanto hospitalizado.

Os tipos de IH se distinguem pela maior participação de microorganismos pouco envolvidos em doenças adquiridas na comunidade, embora as bactérias responsáveis por tal infecção, não estejam alojadas nos hospitais (KFOURI, 1996).

Os primeiros relatos de infecção hospitalar IH, surgem em 1956, embora não se utilizem estes termos, são sobre a esterilização do material hospitalar; e em 1959, o uso indiscriminado e inadequado de antibióticos, ambos os casos publicados na “Revista Paulista de Hospitais” (RODRIGUES, 1997).

SILVA e SOUZA, et al., (2002), acrescentam que as infecções hospitalares existem desde a Idade Média, mas só na década de 50 foram reconhecidas como um problema de saúde pública e a partir de então discutidas nos eventos científicos de organismos internacionais como a OMS (Organização Mundial de Saúde) e a OPS (Organização Panamericana de Saúde).

O ministério da saúde, através da portaria n.º 2.616, de 12 de maio de 1998 BRASIL (1998), define que “as infecções hospitalares constituem risco significativo à saúde dos usuários dos hospitais, e sua prevenção e controle envolvem medidas de qualificação da assistência hospitalar, de vigilância sanitária e outras, tomadas no âmbito do Estado, do Município e de cada hospital, atinentes ao seu funcionamento”.

Segundo Fernandes, as estatísticas internacionais de incidência de infecção hospitalar mostravam taxas que variam de 3,5% a 15,5%, com letalidade entre 13% a 17% na década de 80, nos Estados Unidos, e uma prevalência de 9,2% nessa mesma década no Reino Unido. Já nos países latino-americanos, estimavam-se taxas de prevalência que variam de 5% a 70% (FERNANDES, 2000; WENZEL, 1981 E HORTON, 1993).

Estima-se que no Brasil de 5% a 15% dos pacientes internados contraem alguma infecção hospitalar. Uma IH pode elevar em média de 5 a 10 dias no período de

³ Sepse significa putrefação, decomposição da matéria orgânica por um agente agressor podendo ser bactérias, fungos, parasitas ou vírus.

internação do paciente, aumentando o custo com procedimentos diagnósticos e terapêuticas (MACHADO, et al., 2001; WENZEL, 1995 E PITTET, 1995).

Pesquisa divulgada na *eHealth Latin América*, através BIBLIOMED (2001) em janeiro de 2001, aponta que “enquanto a média mundial de índice de infecção hospitalar é de 5%, o Brasil apresenta o percentual de 15,5% entre os pacientes internados. Embora dentro da média aceita pela OMS, que varia de 9% a 20%”.

PEREIRA, GIR e MORIYA (1993) esclarecem que, a IH representa uma séria ameaça à segurança dos pacientes hospitalizados e tem contribuído para elevar as taxas de morbi-mortalidade e aumentar os custos para os hospitais.

Pensar então em IH e sua ocorrência em pacientes neonatais torna-se ainda mais importante e qualquer que seja o resultado positivo alcançado, é facilmente justificado se puder contribuir para sua diminuição (BELTRÃO et al., 2004).

2.2 Comissão de Controle de Infecção Hospitalar

Em 1958 foi recomendado pela *American Hospital Association*, a criação das CCIH, potencialmente devido ao aumento das estafilococcias hospitalares ocorridas naquela década. O objetivo destas comissões foi dotar os hospitais de um instrumento que lhes permitisse apurar se as infecções, eventualmente neles adquiridas, decorreram ou não da desobediência aos regulamentos de proteção ao doente (ZANON, 1987).

ZANON (1987), define o conceito de CCIH, como sendo um órgão que deve coordenar as atividades de investigação, prevenção e controle das complicações infecciosas de um paciente, sendo estas relacionadas com a hospitalização.

No Brasil, a primeira CCIH de que se teve relato, data de 1963, no Hospital Ernesto Dornelles, no Rio Grande do Sul. Outras CCIH foram instituídas por iniciativa pessoal, sem uma determinação expedida pelo Ministério da Saúde. Entre elas pode se destacar a do Hospital de Clínicas da USP, em São Paulo; do Hospital do INAMPS, no Rio de Janeiro em 1971; e do Hospital da UFPE, do Recife em 1976 (ZANON, 1987 E RODRIGUES, 1997).

Em 1976, o órgão centralizador do Ministério da Previdência e Assistência social, da política de saúde, determina, que em todos os seus hospitais sejam instituídas CCIH, em nível de assessoramento da Direção (RODRIGUES, 1997).

Em 1987, a Portaria n.º 232 do Ministério da Saúde, publicada no Diário Oficial da União, de 6 de abril de 1988, criava o PNCCIH (Programa Nacional de Controle de

Infecção Hospitalar), que em 1990 transforma-se em DCH (Divisão de Controle Hospitalar), através da Portaria n.º 666, de 17 de maio de 1990 (RODRIGUES, 1997).

Em 1998, a Portaria n.º 2616 do Ministério da Saúde, publicada no Diário Oficial da União, de 13 de maio de 1998, expede, na forma de anexos, diretrizes e normas para a prevenção e o controle das infecções hospitalares, além das ações mínimas necessárias, a serem desenvolvidas, deliberada e sistematicamente, com vistas à máxima redução possível da incidência e da gravidade das infecções dos hospitais, que compõem o PNCH (BRASIL, 1998).

Em 27 de agosto de 1992, o Ministério da Saúde expede, na forma de anexos, normas para o controle das infecções hospitalares, revogando a portaria 196, de 24 de junho de 1983 (RODRIGUES, 1997).

2.3 Atribuições da CCIH

Na portaria n.º 196, expedida pelo Ministério da Saúde em 24 de junho de 1983, conforme Anexo A, são definidas as características e atribuições da CCIH, sendo destacados para este trabalho os seguintes itens, extraídos da portaria (BRASIL, 1983):

(i). ORGANIZAÇÃO

- Todos os hospitais do País deverão manter uma Comissão de Controle de Infecção Hospitalar, independentemente da natureza da entidade mantenedora;
- A Comissão deverá ser instituída, atendendo as peculiaridades de cada hospital, com a participação, em seu núcleo básico:
 - do serviço médico;
 - do serviço de enfermagem;
 - do laboratório de análise clínica;
 - dos médicos residentes;
 - da farmácia hospitalar;
 - da administração.
- A Comissão basicamente deverá exercer as seguintes atividades:
 - implantar um sistema de vigilância epidemiológica, que compreende a coleta, análise e divulgação dos dados mais significativos;
 - realizar treinamento em serviços;

- elaborar normas técnicas complementares, de acordo com as particularidades do hospital, para a prevenção das infecções que ali comumente se verifiquem, com ênfase na regulamentação das necessidades e medidas de isolamento e acompanhamento de sua aplicação;
- sugerir medidas que resultem na prevenção ou redução das infecções hospitalares;
- implementar todas as medidas recomendadas e supervisionar a sua aplicação;
- implantar controle do uso de antimicrobianos;
- preparar para a direção do hospital folha dos casos de doenças de notificação compulsória e a ser remetida ao órgão estadual de saúde de sua jurisdição; e
- participar na investigação dos casos notificados, procurando identificar como o paciente adquiriu a infecção e se, ao ser notificada, já foi transmitida a outro.

(ii). COLETA DE DADOS

- Preenchimento sistemático pelos médicos da ficha de notificação de infecção, constantes do prontuário de todos os pacientes admitidos no hospital;
- Determinação, pelo menos semestral, da frequência de casos e dos coeficientes de sensibilidade/resistência de microorganismo isolados de pacientes internos; e
- Investigação epidemiológica de surtos localizados de casos de infecção hospitalar.

(iii). ANÁLISE DOS DADOS

- Os indicadores mais importantes a serem levantados e analisados mensalmente por serviço e por hospital são:

- taxa de doentes com infecção hospitalar, tendo como numerador o número de doentes com infecção hospitalar e denominador o total de saídas (altas e óbitos);
- taxa de infecções hospitalares tomado como numerador o número de infecções hospitalares e denominador as saídas (altas e óbitos);
- taxa de doentes com infecção hospitalar por causa básica de internação; e
- taxa de letalidade ligada a infecção hospitalar.

(iv). DIVULGAÇÃO DOS DADOS

- Para efeito de controle de infecção hospitalar fica estabelecido o seguinte critério:
- comunicação junto aos níveis decisórios e de execução, dos indicadores obtidos, a ser realizada pelo menos mensalmente;
- as ocorrências relativas às infecções hospitalares deverão ser expressas em relatórios com frequência de pelo menos semestral; e
- ocorrências epidêmicas deverão ser objetos de relatórios específicos.

Segundo ZANON (1987), para propor medidas de controle conjunturais torna-se necessário:

- (i). Demonstrar a ocorrência de um aumento significativo na incidência de infecções;
- (ii). Localizar áreas ou serviços em que esse aumento ocorreu;
- (iii). Determinar a localização topográfica da infecção; e
- (iv). Identificar o agente etiológico responsável em cada caso.

Este conceito destaca as atividades de investigação, prevenção e controle. Já KFOURI (1996), adiciona a necessidade de identificar e eliminar grupos de risco, através de medidas preventivas.

Ambos autores destacam a prevenção, como atribuição da CCIH. É salientado também por KFOURI (1996) que o hospital pode ser penalizado através de indenizações sobre IH e suas implicações para o paciente. Além de acarretar em custos de

indenizações, o desgaste da imagem do hospital demonstrando os riscos de adquirir uma IH que a população pode encontrar neste hospital.

Entende-se então, como atribuições da CCIH a:

- (i). Realização de reunião com periodicidade fixa, com convocação formal e registrada em ata;
- (ii). Determinação de programas e prioridades do controle de infecção;
- (iii). Avaliação da execução do programa pelos membros efetuares;
- (iv). Notificações das instâncias superiores as taxas e eventos considerados significativos; e
- (v). Realizações de atividades práticas de vigilância e prevenção, inclusive detecção e controle de surtos, e programa de educação voltado ao controle de infecção.

2.4 Benefícios da CCIH

A IH representa um dos principais problemas na qualidade ao atendimento do paciente. Esta problemática se deve ao fato de sua incidência, podendo gerar uma epidemia, letalidade significativa e aumento no tempo de internação. Estes fatores acarretam no aumento do consumo de medicamentos, atendimento médico e internação, além dos custos indiretos e intangíveis difíceis de se avaliar economicamente, como os distúrbios provocados pela dor e sofrimento do paciente, ou seqüelas definitivas, como cicatrizes (RODRIGUES, 1997).

Manter o controle da incidência destas ocorrências, é uma ferramenta fundamental para se planejar e atuar preventivamente sobre as IH, evitando assim desgastes emocionais do paciente e minimizando os custos de um paciente internado.

Na publicação da *eHealth Latin América*, através da BIBLIOMED (2001), é citado que a “infecção hospitalar atinge 15,5% dos pacientes internados no Brasil” e que “os métodos para a criação de um programa de controle da infecção hospitalar podem variar. No entanto, as vantagens são inquestionáveis, devido à redução da mobilidade, da mortalidade dos pacientes e dos custos”.

A utilização da informática pode auxiliar a maximizar o controle das atividades das CCIHs, permitindo além do armazenamento, agilidade na recuperação e apresentação das informações sobre os pacientes.

2.5 Inteligência Artificial

A origem da palavra “inteligência” vem do filósofo político Marcus Tullius Cícero (106-43 a.C.) para expressar a faculdade intelectual. Já William Stern, psicólogo, define como a capacidade geral de um indivíduo consciente ajustar seu pensar a novas experiências: é a adaptabilidade mental geral a novos problemas e condições. Alfred Binet faz correlações da palavra inteligência com compreensão, invenção, administração e crítica.

Muitas são as definições formadas pelos mais diversos autores. Segundo RABUSKE (1995), “Só não se tem explicado sobre o que é, exatamente, inteligência. Raciocínio, aprendizado, memória, motivação, capacidade de adaptar e de resolver problemas são partes distintas da inteligência, mas que trabalham harmonicamente para a obtenção de resultados”.

Durante vários episódios da história, filósofos tentam responder como é possível para a nossa mente formar representações do mundo. Na época clássica, surge a filosofia cartesiana que tenta explicar através de Descartes a separação do corpo e da mente, justificaria uma definição para o comportamento e a possibilidade da cognição de um mundo exterior.

DESCARTES (1996), enunciava a seus contendores que “se queres discutir comigo, define primeiro teus termos”. Este conselho é muito útil quando se pretende falar de IA, pois este assunto envolve muitos aspectos polêmicos, e pode deixar brechas para raciocínios inflexíveis, não sendo possível evoluir sobre o assunto (TEIXEIRA, 1996).

Segundo TEIXEIRA (1996) “a partir dos anos 50 a especulação filosófica passa a ser influenciada pela idéia de que o computador constitui o melhor modelo do funcionamento mental humano”. Desde então a investigação em Filosofia da mente começa a se mesclar com o desenvolvimento da psicologia cognitiva e com as primeiras realizações da IA, uma nova disciplina que se consolida no início dos anos 60.

RICH e KNIGHT (1991) fornecem uma boa noção sobre o que constitui a IA e a define como sendo o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que, no momento, as pessoas fazem melhor.

Segundo Shmeil, a IA busca por um lado, a compreensão, e por outro, o desenvolvimento de entidades inteligentes. Tem como objetivo maior, uma teoria sobre inteligência, que explique o comportamento que naturalmente ocorre em entidades inteligentes. Ela orienta a criação de artefatos (entidades artificiais),

capazes de exibir comportamentos inteligentes (SHMEIL, 1999 E PACHECO, 2003).

Pacheco diz que um sistema de IA não é capaz somente de armazenamento e manipulação de dados, mas também da aquisição, representação e tratamento de conhecimento, incluindo a capacidade de deduzir ou inferir novos conhecimentos - novas relações sobre fatos e conceitos - partindo do conhecimento existente (PACHECO, 2003).

Atualmente a IA está sendo também utilizada em projetos na área de engenharia, descobertas científicas, planejamento financeiro, mineração e análise de dados para a geração de informações empresariais, sejam em Sistemas Especialistas ou Sistemas de Informação Executivos (RICH e KNIGHT, 1991).

Na década de 70 teve início aproximação da IA e Medicina, conhecida como IAM (Inteligência Artificial Médica) CUER e HIRABARA (2004).

Conforme descrito por Schildt RICH e KNIGHT (1991), no final de 1972, foi desenvolvido na Universidade de Stanford, nos Estados Unidos, o sistema MYCIN. Um dos primeiros SE (Sistemas Especialistas), desenvolvido para prover o auxílio a médicos no diagnóstico e no tratamento de doenças infecciosas (SHORTLIFFE, 1981).

2.5.1 Inteligência Artificial Distribuída

Pesquisas em IA têm buscado desenvolver *software* para simular capacidades humanas, tais como raciocínio, comunicação em linguagem natural e aprendizagem. O surgimento das redes de computadores foi um grande passo para o desenvolvimento de organizações de computadores ou sociedades (JAQUES, 2002).

IAD (Inteligência Artificial Distribuída) é a solução colaborativa de problemas globais por um grupo distribuído de entidades. Deste modo, estas entidades, que podem estar física ou geograficamente dispersas, devem compartilhar informações para que a sociedade execute um objetivo global (DEMEZEAU e MÜLLER, 1990).

Além disso, idéias de IAD estão se tornando importante para campos de pesquisa tão como bancos de dados distribuídos, computação distribuída e paralela, cooperação entre computadores, projeto e fabricação de computadores de ajuda, engenharia concorrente e tomada de decisão distribuída (KEVITT, 2002).

A IAD busca tratar de maneira diferenciada abordagens relacionadas à coordenação, planejamento, resolução de problemas, comunicação, negociação, entre outros, de acordo com o método da solução do problema.

A figura 2.1 BARRETO (2002), mostra a hierarquia de tipos de IA, relacionadas, quanto a sua localização, ou seja, distribuição de funcionamento e quanto ao seu método de solução de problemas (BARRETO, 2002).

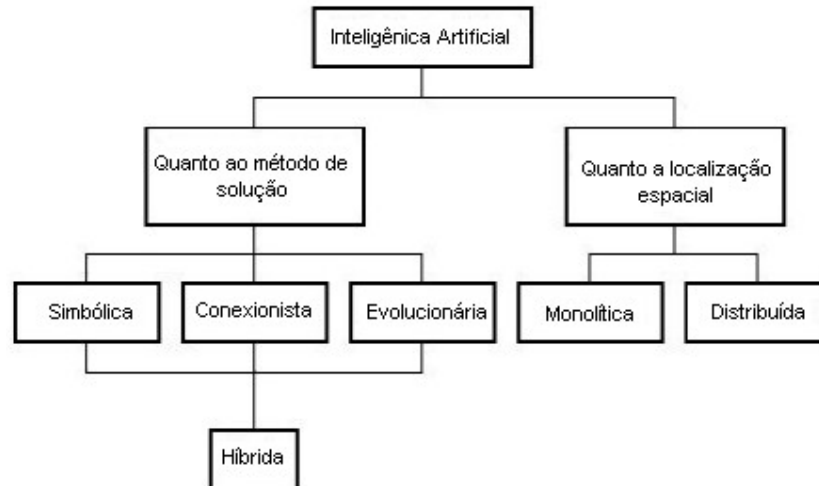


Figura 2.1 – Hierarquia dos tipos de IA

IA Monolítica envolve sistemas centralizados, que não possuem módulos distribuídos. Para este tipo de abordagem pode se destacar, por exemplo, sistemas especialistas.

A IAD é composta por sistemas cujo funcionamento depende de um determinado conjunto de partes menores para resolver, de modo cooperativo, um determinado problema (BARRETO, 2002).

2.5.2 Solução Distribuída de Problemas

Na Solução Distribuída de Problemas ou DPS (*Distributed Problem Solving*), é feita uma avaliação do problema, e é montado o agente que solucionará o problema identificado (SICHAMAN, 1992).

Em DPS os agentes são designados para resolverem um problema em particular, dentro de uma concepção fechada de mundo. Isto significa que os agentes são projetados para resolver um tipo específico de problema e não podem ser utilizados em qualquer outro problema, mesmo que seja similar. Desta maneira o número de agentes será fixo, sendo que cada agente possui uma visão específica e incompleta do problema. Então, para a resolução de um problema, os agentes devem cooperar entre si, compartilhando conhecimento sobre o problema e sobre o processo de obter uma solução (JAQUES, 2002).

Para a análise de uma DPS, se efetua primeiramente a análise do problema a ser resolvido. Em seguida são identificados os agentes necessários para a solução do problema, distribuindo tarefas de resolução entre os vários agentes, buscando melhorar o processamento do sistema através da execução paralela das atividades delegadas para cada agente executar.

2.6 Sistemas Multi-Agente

2.6.1 Agentes de *Software*

Para RUSSELL e NORVIG (1995a) “Um agente é qualquer coisa que pode perceber um ambiente através de sensores e atuando sobre este através de efeitos”.

Segundo WOOLDRIDGE e JENNINGS (1995a), “agente é utilizado para denotar um sistema computacional que goza das propriedades de autonomia, habilidade social, reatividade e pró-atividade”.

NDUME e NWANA (1997) definiram um agente como sendo “um programa capaz de controlar suas decisões e atua, baseado na sua percepção do meio circundante e que busca atingir um ou mais objetivos”.

PACHECO (2003), resume que agentes são programas de computador habilitados para responder solicitações específicas sobre o domínio de conhecimento do mesmo; sendo que a observação dos fenômenos do mundo é realizada através de um conjunto de sensores e a atuação ocorre através do auxílio de um conjunto de atuadores.

Agentes também podem ser entendidos como entidades de *software*, que fazem um conjunto de operações em favor do usuário ou outro programa com algum grau de independência e autonomia, e fazendo isso, empregam algum conhecimento ou representação dos objetivos e desejos dos usuários. Agentes podem ser definidos num espaço de três dimensões: agência, inteligência e mobilidade (O’CONNOR et al., 1996).

A figura 2.2, baseada no original de RUSSELL e NORVIG (1995b), representa o funcionamento e as capacidades que um agente de *software* deve possuir.

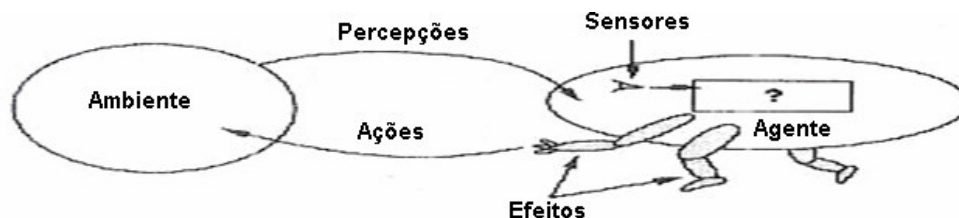


Figura 2.2 – Capacidades de um agente

Segundo FRANKLIN e GRAESSER (1996) os agentes são caracterizados como:

- (i). Reativos;
- (ii). Autônomos;
- (iii). Orientado por Metas - Pró-ativos;
- (iv). Contínuo Temporalmente;
- (v). Comunicativos;
- (vi). Adaptáveis;
- (vii). Móveis;
- (viii). Flexíveis; e
- (ix). Possuem um estado emocional.

As diferentes capacidades dos agentes para resolução de problemas permitem classificá-los em duas categorias: agentes reativos e agentes cognitivos. Atualmente, pode-se observar que agentes reativos e cognitivos são os extremos de uma linha de classificação onde surgiram novas denominações como, por exemplo, os agentes de *software*. Os agentes podem ser caracterizados quanto às suas capacidades e comportamentos como: reativos, cognitivos, sociabilidade e especialidade (SICHTMAN, 1992 E JAQUES, 2002):

(i). **Reativos:**

Esse tipo de agentes realizam uma ação em resposta a um estímulo recebido. Os agentes reativos se comportam segundo o modo estímulo-resposta. Não há uma memória sobre as ações realizadas no passado e nem previsão de ações que poderão ser executadas no futuro. Sua capacidade interna realiza apenas associações de entrada e saída, não havendo processamento interno que os caracterizem como agentes com capacidade de estados mentais.

Esses agentes são baseados nos modelos de organização etológico⁴/biológico como, por exemplo, as colônias de formigas. A idéia de utilizar esse contexto, é que uma formiga sozinha não é capaz de realizar

⁴ O termo etológico refere-se a padrões de comportamento, costumes e tradições dos animais no seu ambiente natural.

tarefas complexas, mas uma colônia sim. Assim, a inteligência se encontra no grupo de várias entidades simples.

(ii). **Cognitivos:**

Agentes são visualizados como sistemas intencionais, ou seja, eles possuem estados mentais de informação e manipulam o conhecimento. Entre estados mentais estão algumas características como crenças, conhecimento, desejos, intenções, obrigações, entre outros. Esses estados mentais são representados internamente nos agentes. Esses agentes também são ditos sociais, porque, além de manipular o seu conhecimento, eles conhecem parcialmente as crenças, objetivos e motivações dos elementos que os cercam.

Para formar um grupo social, unindo um conjunto de agentes cognitivos, é necessário que algumas questões sejam tratadas. Descreve-se logo a seguir uma breve descrição quanto a:

- **Organização:** Diz respeito a como os agentes interagem entre si, e qual o tipo de organização que eles adotam;
- **Cooperação:** Quando um agente não estiver capacitado para realizar sozinho uma tarefa, ele coopera com outros agentes. Esta cooperação ocorre ainda quando outros agentes podem executar mais eficientemente a mesma tarefa;
- **Negociação:** A negociação entre os agentes é realizada, dividindo a execução das tarefas, de maneira que seja mais organizada e fazendo uso das competências e conhecimentos dos agentes; e
- **Comunicação:** Como os agentes irão comunicar e qual o protocolo de comunicação que será utilizado na interação entre estes agentes.

(iii). **Sociabilidade:**

São agentes que podem possuir explicitamente conhecimentos dos modelos dos outros agentes da comunidade, e consideram este conhecimento para a tomada de decisão de suas atividades (PACHECO, 2003).

(iv). **Especialidade:**

Enquadram-se os agentes que em termos do domínio das tarefas, possuem as mesmas capacidades para executá-las (PACHECO, 2003).

A arquitetura interna de um agente de *software* deve contemplar alguns itens vitais para o seu funcionamento, segundo FRANKLIN e GRAESSER (1996):

- (i). **Comunicação:** Deve possuir a capacidade de comunicar-se;
- (ii). **Percepção:** Deve perceber o meio externo;
- (iii). **Conhecimento:** Deve ser provido de conhecimento de si e/ou do ambiente;
- (iv). **Capacidade de raciocínio:** Deve possuir capacidade de raciocínio;
- (v). **Objetivos:** Devem seguir suas crenças e objetivos;
- (vi). **Possibilidades:** Devem ter possibilidades de escolha;
- (vii). **Capacidade de decisão:** Deve ser dotada de capacidades para a tomada de decisões, podendo optar por uma ou outra ação através de seus próprios conceitos;
- (viii). **Autonomia:** Capacidade de tomar ações conduzindo para o término de algumas tarefas e objetivos, sem a interferência do usuário final (HEILMANN et al., 1995);
- (ix). **Mobilidade:** É a capacidade de transportar-se de uma máquina para outra;
- (x). **Comunicabilidade:** Capacidade de agente comunicar-se com outros agentes ou pessoas;
- (xi). **Aprendizagem:** Capacidade do agente de modificar seu comportamento em função de experiências anteriores;
- (xii). **Reatividade:** Respondem de forma oportuna às mudanças no ambiente;
- (xiii). **Pró-atividade ou Orientado ao Objetivo:** Não respondem somente ao ambiente, mas perseguem um objetivo;
- (xiv). **Discurso:** Propriedade onde o usuário e agente concordam sobre o que deve ser feito e por quem deve ser feito (SOUZA, 1996);
- (xv). **Cooperatividade:** É a capacidade dos agentes inteligentes trabalharem juntos alcançando o objetivo geral através da ajuda mútua (O'CONNOR et al., 1996);
- (xvi). **Degradação Gradual:** É a capacidade do agente completar a execução de uma tarefa mesmo se alguma anomalia no sistema esteja ocorrendo (FONER, 1994).

O agente possui conhecimentos sobre o mundo e sobre o problema que ele tem de resolver. Estes conhecimentos podem ser adquiridos através da comunicação com outros agentes ou através da percepção de mudanças no ambiente (JAQUES, 2002).

Também se pode salientar que o conhecimento de um agente pode estar armazenado antes mesmo de sua criação e atribuído a ele no momento em que passa a existir no ambiente.

Dotado destes conhecimentos e com a capacidade de se comunicarem, os agentes são capazes de realizar tarefas em conjunto, distribuindo atividades de acordo com suas competências.

Um SMA (Sistema Multi-agente) é uma estrutura que provê as interfaces entre os agentes, juntando as primitivas necessárias para isto (JENNINGS, et al., 1998; WOOLDRIDGE e JENNINGS, 1995a E WOOLDRIDGE e JENNINGS, 1995b).

Uma política de cooperação se faz necessária em um SMA já que é ela quem dita a maneira com que estes demonstram suas necessidades a outros agentes a fim de realizar uma determinada tarefa.

Segundo SHEMEIL (1999), um sistema multi-agente tem uma estrutura de organização de nível de sociedade quando o foco se põe num grande número de agentes, seus múltiplos papéis, atividades e evolução na comunicação como um todo. É do nível de grupo quando o interesse está concentrado nas relações entre um número intermédio de agentes, seus papéis e atividades, agregados em torno de um segmento da sociedade. É do nível micro quando a ênfase se dá essencialmente nas relações entre dois ou entre um reduzido número de agentes, os quais representam um subconjunto de um grupo.

Um SMA pode ser caracterizado como um grupo de agentes que atuam em conjunto no sentido de resolver problemas que estão além das suas habilidades individuais. Os agentes realizam interações entre eles de modo cooperativo para atingir uma meta (GIRARDI, 2004).

Podem ser utilizados planejamento, coordenação e muito conhecimento específico sobre as tarefas a serem realizadas.

Estes tipos de conhecimentos sobre áreas diferentes são necessários para ajudar a coordenar e agendar a execução das tarefas, para alcançar certos objetivos comuns dos agentes e da sociedade (NIRENBUG e LESSER, 1988).

Comparando SMA com DPS, se podem observar algumas características. Em SMA os agentes já existiam em uma sociedade, passam a resolver os problemas, e chegam a uma solução em conjunto ou separadamente. Em DPS são distribuídas tarefas

pertinentes à resolução de um mesmo problema, sendo que cada agente soluciona sua parte do problema.

O SMA são projetados para resolverem qualquer tipo de problema, e não um problema em específico, como acontece em DPS. Isso ocorre, basicamente, porque nos sistemas multi-agente, os agentes são entidades autônomas que têm conhecimento da sua própria existência e da existência de outros agentes (JAQUES, 2002).

Em um SMA, segundo SICHAMAN (1992) os agentes têm conhecimento:

- (i). de si e dos outros agentes;
- (ii). da sociedade em que vive;
- (iii). dos objetos da sociedade;
- (iv). de seus objetivos; e
- (v). de suas crenças.

É possível a inserção de um novo agente neste tipo de sociedade, permitindo que o mesmo possua os conhecimentos já adquiridos pelos outros, e assuma um papel na empreitada, lembrando que estes agentes tem autonomia para efetuar o seu trabalho. Uma das principais diferenças entre ambas abordagens está relacionada com os agentes cognitivos do SMA interpretando e adicionando conhecimento na base de conhecimentos, e que no DPS é apenas interpretado o problema e utilizado o conhecimento existente na base de conhecimentos já existente (SICHAMAN, 1992).

O esforço necessário para que cada aplicação tente resolver seus próprios problemas sem uma base de solução de problemas é muito grande (FININ et al., 1997). A idéia de se criar uma grande base de conhecimento padronizada, onde cada nova aplicação pode adicionar novos conhecimentos especializados e utilizar os que já existem, orientou para uma padronização na maneira de compartilhar estes conhecimentos.

A comunicação realizada em um SMA deve ocorrer de forma padronizada de tal forma que os agentes envolvidos no processo entendam a linguagem adotada, além de permitir que possa ocorrer a troca entre um ou mais SMAs.

2.6.2 Linguagem de Comunicação

KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*) é uma linguagem e protocolo de comunicação padrão para compartilhamento de conhecimento, em tempo de execução, entre um ou mais sistemas inteligentes, ou troca de informações em

sistemas multi-agente, para solucionar em cooperação, um determinado problema (EASTMAN, 2002).

Os meios de se haver comunicação entre os diversos agentes são por uma sintaxe⁵ e uma semântica⁶ ou paradigma⁷ comum.

Trabalha principalmente sobre consulta, manutenção, ações e serviços de bases de conhecimento. Trata os envolvidos como bases de conhecimento virtuais. Permite vários níveis de comunicação, referente à própria comunicação (EASTMAN, 2002).

Segundo FININ et al., (1997), KQML se baseia em paradigmas, que associa estados cognitivos dos agentes com primitivas da linguagem com ações associadas. Uma mensagem é uma performativa⁸ indicando o que se espera que o receptor faça com a mensagem.

A seguir são apresentados dois exemplos:

- (i). *tell* : Indica que do receptor é esperado que acredite nos fatos comunicados;
e
- (ii). *Ask*: Espera a resposta a uma pergunta.

É baseada em descrição semântica informal, com uma sintaxe acessória fácil de compreender por pessoas e reconhecido por interpretadores. Utiliza comandos simples, performativas ou ações, podendo ser usada como base de comunicações mais complexas como negociação, acordos, entre outros.

Usa o tipo de comunicação ponto a ponto, mais permite outras formas de comunicação e participação de agentes especializados, independentemente da plataforma ou formato de dados (EASTMAN, 2002).

Para transações utilizando o protocolo KQML, existem três situações possíveis de iterações entre as partes envolvidas, onde:

- (i). O cliente faz uma pergunta e espera uma resposta;
- (ii). O cliente faz uma pergunta, recebe uma resposta, monta outra pergunta, e continua o mesmo processo; e

⁵ Contém as regras relativas à combinação das palavras em orações, e as relações existentes entre as palavras.

⁶ Significado das palavras.

⁷ Considerado como modelo, norma, exemplo ou padrão.

⁸ Entende-se que a palavra performativa não faz parte do vocabulário da língua portuguesa, mas adota-se neste trabalho esta palavra referenciando-se a original da língua inglesa performative, devido a comunidade utilizá-la como termo técnico.

- (iii). O cliente monta uma pergunta e recebe a resposta em várias partes separadas.

O KQML é uma linguagem dividida em três camadas: a camada do conteúdo, a camada da mensagem e a camada da comunicação. O conteúdo refere-se ao real conteúdo da mensagem, a qual toda implementação KQML ignora, exceto para determinar as delimitações deste conteúdo (FININ et al., 1997).

O nível de comunicação descreve parâmetros de nível mais baixo, tais como identidade do emissor e receptor da mensagem e um único identificador associado à comunicação. A camada de mensagem, por sua vez, identifica o tipo de mensagem que um agente quer passar para outro, o que vai determinar o tipo de interação que vai ocorrer entre eles. A função primária desta camada é identificar o protocolo a ser usado e fornecer uma performativa a qual o emissor irá unir ao conteúdo. Então, como o conteúdo não é conhecido por KQML, serão também adicionadas outras descrições que irão identificar a linguagem e a ontologia⁹ que descreve o conteúdo (FININ et al., 1997).

A sintaxe do KQML é similar a da linguagem de programação LISP (*LIST Processing Programming*), composta da ação e de parâmetros. Estes parâmetros são definidos por pares *<:palavra-chave, valor>* da forma *(comando (:nome-Par parâmetro)*)*.

Na seqüência é apresentado um exemplo da sintaxe do KQML:

```
(ask-one
:receiver weather-station
:sender forecaster
:content rain(today, X)
:ontology "METRO"
:language prolog
:reply-with day10)
```

As performativas ou tipos de mensagens KQML são apresentadas na tabela 1, onde a letra (E) identifica o emissor, (R) o receptor e BCV (Base de Conhecimento Virtual) (Finin et al., 1997).

⁹ Definição das entidades e as relações entre elas, relevantes a um domínio.

Tabela 2.1- Mensagens em KQML

<i>ask-if</i>	E quer saber se o <i>:content</i> está na BCV de R
<i>ask-all</i>	E quer todas as respostas de R quando o <i>:content</i> for verdade para R
<i>ask-one</i>	E quer uma resposta de R quando o <i>:content</i> for verdade para R
<i>stream-all</i>	versão de respostas múltiplas de <i>ask-all</i>
<i>eos</i>	indica o fim de um fluxo de respostas
<i>Tell</i>	informa que a sentença está na BCV de E
<i>untell</i>	informa que a sentença não está na BCV de E
<i>deny</i>	a negação da sentença está na BCV de E
<i>insert</i>	E pede a R adicionar o <i>:content</i> em sua BCV
<i>uninsert</i>	E quer reverter uma ação de inserção
<i>delete-one</i>	E quer que R remova uma sentença de sua BCV
<i>delete-all</i>	E quer que R remova todas as sentenças indicadas na sua BCV
<i>undelete</i>	E quer reverter uma ação de limpeza (apagar)
<i>achieve</i>	E quer que R faça alguma coisa verdadeira no ambiente
<i>unachieve</i>	E quer reverter a ação de um arquivo
<i>advertise</i>	E quer que R saiba que ele pode processar uma mensagem
<i>unadvertise</i>	E quer que R saiba que ele não pode mais processar uma mensagem
<i>subscribe</i>	E quer mudar a resposta de R à uma mensagem
<i>error</i>	E considera a mensagem de R mal formada
<i>sorry</i>	E entende a mensagem de R, mas não pode dar uma resposta adequada
<i>standby</i>	E quer que R esteja pronto para responder uma mensagem
<i>ready</i>	E está pronto para responder uma mensagem recebida anteriormente de R
<i>next</i>	E quer as próximas respostas de R
<i>rest</i>	E quer as respostas restantes de R
<i>discard</i>	E não quer as respostas restantes de R
<i>register</i>	E anuncia a R sua presença no ambiente
<i>unregister</i>	E quer reverter a ação de registro
<i>forward</i>	E quer que R redirecione uma mensagem para o agente especificado em <i>:to</i>
<i>broadcast</i> ¹⁰	E quer que R envie uma mensagem para todos os agentes
<i>transport-address</i>	E quer associar seu nome com um novo endereço
<i>broker-one</i>	E quer que R encontre uma resposta para uma mensagem
<i>broker-all</i>	E quer que R encontre todas as respostas para uma mensagem
<i>recommend-one</i>	E quer saber qual agente pode responder a uma mensagem
<i>recommend-all</i>	E quer saber todos os agentes que podem responder a uma mensagem

Para Gruber, “ontologia é uma especificação sobre uma conceitualização” [GRUBER, 1993].

¹⁰ Broadcast é um tipo de mensagem que é enviada a todos os agentes da plataforma.

<i>recruit-one</i>	E quer que R tome quais agentes podem responder a uma mensagem
<i>recruit-all</i>	E quer que R tome todos os agentes que podem responder a uma mensagem

Os parâmetros utilizados nas performativas servem para descrever o conteúdo (ontologia, linguagem, aspecto), para efetuar a entrega (*rotear*), baseado no conteúdo sem ter acesso ao mesmo. Estas características são utilizadas para transmitir informações sobre a comunicação com o emissor, receptor e quem está enviando.

Alguns exemplos segundo UMBC (2002) de como os parâmetros devem ser passados para as performativas são descritos logo a seguir:

- (i). *:content* <expressão> | <performativa>
- (ii). *:aspect* <expressão>
- (iii). *:order* <primeiro | último | indefinido>
- (iv). *:sender* <palavra>
- (v). *:receiver* <palavra >
- (vi). *:language* <palavra>
- (vii). *:ontology* <palavra>
- (viii). *:in-reply-to* <expressão>
- (ix). *:reply-with* <expressão>
- (x). *:force* <palavra>
- (xi). *:comment* <string>
- (xii). *:code* <inteiro> => somente em caso de erro
- (xiii). *:name* <palavra>
- (xiv). *:to* <palavra>
- (xv). *:from* <palavra>

Na implementação que definiu a KQML, a mesma foi feita em duas versões uma em C e outra em LISP. Como na maioria das implementações, tinham algumas características opcionais da linguagem: programas especializados, um roteador, um facilitador, e uma biblioteca de rotinas de interface chamada, KRIL (*KQML Router Interface Library*) (EASTMAN, 2002).

A KQML já foi implementada em vários ambientes, através de uma API (*Application Program Interface*), de maneira diferente, por exemplo, (EASTMAN'S, 2004 E FININ et al., 1993):

- (i). **ABSE:** LISP;

- (ii). **DRPI:** TCP/IP Usava campos numa área externa para parâmetros;
- (iii). **KQeMail:** Usava o cabeçalho para parâmetros na Internet e e-mail; e
- (iv). **CORBA *Dynamic Invocation*:** Trata da invocação dinâmica proposta pela arquitetura CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*).

Isto permitiu para que a mesma se difundisse em ambientes com distintas capacidades e exigências de hardware, sendo que dependendo do meio de transporte usado, a implementação vai requerer mais ou menos trabalho e vai oferecer mais serviços. Com isto através do mapeamento das funções da KQML e do ambiente base e estarem acessíveis através de serviços da KQML, a maioria das implementações podem interagir diretamente (EASTMAN, 2002).

Apesar de estar utilizando um padrão para troca de mensagens, a comunicação entre agentes ainda necessita estipular qual o padrão do conteúdo da mensagem. Para tanto é necessário estabelecer uma definição de como os conhecimentos estarão representados.

2.6.3 Formato de Troca de Conhecimentos

KIF (*Knowledge Interchange Format*) ou formato de troca de conhecimento, é um formato de intercâmbio de conhecimento entre sistemas diferentes, que estende de SQL (*Structured Query Language*). Utiliza semântica declarativa e provê a possibilidade para a expressão de orações arbitrárias no cálculo de predicado de primeira ordem.

É utilizada para a representação de conhecimento, regra de raciocínio não monotônico, e possui suporte para a definição de objetos, funções e relações (LABROU, 2002).

Utilizando padrões como KQML e KIF para montagem e interpretação de mensagem, um SMA pode interagir com outros SMA através desta comunicação padronizada.

Além da comunicação, se faz necessário padronizar o desenvolvimento de um SMA para facilitar o seu desenvolvimento, estabelecendo tecnologias básicas ou bibliotecas de funções, que podem ser integradas para desenvolver sistemas complexos.

2.6.4 Padrão para Desenvolvimento de Sistemas Multi-Agente

Fundada em 1996, a FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agent*), disponível através da Internet pelo endereço <http://www.fipa.org/>, é uma associação internacional sem fins lucrativos, a qual tem o intuito de produzir especificações para interoperabilidade das diversas tecnologias de agentes. Tem como objetivo padronizar a utilização de agente de *software* através de uma combinação de discurso, lógica e ontologias públicas (FIPA, 2004).

Contribui não somente na parte conceitual como também estabelecendo tecnologias básicas que possa ser integrada no desenvolvimento de sistemas complexos.

A FIPA tentou agir sempre levando em conta que o tempo para desenvolver e completar o padrão não deveria ser longo. Esta ação facilita o desenvolvimento de imediato.

Outro ponto fundamental é que a FIPA procurou padronizar somente os componentes mais externos dando mais liberdade aos projetistas para construírem seus agentes atendendo todas as características negociais (WQOS, 2004). Desta forma os projetistas podem explorar quaisquer metodologias para resolução de seus problemas.

Com base nessas premissas e aspirações foi produzido o FIPA97 (FIPA 2004) que especifica as regras normativas que permitem a uma sociedade de agentes existir, interoperar e ainda ser administrável.

Basicamente, o FIPA97 identifica os papéis de alguns agentes necessários para a administração da plataforma, sendo que quatro foram identificados como obrigatórios em uma plataforma de agentes (FIPA, 2004):

- (i). **MAS (*Agent Management System*)**: É o agente que supervisiona e controla o acesso a plataforma. É responsável pela autenticação e controle de inscrições;
- (ii). **ACC (*Agent Communication Channel*)**: É o agente responsável pela comunicação entre agentes internos ou externos a plataforma, sendo que para comunicações externas apóia-se no IIOP¹¹ (*Internet Inter-Orb Protocol*) para interoperabilidade entre plataformas diferentes;
- (iii). **DF (*Directory Facilitator*)**: É o agente que provê um serviço de página amarela para a plataforma de agente; e

¹¹ Comunicação padrão para os objetos distribuídos sobre redes TCP/IP. Utilizado para que os programas escritos em línguas de programação possam comunicar-se.

- (iv). **ACL (*Agent Communication Language*)**: Agente de Linguagem de Comunicação está baseado em mensagens, onde os agentes se comunicam formulando mensagens individuais e enviando uns para aos outros.

A figura 2.3 mostra os papéis obrigatórios para a administração de uma plataforma de agentes (FIPAOS, 2004).

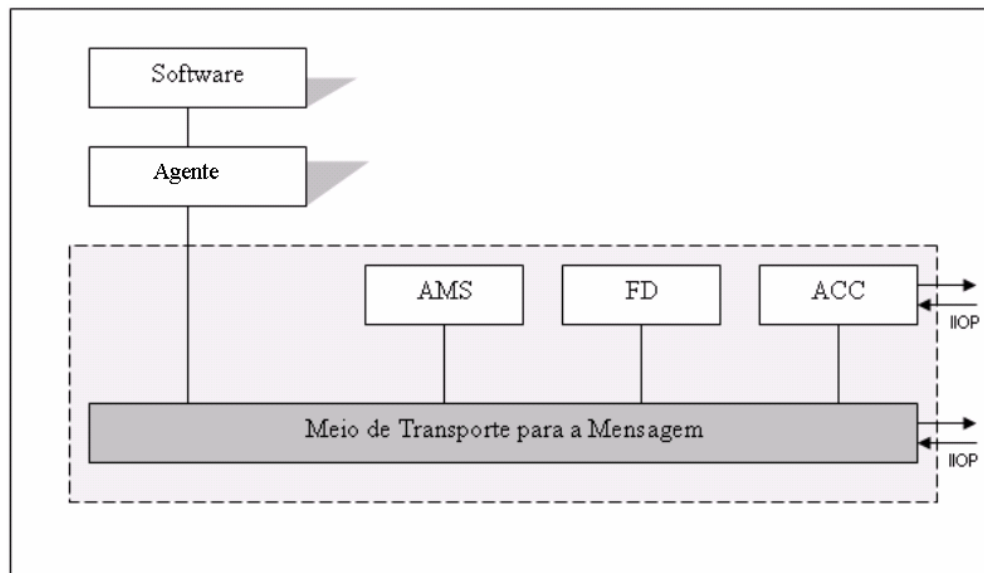


Figura 2.3 - Modelo de Referência da Plataformas de Agentes FIPA

O padrão FIPA define a codificação e sintaxe da comunicação entre agentes, mas não fixa um mecanismo específico para o transporte interno das mensagens, muito menos a linguagem do conteúdo da mensagem. Ao invés, como os agentes são diferentes, é possível à utilização de tecnologias diferentes. A sintaxe do ACL é muito parecida com KQML, apresentada no capítulo anterior. Porém, apesar da semelhança sintática, há diferenças fundamentais entre KQML e ACL, sendo a mais evidente a existência de uma semântica formal para ACL a qual deveria eliminar qualquer ambigüidade e confusão (WQOS, 2004).

Também são especificados no padrão da FIPA os aspectos particulares do agente-*software*, integração, mobilidade do agente e segurança (FIPA, 2004).

2.6.5 Frameworks para Sistema Multi-agente

De acordo com a definição de Grady Booch, um *framework* pode ser visto como um padrão de arquitetura cuja modelagem reflete uma infra-estrutura reutilizável e adaptável a algum contexto (LIMA, 1994).

Um *framework* para desenvolvimento de *software* é uma técnica orientada a objetos de reuso (JOHNSON, 1997).

Um *framework*, em geral, apresenta as seguintes características:

- (i). É composto por múltiplas classes ou componentes, cada um devendo prover uma abstração de um conceito particular;
- (ii). Define como essas abstrações trabalham juntas para resolver um problema;
- (iii). Seus componentes são reusáveis; e
- (iv). Organiza padrões em alto nível.

Um *framework* deve prover ainda:

- (i). Um comportamento genérico que diversas aplicações fazem uso. Além de definir uma estrutura de classes ou estruturas de controle, permitindo a reutilização de código;
- (ii). Estabelece uma estrutura genérica pertinente a aplicações em um determinado domínio; e
- (iii). Possuir a implementação dos seguintes tipos de métodos:
 - Métodos totalmente independentes, que não necessitam serem novamente implementados;
 - Métodos com uma implementação padrão, que podem ser reimplementados de acordo com a necessidade;
 - Métodos modelos, que definem uma estrutura de controle comum para o *framework*;
 - Métodos abstratos, que possuem uma arquitetura padrão, mas ainda devem ser implementados.

Existem alguns *frameworks* para desenvolvimento de sistema multi-agente. Na tabela 2.2 apresentam-se alguns *frameworks* para desenvolvimento de SMA e algumas de suas principais características:

Tabela 2.2 – Alguns *frameworks* para desenvolvimento de SMA

ADAPET	<p>ADEPT (<i>Advanced Decision Environment for Process Tasks</i>) O'BRIEN e WIEGAND (1997), fornecem uma infra-estrutura para o desenvolvimento de agentes de <i>softwares</i>, combinando plataformas com objetos distribuídos, técnicas de negociação e agentes de <i>software</i> para controlar processos de negociações.</p>
agentTool	<p>agentTool é uma ferramenta com visual gráfico desenvolvida em <i>Java</i>, que auxilia o usuário na análise, desenho e implementação de sistemas multi-agente (SCOTT, 2001a). Suporta o desenvolvimento de projetos através da metodologia MaSE (<i>Multiagent Systems Engineering</i>) (SCOTT, 2001b). Características como segurança e protocolos de comunicação e na geração de outros agentes baseados em agentes já desenhados no sistema são incorporados pelo sistema.</p>
FIPA-OS	<p>FIPA-OS é um conjunto de ferramentas, orientado a componentes, para construir agentes de <i>software</i> seguindo os padrões da FIPA (FIPAOS, 2001). Desenvolvido através de pesquisas da <i>Nortel Networks Harlow Laboratories</i> do Reino Unido FIPAOS (2004), é uma implementação de código aberto, feita em <i>Java</i>, que possui elementos obrigatórios pertencentes ao padrão FIPA para a interoperabilidade de agentes.</p>
FraMaS	<p>FraMaS é um <i>framework</i> proposto para SMA e sua sigla é o acrônimo de <i>Framework</i> para SMA. Foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação <i>Java</i> devido a prover uma arquitetura independente de plataforma (AVANCINI, 2000).</p>
JADE	<p>O JADE <i>Framework</i> JADE (2004) e WQOS (2004) é um <i>framework</i> para o desenvolvimento de SMA que segue as padronizações da FIPA. É um <i>software</i> aberto (<i>open-source</i>), possui portabilidade e foi desenvolvido em linguagem <i>Java</i>, uma promissora linguagem de programação em ambientes distribuídos e de fácil implementação.</p>
JAFMAS	<p>JAFMAS (<i>Java-Based Framework for Multi-Agent Systems</i>) CHAUHAN (1997) provê uma metodologia genérica para auxiliar no desenvolvimento de SMA. Esta metodologia segue cinco passos: identificação do agente, identificação do tipo de comunicação, identificação dos meios de comunicação, análise do modelo de comunicação, implementação. Foi desenvolvido em <i>Java</i>, comporta comunicação, lingüística e suporte a coordenação dos agentes das atividades através da sintaxe <i>Java</i>.</p> <p>Sua comunicação suporta mensagens em grupo ou direcionada, dependendo da necessidade. O suporte a lingüística é proporcionado pela comunicação através de KQML, tomado como base para comunicação</p>

	entre os agentes.
ZEUS	A ferramenta ZEUS consiste de um conjunto de componentes, escritos na linguagem de programação <i>Java</i> , que auxilia na construção de agentes de <i>softwares</i> . Possui uma ferramenta para a construção de agentes e um grupo de agentes de utilidades que incluem agentes responsáveis por controlar o serviço de nomes, encontrar o agente adequado para atender uma determinada solicitação e uma ferramenta para visualizar os agentes, facilitando assim o acompanhamento das atividades na plataforma (NWANA et al., 1999 E GIRARDI, 2004).

Existem outros *frameworks* para desenvolvimento de sistemas multi-agente, por exemplo, o sistema Artor SHMEIL, (1999) desenvolvido para tratar de negociações entre organizações artificiais.

Na tabela 2.2, foram apresentados alguns *frameworks* para desenvolvimento de SMA. Para este trabalho foi escolhido um *framework* que possua a qualificação para atender as seguintes características:

- (i). Ser *software* aberto, sem necessidade do pagamento de licença para sua utilização, pois a ferramenta foi utilizada apenas como pesquisa;
- (ii). Possuir portabilidade entre sistemas operacionais, disponibilizando assim flexibilidade de utilização; e
- (iii). Implementar os padrões para SMA estipulados pela FIPA.

Para este trabalho, buscou-se um framework que implemente algumas das características a seguir:

- (i). Implementar os padrões da FIPA. Desenvolvimento seguindo padrões utilizados pela comunidade internacional para desenvolvimento de SMA, possibilitando assim a integração com outros SMA;
- (ii). Ser *software* aberto. *Software* com licença livre para utilização além de permitir a adequação de seu código, caso alguma funcionalidade implementada não tenha adequação com as necessidades do sistema;
- (iii). Possuir portabilidade. Funcionamento independente do sistema operacional e plataforma de execução. Sendo similar a característica dos sistemas hospitalares serem confeccionados de maneiras isoladas dentro do sistema hospitalar, gerando assim variáveis tipos de sistemas operacionais e bases de dados, dentro da mesma instituição de saúde; e

- (iv). Ser orientada a objetos Suporta vários recursos e muito desempenho, como *multithreading*¹² e utilização de código nativo¹³. Por ser uma linguagem interpretada, o *Java* pode ser executado em qualquer plataforma ou equipamento que possua um interpretador *Java* além de possuir suporte a operações em banco de dados.

Da relação de *frameworks* apresentados na tabela 2.2, foi escolhido para este trabalho o JADE, devido a atender as características descritas acima.

2.7 JADE Framework

O JADE (2004) e WQOS (2004) é um *framework* para o desenvolvimento de sistemas multi-agente que segue as padronizações da FIPA, resultado de um trabalho colaborativo da Universidade de Parma, com alguns colaboradores como Daniel Le Berre, Kaveh Kamyab, Bernard Burg e sua equipe na HP Palo Alto e EPFL.

Trata-se de uma camada de *software* entre a rede e as aplicações (*middle-ware*) de agentes que implementa uma plataforma de agentes e um *software* de desenvolvimento, ou seja, não apenas facilita o desenvolvimento como também é utilizado para o gerenciamento de agentes. Neles estão inclusos dois produtos, um compilador FIPA, e um pacote de desenvolvimento (WQOS, 2004).

Sua meta é simplificar o trabalho ao mesmo tempo em que assegura o padrão *middle-ware*, que implementa uma plataforma de agentes e um *software* de desenvolvimento, utilizando a linguagem de programação *java*, ou seja, não apenas facilita o desenvolvimento como também é utilizado para o gerenciamento dos agentes (WQOS, 2004).

A plataforma pode ser distribuída em várias máquinas, independente do sistema operacional e suas configurações, podendo ser controlada por uma interface gráfica remota, GUI (*Graphical User Interface*).

Desenvolvido como *software* aberto¹⁴, está disponível sob licença LGPL em: <http://sharon.csel.it/projects/jade>. O Framework suporta também a definição,

¹² Execução de processos paralelos. Funcionando de diversos processos em seqüência rápida dentro de um único programa.

¹³ Funções programadas em outra linguagem que pode ser executado a partir do *Java*

¹⁴ Código aberto não significa apenas acesso ao código fonte, dá direitos aos usuários de copiar e distribuir, aperfeiçoar, e incorporar o produto em programas proprietários.

armazenamento e carregamento de novas ontologias. O JADE foi testado com sucesso na Siemens, Broadcom e Universidade de Parma na Itália (JADE, 2004).

Possui algumas características importantes descritas a seguir JADE (2004):

- (i). Transporte de mensagens: Possui um mecanismo interno para tratamento do transporte de mensagens;
- (ii). Mobilidade dos agentes: Oferece uma GUI para permitir o controle de vários agentes e plataformas ao mesmo tempo;
- (iii). Implementação de aplicações multi-domínio: A interface simplifica o registro de agentes em um ou mais domínios; e
- (iv). Transparência na comunicação: Trata de forma transparente ao usuário com todos os aspectos da comunicação.

O JADE é implementado em *Java*, sendo utilizada tal linguagem devido às inúmeras vantagens apresentadas por essa, tais como ser portabilidade, robustez, segurança, dinamismo, ser orientada a objetos e possuir suporte a operações em Banco de Dados, além de largamente utilizada atualmente (WQOS, 2004).

O JADE é composto dos seguintes pacotes principais JADE (2004) e WQOS (2004):

- (i). O pacote `jade.core`, que implementa o *kernel* do sistema. Ele inclui a classe, uma classe de comportamento que está contida no subpacote `jade.core.behaviours`. *Behaviour* é uma implementação de uma tarefa ou intenção do agente. Os programadores definem os agentes e escrevem os comportamentos esperados;
- (ii). O subpacote `jade.lang.acl` é provido para processar as ACLs de acordo com as especificações da FIPA;
- (iii). O pacote `jade.content` é utilizado para permitir a utilização das ontologias e conteúdos de linguagem, definidos pelo usuário;
- (iv). O pacote `jade.domain` contém todas as classes *Java* que definem os agentes de gerenciamento de entidades estabelecidos pela FIPA, em particular o MAS (*Agent Management System*) e DF, além de outros conceitos como mobilidade e *sniffers*;
- (v). O pacote `jade.gui` contém um conjunto de classes úteis para criar os GUIs para exibir e editar informações pertinentes aos agentes;

- (vi). O pacote `jade.mtp` contém uma interface *Java* que todo protocolo de transporte de mensagens deve implementar para ser integrado ao JADE;
- (vii). O pacote `jade.proto` contém classes para modelar protocolos de interação (*fipa-request*, *fipa-query*, *fipa-subscribe*), dentre outros definidos pela FIPA
- (viii). O pacote FIPA contém o módulo para tratamento de mensagens baseadas no IIOP *transporte*; e
- (ix). O pacote `jade.tools` contém algumas ferramentas que facilitam a administração da plataforma.

O JADE possui um conjunto de ferramentas desenvolvidas para controlar o SMA e auxiliar no desenvolvimento e acompanhamento das execuções dos agentes em sua plataforma.

Atualmente estão disponíveis as seguintes ferramentas JADE (2004) e WQOS (2004):

- (i). AMR (Agente de Monitoramento Remoto): É o agente responsável pela administração e controle da plataforma, sendo que mais de uma GUI pode ser ativada. O JADE mantém coerência entre estes agentes através de envio de mensagens entre eles. Na figura 2.4, é apresentada a tela do AMR, com o *container*¹⁵ *Main-Container* e os agentes MAS, AMR e DF;

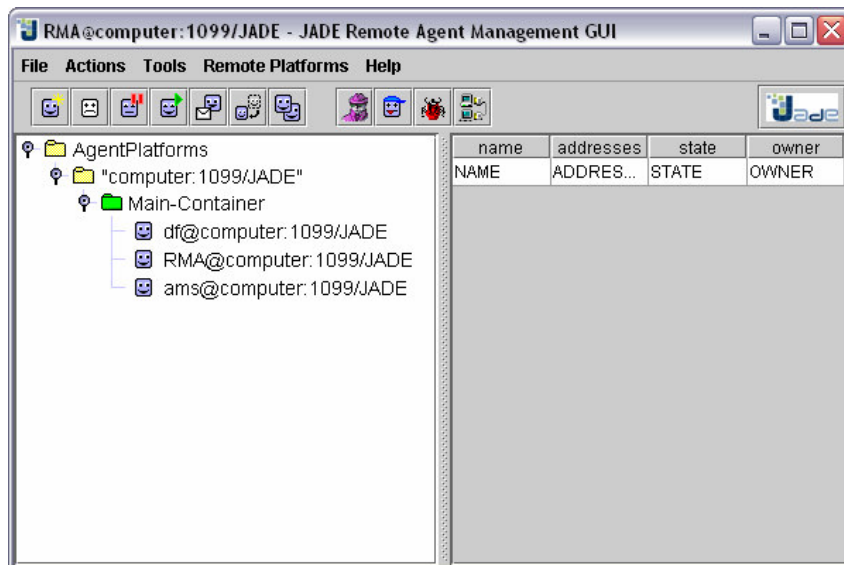


Figura 2.4 – Tela do Agente de Monitoramento Remoto

¹⁵ Agente que provém todo o suporte para a execução dos demais agentes.

- (ii). *Dummy Agent*: Agente de monitoramento e *debugg*. Esta ferramenta possui funções típicas tais como enviar, receber e armazenar mensagens ACL. Na figura 2.5 é apresentada a tela do agente *dummy*;

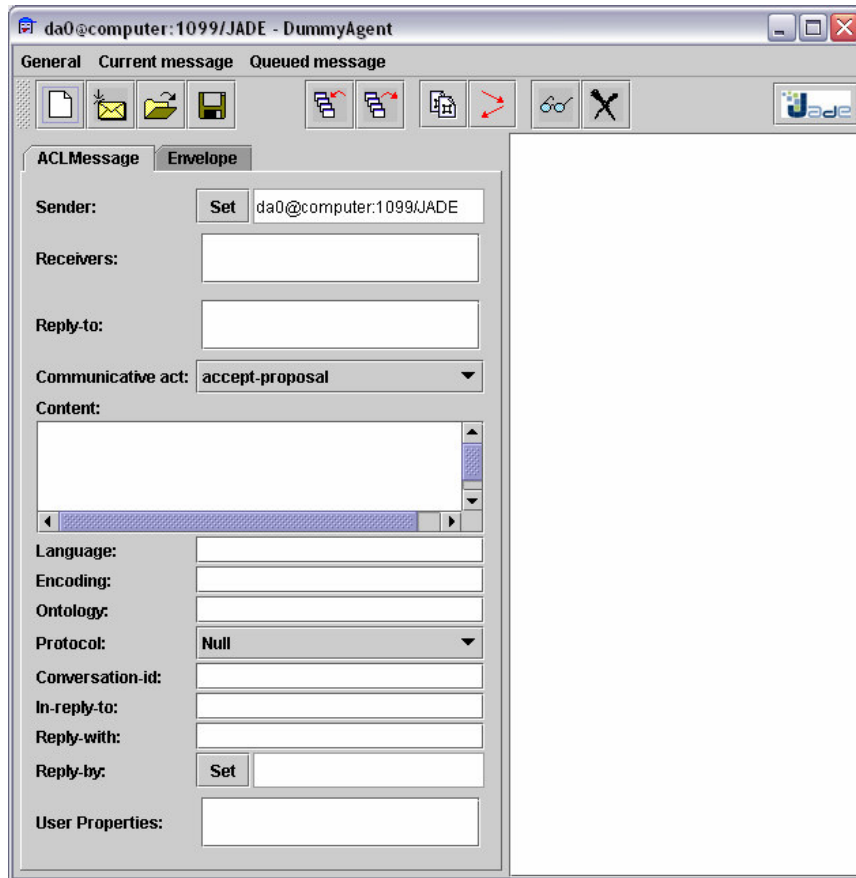


Figura 2.5 – Tela do Agente *Dummy*

- (iii). *Sniffer Agent*: Ferramenta utilizada para acompanhar e salvar em arquivo a comunicação entre agentes. Essa ferramenta é capaz de interceptar as mensagens ACL em trânsito e exibir uma anotação gráfica muito semelhante ao diagrama de seqüência da UML (*Unified Modeling Language*). Na figura 2.6 é apresentada a tela do agente *sniffer*;

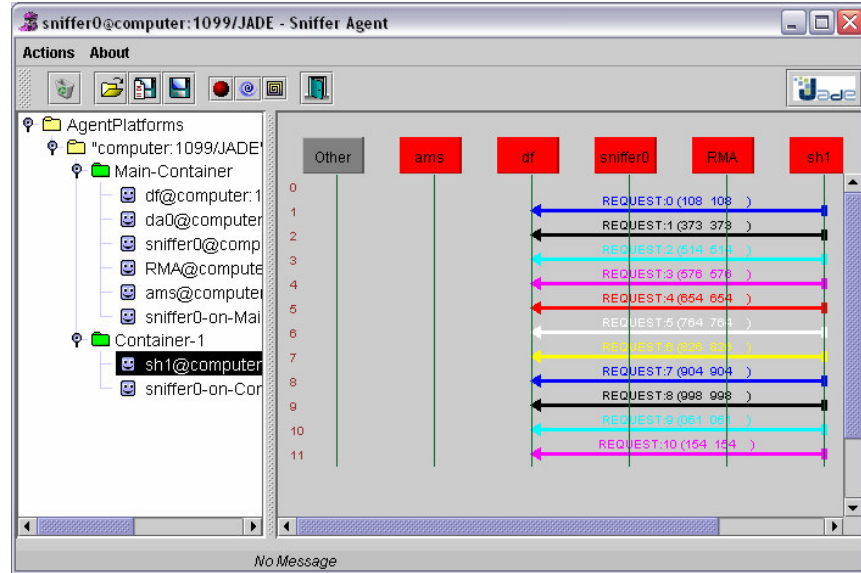


Figura 2.6 – Tela o Agente *Sniffer*, como anotação gráfica semelhante a UML

- (iv). *Introspector Agent*: Ferramenta muito útil que permite monitorar o ciclo de vida dos agentes, suas mensagens ACL trocadas e os *behaviours* em execução. Na figura 2.7 é apresentada a tela do agente *introspector*, monitorando o agente *sniffer*;

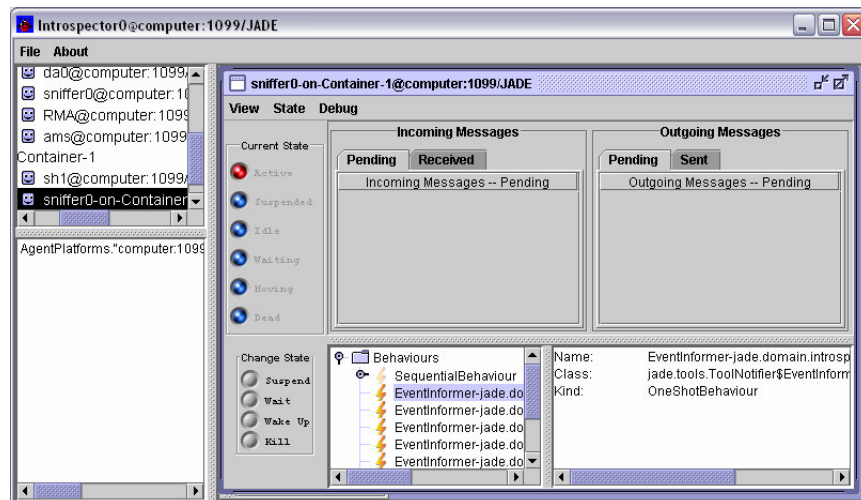


Figura 2.7 – Tela do Agente *Introspector*

- (v). *SocketProxyAgent Agent*: Módulo que age como uma porta bidirecional entre a plataforma e uma conexão TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*). As mensagens ACL trafegam sobre o serviço de

transporte JADE, e são convertidas para ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Este agente é útil para manipular *firewalls* ou prover interações entre a plataforma outros aplicativos através de uma conexão *socket*; e

- (vi). *DF GUI*: Este GUI permite um simples e intuitivo modo para controlar a base de conhecimentos, ou seja, provê o serviço de "páginas amarelas" (Lugar onde os agentes registram as capacidades e habilidades que são capazes de executar). Na figura 2.8 apresenta a tela do agente DF.

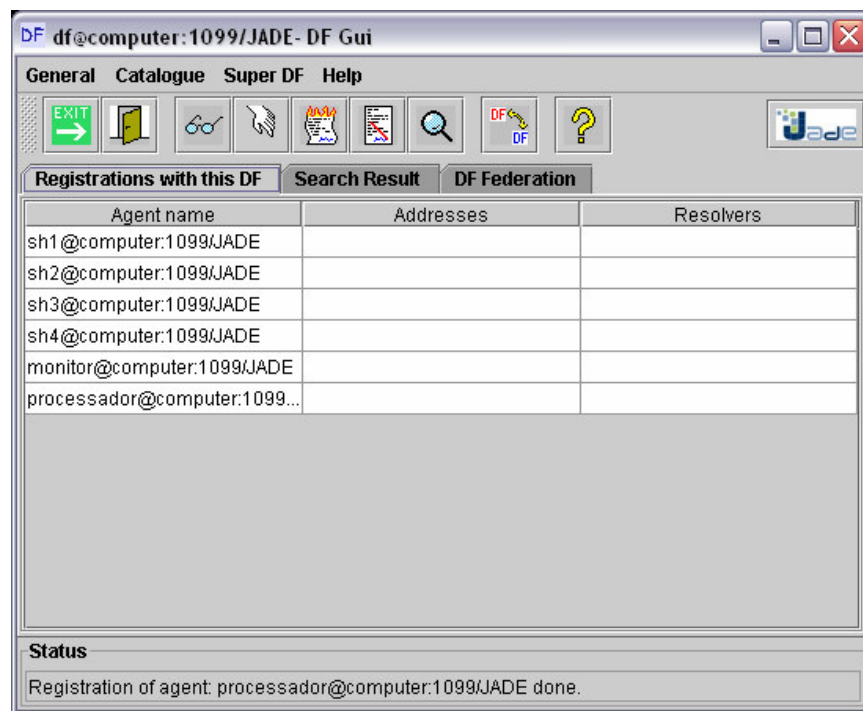


Figura 2.8 – Tela do Agente DF

O JADE é uma plataforma distribuída onde os *containers*, podem estar distribuídos entre várias máquinas na rede, sendo que apenas uma *JVM* (*JAVA Virtual Machine*) é executada em cada máquina.

Para que ocorra a interação entre os *containers* espalhados na rede, estes utilizam *RMI* (*Remote Method Invocation*), a execução de métodos remotos, porém apenas uma máquina terá um *container* principal que se difere das demais devido ao fato de não conter *AMS* (*Agent Management System*), o *DF* e o módulo *IIOP*. O *JADE Container Agent*, *container* não principal, é um servidor *RMI* que localmente administra a plataforma (JADE, 2004 E WQOS, 2004).

Na figura 2.9, é mostrado um sistema desenvolvido em JADE, executando suas ações em mais de uma máquina (*host*).

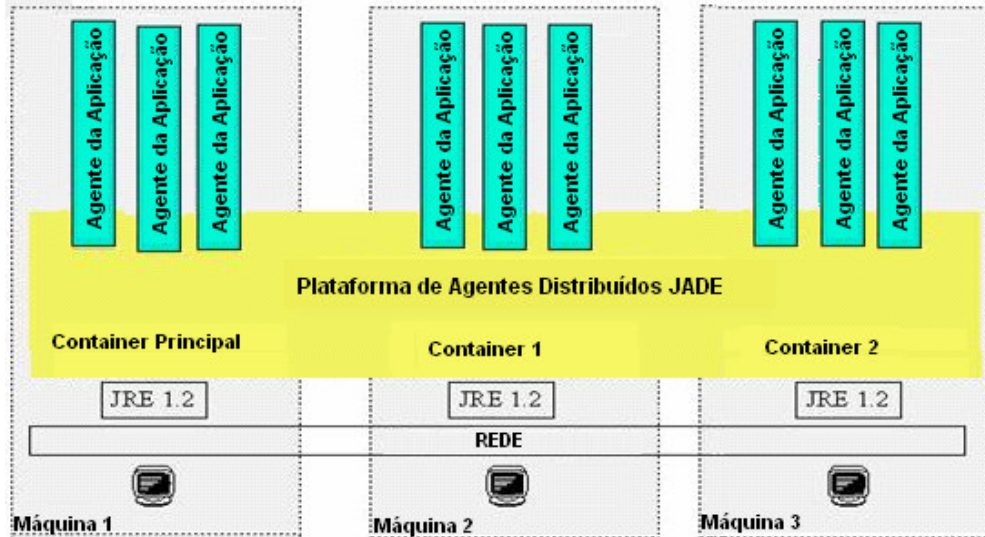


Figura 2.9 - Plataforma JADE executando em máquinas distribuídas (JADE, 2004).

2.7.1 Agentes na Plataforma JADE

Na sequência são apresentadas algumas características JADE (2004) e WQOS (2004) quanto a execução de agentes na plataforma JADE.

Ao iniciar o sistema, os agentes recebem seus identificadores únicos globais GUID, sendo que o MAS registra automaticamente os agentes criados. O nome do agente é composto por um apelido, adicionado o caractere @ e o nome do host.domínio: porta/JADE; por exemplo agente@mycomputer:1099/JADE. Cada *container* é um ambiente de execução *multithreaded*.

Um agente é visto pela plataforma como um objeto ativo que carrega consigo uma *thread* de controle. Ele é completamente autônomo, controla sua execução, decide quando ler as mensagens e quais ler, pode iniciar diversas conversações simultâneas e executar varias tarefas concorrentemente.

O programador usa os *behaviours* para modelar as ações que o agente é capaz de executar, usa-se uma *thread* por agente e não por *behaviour*, o que mantém razoável o número de *threads* necessárias para rodar o JADE. Os *behaviours* trabalham em modo de atividades cooperativas. Cada *behaviour* deve ceder o controle para permitir que os outros possam ser executados.

O *framework* já inclui uma biblioteca de protocolos de interação e de comportamentos genéricos, que podem ser customizados.

O JADE suporta mobilidade intra-plataforma e clonagem: os agentes podem migrar entre os *containers*; podem ser gerados clones entre os *containers*; podem ser iniciados pelo próprio agente ou solicitados pela plataforma via AMS.

Na visão do programador um agente JADE é uma instância de uma classe *Java*. Um agente é mapeado numa classe *Java* definida pelo usuário e as tarefas do agente são mapeadas nas subclasses definidas pelo usuário da classe *behaviour* em `jade.core.behaviours`.

Não há necessidade de implementar plataforma uma vez que o JADE inclui o AMS, o DF e o ACC que são iniciados automaticamente com a plataforma.

O AMS controla o ciclo de vida dos agentes, criação remota, migração, clonagem entre outros, dentro da plataforma JADE, ativa e/ou desativa os protocolos de transporte de mensagem, o MTP (*Message Transport Protocol*) nos *containers*, realiza pesquisas nas “páginas amarelas” da plataforma, controla e supervisiona o acesso a plataforma e ainda mantém um diretório com os AID (identificadores dos agentes) e o estado de cada agente. Cada agente deve registrar-se com AMS para conseguir um AID válido.

O sistema de transporte de mensagens, é um componente de *software* que controla todas as trocas de mensagens, inclusive mensagens para plataformas remotas.

Os agentes da plataforma JADE podem estar em diversos estados de acordo com o ciclo de vida especificado pela FIPA. Os estados são:

- (i). **AP_ INTIATED:** O agente está construído, contudo ainda não se registrou na AMS. Não tem nem um nome nem um endereço e não pode comunicar com outros agentes;
- (ii). **AP_ ACTIVE:** O agente está registrado com AMS, portanto já possui seu AID e podem ter acesso as várias características JADE;
- (iii). **AP_ SUSPENDED:** O agente está atualmente parado, sua *thread* interna está suspensa e nenhum *behaviour* esta sendo executado;
- (iv). **AP_ WAITING:** O agente está bloqueado, esperando por algo. Sua *thread* está dormindo temporariamente;
- (v). **AP_ DELETED:** O agente definitivamente está eliminado. Sua *thread* interna foi terminada e o agente não está mais registrado na AMS;

- (vi). **AP_ TRANSIT:** Um agente móvel entra neste estado enquanto está migrando. O sistema continua armazenando as mensagens que serão enviadas a nova localidade;
- (vii). **AP_ COPY:** Esse estado é usado internamente pelo JADE para identificar que estão iniciando o processo de clone deste agente; e
- (viii). **AP_ GONE:** Esse estado é usado internamente pelo JADE quando o agente móvel migrou para uma nova localidade e possui um estado estável.

O JADE pode ser integrado com outras ferramentas, por exemplo, JESS (*Java Expert System Shell*) disponível na Internet no endereço <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>, que é um “*script shell*” para construção de sistemas especialistas baseados em regras desenvolvido em Java FRIEDMAN-HILL (2002), devido a sua padronização através das definições da FIPA, podendo funcionar como motor que executa o raciocínio necessário para o agente.

Capítulo 3

Revisão Bibliográfica

3.1 Inteligência Artificial

3.1.1 Inteligência Artificial em Saúde

No início, a Inteligência Artificial Médica foi uma grande comunidade de pesquisa baseada nos Estados Unidos, relacionada a IA aplicada em medicina. A maioria dos sistemas desenvolvidos tinha a função de auxiliar no processo de diagnósticos (CUER E HIRABARA, 2004).

Como as promessas dos programas de diagnósticos não se concretizaram, seguiu-se uma crescente desilusão com tais sistemas. A maioria deles não passou dos laboratórios de pesquisa, parcialmente porque não ganharam apoio suficiente dos clínicos para permitir sua introdução em tarefas diárias. Muitos outros se transformaram em sistemas especialistas educacionais (CUER e HIRABARA, 2004).

Neste período foram desenvolvidos vários sistemas de apoio à decisão médica de variadas complexidades.

Logo após o desenvolvimento de sistemas especialistas específicos, foi reconhecido que eles eram fáceis de programar, mas que a parte que exigia raciocínio era a aquisição de conhecimento. Isto pode levar de 2 a 10 anos, dependendo do tamanho do sistema. Portanto, foi feito um grande progresso na direção do desenvolvimento na parte de *softwares* genéricos de sistemas especialistas. Grande parte da dificuldade inicial está na forma que os responsáveis pelo desenvolvimento se firmaram na prática clínica, indo algumas vezes contra os métodos utilizados pelos profissionais da área de saúde (SILVEIRA, 1998).

Esta forma de desenvolvimento gerou descrença quanto à aplicabilidade da IAM. Atualmente, o que se tem em mente é projetar sistemas se baseando em métodos utilizados pelos profissionais da área de saúde, buscando assim se ter benefícios reais com a utilização de programas inteligentes.

A seguir são apresentados alguns sistemas que utilizam IA em diversas áreas de saúde:

- (i). **PUFF:** Sistema para interpretação automática de funções pulmonares, gerando diagnóstico de distúrbios respiratórios. Foi o primeiro sistema desenvolvido utilizando o EMYCIN (*Essential MYCIN*). Inclui modelos de interpretação e aquisição de conhecimentos (AIKINS et al., 1983);
- (ii). **SETH:** É um sistema especialista desenvolvido com o *shell script*¹⁶ KBMS (*Knowledge Base Management Systems*), ou seja Sistema de Gerenciamento de Base de Conhecimento, usado para ajudar em exames de toxicologia clínica (DARMONI et al., 1995);
- (iii). **NeoGanesh:** Usado para monitorar a respiração dos pacientes internados em UTI's. Interpreta dados em tempo real. Desenvolve uma estratégia terapêutica para reeducar gradualmente os músculos respiratórios do paciente. Seu desenvolvimento baseando em orientação a objetos e regras de produção implementado na linguagem de programação *Smalltalk-80* (DOJAT et al., 1997);
- (iv). **VIE-PNN:** Sistema especialista de representação do conhecimento clínico e teórico sobre a composição da nutrição dos pais para recém-nascidos que estão em tratamento na incubadora. A versão atual do sistema, 5.2, está implementada como uma aplicação *client/server* para a Internet, utilizando *Pearl* como *HTTP Server* (HORN et al., 2002);
- (v). **POEMS:** Sistemas de suporte a decisão para tratamento pós-operatório. Recebe interativamente os dados obtidos dos pacientes baseados na estratégia padrão usado pela equipe médica de funcionários (SAWAR, et al., 1991 E CUER e HIRABARA 2004);
- (vi). **PEIRS:** Interpreta relatórios com 95% de acertos. Estes relatórios podem ser: testes de função da tireóide, gases arteriais sanguíneos, testes de tolerância de glicose, etc; A estratégia de aquisição do conhecimento é através do método

¹⁶ Um programa que executa uma seqüência de comandos.

RDR (*Ripple Down Rules*), que é uma lista das regras encadeada, e que efetua o tratamento de possíveis exceções (SCHEFFER, 1996 E EDWARDS et al., 1993);

- (vii). **GermWatcher:** Procura por infecções hospitalares, monitorando dados de uma cultura microbiológica do sistema do laboratório do hospital; Foi utilizado para seu desenvolvimento *Sybase ISQL scripts, Bourne shell scripts* e CLIPS (KAHN, 1993);
- (viii). **Hepaxpert:** Este sistema faz a interpretação automática de testes para hepatite A e B (HOFMANN et al., 1995);
- (ix). **Coulter Facility:** Funciona como um consultor e também como ferramenta educacional no laboratório de hematologia (LAWRENCE et al., 2004);
- (x). **Dxplain:** Auxilia no diagnóstico, tomando um conjunto de descobertas clínicas, como sinais, sintomas e dados laboratoriais (BARNETT et al., 1987);
- (xi). **MEDAS:** É um sistema especialista de diagnóstico que utiliza rede *bayesiana*, projetado para ajudar o médico em determinados diagnóstico, testes de ordenação, e prescrição de tratamento. Ele pode tratar pacientes com uma ou mais doenças (GEORGAKIS et al., 1990);
- (xii). **SEC:** O Projeto SEC foi concebido junto com a Fundação Baiana de Cardiologia, com objetivo de apoiar o médico não cardiologista no diagnóstico de eventos agudos da cardiopatia isquêmica. Seus usuários serão, portanto, médicos não especialistas em cardiologia em unidades periféricas urbanas de atendimento, de natureza primária da rede pública de saúde. O SEC poderá, ainda, ser utilizado por estudantes de medicina para fins de aprendizado, sem ter as características de um tutorial (SEC, 2001);
- (xiii). **PHOENIX:** Auxilia na escolha dos melhores procedimentos radiológicos (KAHN, 2001 E CUER e HIRABARA, 2004); e
- (xiv). **ESPRIT P599:** Desenvolvido a partir de um assistente especialista para eletromiografia. O assistente, um sistema de apoio à decisão, capaz de dar sugestões de diagnóstico e também de tratamento. O resultado final consiste de uma grande rede *bayesiana* chamada MUNIN, modelada a partir de uma pequena porção do sistema neuro-muscular humano (ANDREASSEN, et al., 1989).

3.1.2 Rede *Bayesiana* em Saúde

Redes *bayesianas* PEARL (1988), são modelos de representação do conhecimento, que trabalham com o conhecimento incerto e incompleto. Os cálculos efetuados por estas redes, são baseados no teorema de Bayes, publicado pelo matemático Thomas Bayes em 1763 (RICH e KNIGHT, 1991).

Estas redes aplicadas a problemas médicos, apresentam um modelo gráfico com relações causais que tentam aproximar os mecanismos utilizados naturalmente por médicos em sua prática cotidiana. Por esse motivo, redes bayesianas estão entre as ferramentas de IA que têm tido maior sucesso em aplicações práticas para a medicina (SAHEKI, et al., 2004; BEINLICH, et al., 1989 E DIÉZ, et al., 1997).

A seguir são citados alguns aplicativos desenvolvidos utilizando redes *bayesianas* em saúde. Destaca-se também o sistema desenvolvido por BELTRÃO (2005), utilizado neste trabalho para efetuar o cálculo do potencial de risco de IH em um determinado paciente de UTI-Neonatal.

3.1.3 Um Sistema de Busca Especializado na Área da Saúde

O sistema Akwanmed, é um sistema de busca para uso na Internet especializado na área de saúde, desenvolvido através de um método de categorização automática de documentos para a área da saúde, que combina características dos sistemas de recuperação de informação tradicionais e a Internet (VALE, et al., 2002).

É baseado no modelo HiMeD (LIMA, LAENDER e RIBEIRO-NETO, 1998) de categorização automática e em um modelo de combinação de evidências através de redes *bayesianas*.

O modelo HiMeD de categorização automática de documentos médicos, permite que documentos da área da saúde sejam classificados e inseridos automaticamente em hierarquias contidas em vocabulários controlados (VALE, et al., 2002 E LIMA, LAENDER e RIBEIRO-NETO, 1998).

O sistema Akwanmed segundo VALE, et al., (2002), é dividido nos seguintes funções principais:

- (i). **Busca básica:** Encontra-se disponível nesta opção uma caixa de busca, onde o usuário especifica a sua consulta. O usuário também pode selecionar de

onde ele deseja recuperar a informação. MEDLINE¹⁷, BIREME¹⁸, Web ou de toda a base do sistema Akwanmed;

- (ii). **Diretório da área de saúde:** O sistema de busca Akwanmed organiza automaticamente os 12 milhões de documentos existentes em sua base em um diretório da área da saúde baseado no vocabulário MeSH, sendo que o vocabulário MeSH é organizado de forma hierárquica em diversos níveis de código;
- (iii). **Busca temática:** Através desta opção de busca, o usuário pode informar ao sistema que deseja receber informação de determinado tema como, por exemplo, Cardiologia. Dessa forma, o sistema filtra para o usuário apenas informações sobre esse tema; e
- (iv). **Assistente de consulta:** Através do assistente de consulta, o usuário pode especificar um caso clínico ou um documento científico e encontrar documentos relacionados a essa informação.

O sistema Akwanmed possui como característica principal ser destinado à utilização por usuários sem conhecimento de sistemas de informação bibliotecária. Disponibiliza acesso através de uma única interface, a informações contidas em diversas fontes da área da saúde.

Ainda possui as facilidades de tradução automática da consulta, a busca por conceitos, o assistente de consulta e um diretório da área da saúde.

3.1.4 Uma Rede Bayesiana Aplicada ao Diagnóstico de Doenças Cardíacas

Consiste em um sistema de suporte à tomada de decisão médica baseado em métodos probabilísticos, destinado ao diagnóstico de doenças cardíacas e um modelo matemático para obtenção de probabilidades (SAHEKI et al., 2004).

A rede desenvolvida para este projeto, refere-se a um problema de diagnóstico de doenças cardíacas onde a principal questão a ser respondida é se o paciente que se

¹⁷ MEDLINE (*Manufacturer and Distributor of Health Care Supplies*), Disponível na internet no endereço <http://www.medline.com/>. Acesso em 10/2004. (MEDLINE, 2004)

¹⁸ A BIREME têm como missão contribuir para o desenvolvimento da saúde nos países da América Latina e do Caribe, através da promoção do uso da informação científico-técnica em saúde, Disponível na internet no endereço <http://www.bireme.br/>. Acesso em 10/2004. (BIREME, 2004)

apresenta em um posto de saúde público com falta de ar, necessita de cuidados mais especializados necessitando ser encaminhado para um hospital (SAHEKI, et al., 2004).

Para tanto, foi desenvolvida uma rede *bayesiana* com o objetivo de diminuir o número de probabilidades necessárias, foi adotada a generalização do modelo matemático *noisy-or* (HECKERMAN E BREESE, 1994). Segundo SAHEKI, et al., (2004), “o modelo *noisy-or* pode ser considerado útil durante a quantificação de uma rede, pois, quando não existem informações suficientes para se realizar a quantificação de forma completa, este modelo possibilita uma aproximação adequada”.

3.1.5 Rede Bayesiana na Prevenção da Gestação de Alto Risco

A aplicação de uma rede bayesiana na prevenção da gestão de alto risco, tem por objetivo definir as variáveis essenciais à tomada de decisão. O sistema foi implementado utilizando a técnica de rede *bayesiana*, através do *shell* NETICA, da Norsys (NORSYS, 2004). A modelagem da rede foi realizada através da observação das variáveis essenciais ao processo de tomada de decisão para identificar uma gestante com probabilidade de desenvolver parto prematuro ou dar a luz à recém-nascido de baixo peso. As variáveis analisadas foram: idade, classe social, formação, dados clínicos e de exames complementares do pré-natal, histórico pessoal e familiar, dentre outros. Para estas variáveis se estabeleceram atributos e valores de probabilidades individuais através de análises de literatura e pesquisa com profissionais especialistas em Gestação de Alto Risco. Os grupos de fatores de risco para identificação do alto risco foram divididos em Sócios Econômicos, Comportamentais, Biológicos, História Ginecológica e Obstétrica pregressa, Intercorrências Obstétricas e Intercorrências Clínicas. Os resultados averiguaram o grau de assertividade do sistema criado e o grau de efetividade na redução da prematuridade e de recém nascidos de baixo peso (ABICALAFFE, AMARAL e DIAS, 2004).

No primeiro caso, com base em avaliações preliminares, estimou-se que o sistema tenha um grau de acerto na análise das variáveis possíveis de se identificar, questões de prematuridade e de recém nascido de baixo peso em mais de 90% dos casos. No segundo caso estimou-se uma redução de pelo menos 30% dos casos de prematuridade e de trabalho de parto prematuro além de mais de 40% dos casos de recém nascido de baixo peso. Além disso, estimou-se uma redução de pelo menos 10% nos custos com a saúde perinatal da população acompanhada comparada com a do grupo controle o qual irá se alcançar reduzindo-se a utilização e o tempo de

permanência em UTI-Neonatal além da redução dos internamentos e exames durante o pré-natal (ABICALAFFE, AMARAL e DIAS, 2004).

3.1.6 Sistema Especialista para Cálculo do Potencial de Infecção Hospitalar em UTI-Neonatal

O Sistema Especialista para Cálculo do Potencial de Infecção Hospitalar em UTI-Neonatal, foi desenvolvido em conjunto com a equipe médica e de enfermagem do Hospital Pequeno Príncipe, em Curitiba-PR, sendo escolhida a UTI-Neonatal, pois nesta unidade as fichas de busca ativa, utilizadas para investigação epidemiológica, continham as informações necessárias para a identificação do risco, foco deste trabalho (BELTRÃO et al., 2004).

O sistema corresponde a uma rede *bayesiana* desenvolvida através da ferramenta NETICA, da empresa Norsys, disponível na Internet no endereço <http://www.norsys.com> (NORSYS, 2004). Está rede foi treinada utilizando um conjunto de dados dos pacientes, correspondente a 30 dias de internamento.

A rede contém os seguintes nós:

Nutrição parenteral; Peso classificação; Sexo; Procedência; Permanência; Prematuridade; Tipo de internação; Infecção prévia; Hemotransfusão; Uso prévio antibiótico; Antibióticos-esquemas; Potencial contaminação cirurgia; Bolsa rota; Colonização nasal de entrada por microrganismo; Diagnóstico de risco; Outros procedimentos de risco; Tipo de cateter; Cateter central; Dreno tórax; Tempo ventilação mecânica; Ventilação mecânica; e Infecção Hospitalar.

A seguir na tabela 3.1, é apresentada a relação entre os nós contidos na rede *bayesiana* e os sistemas das unidades de saúde em que as informações estão disponíveis.

Tabela 3.1 – Relação dos nós da rede *bayesiana* com os sistemas das unidades de saúde

Sistema da unidade de saúde	Nó da rede <i>bayesiana</i>
Evolução do paciente	Ventilação mecânica
	Tempo ventilação mecânica
	Cateter central
	Tipo cateter central
	Nutrição Parenteral
	Dreno (tórax)
	Colonização nasal
Outros procedimentos de risco	
Prescrição eletrônica	Antibiótico-esquemas
Setor de Internação	Prematuridade
	Sexo
	Tipo internação
	Peso classificado
	Diagnóstico de risco
	Permanência
	Bolsa rota (+18h)
	Uso preventivo antibiótico
	Hemotransusão
	Infecção prévia
Procedência	
Centro cirúrgico	Potencial de contaminação da cirurgia
CCIH	Infecção Hospitalar

A investigação e escolha por estes nós e a atribuição da relevância de cada nó, nos valores calculados para o nó Infecção Hospitalar, nó que representa o potencial de risco, fez parte do trabalho desenvolvido por BELTRÃO (2005).

3.2 Jade em Saúde

O *framework* JADE pode ser aplicado para o desenvolvimento de SMA em diversos domínios de aplicações, devido ao seu desenvolvimento de forma genérica, facilitando assim a modelagem em diversos domínios de aplicações.

Devido a se tratar de uma tecnologia recente, não foram encontradas aplicações Multi-agente, utilizando este *framework*, especificamente na área de IH.

A seguir são citados os aplicativos OTM (*Organ Transplant Management System*) CALISTI, FUNK e BRUNSCHWING, (2003) e o sistema informatizado de

entrevistas estruturadas para diagnóstico psiquiátrico na infância (HAUAN, 1999), ambos desenvolvidos em JADE para a área de saúde.

3.2.1 Sistema de Gerenciamento de Transplante de Órgãos

O Sistema de Gerenciamento de Transplante de Órgãos, OTM CALISTI, FUNK e BRUNSCHWING, (2003), é um *software* baseado em plataforma multi-agente, que possui uma interface gráfica para facilitar o acesso de usuários da área de saúde, não sendo necessariamente da área de TI (Tecnologia da Informação), para gerenciar o funcionamento das atividades do sistema.

Este sistema VISA (Vigilância Sanitária) auxiliar em decisões médicas, relacionadas ao transplante de órgãos, em situações que se necessita considerar substancialmente o número elevado de fatores médicos a serem avaliados em pouco tempo.

Desenvolvido com tecnologia *Java* e com o *framework* para sistemas multi-agente JADE, provê uma aplicação flexível e modular. O sistema possui uma arquitetura dividida em dois subsistemas conforme descrito a seguir:

INFOGAM (*Information Gathering Module*), módulo de recolhimento de informações, o TRAMM (*Transplant Match Making*), modulo que realize a análise para o transplante.

Os vários agentes que fazem parte deste sistema, interagem e coordenam atividades em nome dos especialistas da área médica, especialista em transplantes e pacientes, a fim de melhorar o processo de transplante de órgãos.

Na figura 3.1 de CALISTI, FUNK e BRUNSCHWING, (2003), que representa a arquitetura do sistema OTM:

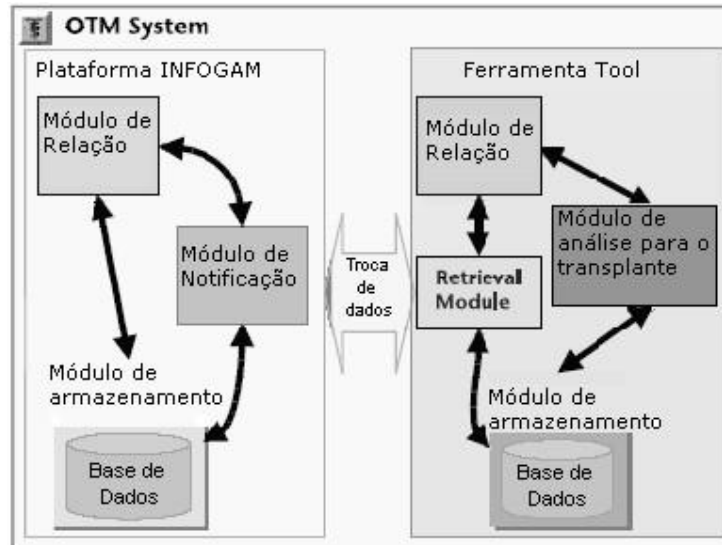


Figura 3.1 – Arquitetura do sistema OTM

O módulo de recolhimento de informações, o INFOGAM, é dividido em três módulos:

- (i). **Módulo de armazenamento:** Consiste em obter de uma ou mais bases de dados, informações relevantes para o sistema OTM, como perfis de usuário, registros eletrônicos da saúde, entre outros; que são armazenadas em uma base de dados, e assim os agentes responsáveis para as várias operações da gerência de dados, passam a possuir o controle de acesso aos dados gravados;
- (ii). **Módulo de Relação:** Consiste em todos os componentes requeridos permitindo interações com usuários humanos, permitindo a interação entre usuários e o sistema de maneira facilitada; e
- (iii). **Módulo de Notificação:** Permite que o sistema avise, através de notificações, proativamente o usuário sobre determinadas situações. As notificações que o sistema emite podem ser classificadas em lembretes, alertas ou sugestões de pacientes que têm que fazer exame de alguns testes médico; com alertas as enfermeiras para lembrar o medicamento *e/ou* tratamentos especiais do paciente, ou para alertar sobre a falta de tais recursos; com alertar aos médicos sempre que os órgãos se tornam disponíveis.

Os agentes são considerados reativos quando executam ações conseqüentes dos eventos de sua monitoração e dos comandos do usuário, e pró-ativos quando realizam atividades necessárias para a realização do objetivo atribuído ao agente.

A seguir segue a figura 3.2 de CALISTI, FUNK e BRUNSCHWING, (2003), que representa a arquitetura do módulo INFOGAM:

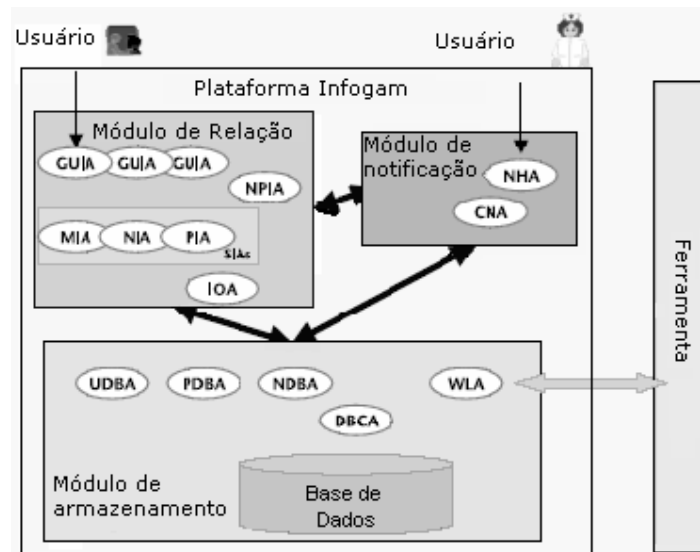


Figura 3.2 – Arquitetura do módulo INFOGAM

A arquitetura do módulo TRAMM, que realiza a análise para o transplante, é dividida em quatro módulos:

- (i). **Módulo de Relação:** Este módulo provê uma interface gráfica com o usuário, requeridas para se ter acesso ao sistema OTM, como a interface de controle de acesso, para autorizar o acesso ao sistema através de um usuário e uma senha; a interface de análise que identifica a relação que necessitou incorporar dados específicos do doador e do órgão; e a interface do administrador desenvolvida para criar, modifica e suprime perfis de usuário;
- (ii). **Módulo de intercâmbio:** Este módulo coordena o fluxo de dados e das informações trocadas entre o módulo INFOGAM e os submódulos do módulo TRAMM;
- (iii). **Módulo de armazenamento:** Similar ao que acontece no módulo INFOGAM, este módulo é responsável pelo gerenciamento de dados. Neste caso, as informações gerenciadas estão ligadas aos doadores, órgãos disponíveis, dados do usuário do sistema e a decisão final do transplante; e
- (iv). **Módulo de análise para o transplante:** Fornece mecanismos para a seleção de candidatos apropriados, sempre que os órgãos se tornam disponíveis.

A seguir segue a figura 3.3 de CALISTI, FUNK e BRUNSCHWING, (2003), que representa a arquitetura do módulo TRAMM, onde *Swisstransplant*, significa a fundação nacional suíça para transplantes de órgãos:

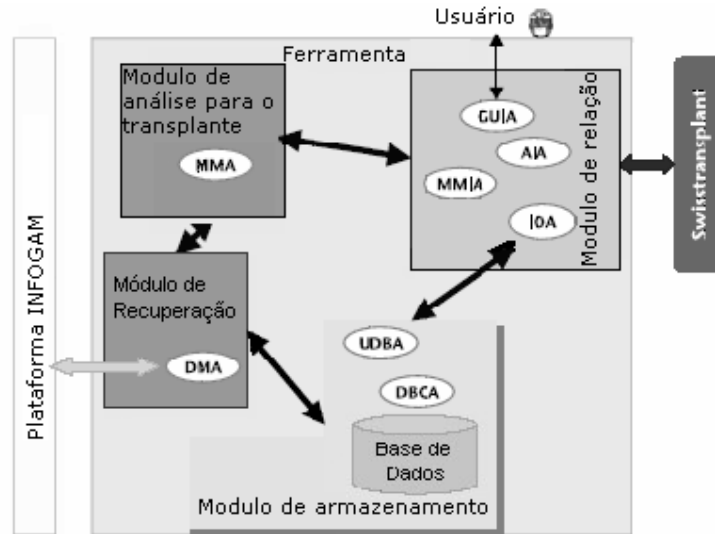


Figura 3.3 - Arquitetura do módulo TRAMM

3.3 Sistema de Informações em Controle de Infecção em Serviços de Saúde

O SINAIS (Sistema de Informações em Controle de Infecção em Serviços de Saúde), desenvolvido pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), departamento do Ministério da Saúde, têm por objetivo contribuir para o monitoramento da qualidade da assistência em serviços de saúde (ANVISA, 2004 e SANTOS, 2004).

Esta ferramenta para aprimoramento das ações de prevenção e controle das infecções relacionadas à assistência à saúde prevê uniformizar e padronizar os indicadores de infecção em serviços de saúde, monitorando os indicadores de infecção (ANVISA, 2004 e SANTOS, 2004).

Segundo a ANVISA (2004) “o uso do programa é gratuito para todos os hospitais brasileiros, independente da entidade mantenedora” permite a consolidação das informações relacionadas a IH para monitoramento da qualidade da assistência dos serviços de saúde no Brasil.

O sistema permite a entrada de dados e emissão de relatórios em uma rotina de trabalho que acompanha as atividades já desenvolvidas pelas CCIH.

A atualização das informações pertinentes a IH em uma base centralizada, pode ser feita em tempo real através da Internet ou através do envio de um disquete para Vigilância Sanitária Estadual, distrital, municipal, ou diretamente a ANVISA (SANTOS, 2004).

A análise dos indicadores permite a compreensão abrangente, ao mesmo tempo detalhada, do comportamento dessas infecções e do impacto das medidas de controle adotadas (ANVISA, 2004).

Os indicadores se tornam disponíveis com trinta dias após a atualização das informações pertinentes a IH.

Capítulo 4

Metodologia

Mais do que em qualquer outra unidade hospitalar, os pacientes de uma UTI-Neonatal estão sujeitos a adquirirem uma IH.

Está situação acarreta acréscimo de custos para o hospital, pois é necessário que o paciente permaneça mais tempo internado para o tratamento da IH, além dos profissionais, medicamento e materiais hospitalares envolvidos neste tratamento. (FOCA, JAKOB e WHITTIER, 2000 E MAHIEU, 2001)

Como faz parte das atribuições da CCIH o levantamento e avaliação da IHS nos Hospitais BRASIL (1983), as informações relacionadas às IH são encaminhadas para a CCIH realizar sua avaliação.

A tarefa de realizar a avaliação destas IHS, pode ser realizada com o auxílio de sistemas informatizados, como por exemplo, através do sistema SINAIS (ANVISA, 2004 e SANTOS, 2004).

O processamento das informações através do sistema SINAIS SANTOS (2004), apesar de possuir atualização em uma base de dados única para o País todo e ser realizada em tempo real, está somente disponível após um período mínimo de trinta dias.

Esta situação acarreta que as informações coletadas e processadas, auxiliam na prevenção e combate a IH após um determinado período, fato este que algumas vezes não beneficiam os próprios pacientes, que deram origem as informações coletadas.

Este trabalho busca adicionar ao sistema desenvolvido por BELTRÃO (2005), uma forma de coletar as informações necessárias ao processamento do cálculo do potencial de IH apresentado por um paciente em uma UTI-Neonatal, de forma facilitada

e transparente para os profissionais de saúde. Além disto, agrega uma forma amigável de se apresentar os valores das IHS calculados os profissionais da CCIH.

Os parâmetros utilizados neste desenvolvimento estão intimamente ligados com os parâmetros apresentados pela rede *bayesiana* desenvolvida para este cálculo.

Foram adotadas por este trabalho, as utilizações dos seguintes fatores auxiliares ao cálculo do potencial esperado:

- (i). Ventilação mecânica;
- (ii). Tempo ventilação mecânica;
- (iii). Cateter central;
- (iv). Tipo cateter central;
- (v). Nutrição Parenteral;
- (vi). Dreno (tórax);
- (vii). Colonização nasal;
- (viii). Outros procedimentos de risco;
- (ix). Antibiótico-esquemas;
- (x). Prematuridade;
- (xi). Sexo;
- (xii). Tipo internação;
- (xiii). Peso classificado;
- (xiv). Diagnóstico de risco;
- (xv). Permanência;
- (xvi). Bolsa rota (+18h);
- (xvii). Uso preventivo antibiótico;
- (xviii). Hemotransfusão;
- (xix). Infecção prévia;
- (xx). Procedência; e
- (xxi). Potencial de contaminação da cirurgia.

A utilização destes fatores se refere à arquitetura projetada na rede *bayesiana* utilizada neste trabalho.

Após a identificação das características destes fatores, foi realizado um agrupamento, associando-se estas características a um sistema da unidade de saúde conforme descrito na tabela 3.1. Relação dos sistemas das unidades de saúde com fatores auxiliares ao cálculo do potencial de risco de IH.

Depois de realizar o agrupamento destes fatores, o desenvolvimento do sistema tendeu para a criação de simuladores dos sistemas das unidades de saúde. Este fato se deve a grande parte dos sistemas de saúde atualmente não possuírem sistemas adequados ao tratamento das informações acima citadas.

Buscando auxiliar a CCIH coletar as informações pertinentes a IH e disponibilizar um sistema que trate da prevenção da IH, identificando o potencial de risco de IH de um determinado paciente, foi desenvolvido o sistema de monitoramento do potencial de risco de infecção em UTI-Neonatal.

4.1 O Sistema de Monitoramento

Para o desenvolvimento deste trabalho foi concebido o sistema de monitoramento do potencial de risco de infecção hospitalar em UTI-Neonatal, baseado em agentes de *software*, na arquitetura de agentes de *software*, para apoio à tomada de decisões da CCIH,

Optou-se por uma arquitetura Multi-agente, pois relação entre agentes e os sistemas hospitalares disponíveis nas unidades de saúde atualmente, possuem algumas características similares, que são apresentadas a seguir:

- (i). As unidades de saúde, em uma instituição de saúde são construídas de forma isoladas, normalmente em prédio ou repartições diferentes – distribuição dos agentes no ambiente;
- (ii). Os sistemas de saúde disponíveis nas unidades de saúde podem ser desenvolvidos com características diferentes, como por exemplo, à plataforma que o sistema é executados – agentes desenvolvidos independente da plataforma de funcionamento; e
- (iii). A interação entre os lançamentos dos registros dos pacientes nos sistemas das unidades hospitalares pode não ser realizada exatamente no momento da atualização das informações por parte do operador do sistema (execução de processo *batch*¹⁹) – agentes interagindo em tempo real.

Além disto, optou-se pela elaboração de um SMA para simular os sistemas hospitalares das unidades de saúde, coletando as informações pertinentes ao levantamento do potencial de risco de IH, conforme estudo realizado por BELTRÃO (2005).

¹⁹ Processos executados em um determinado horário.

O desenvolvimento de sistemas de *software* deve seguir algumas características para facilitar a codificação da solução, garantindo a reusabilidade de seus componentes, facilitando assim manutenções futuras e adequações do código.

Visando o desenvolvimento de um aplicativo baseado na arquitetura de agente de *software* que se atende as condições citadas acima para desenvolvimento de *softwares*, elegeu-se a utilização de um framework para desenvolvimento de SMA.

Para este trabalho foi escolhido um *framework* para desenvolvimento de SMA, que possui a qualificação para atender as seguintes características:

- (i). Ser *software* aberto, sem necessidade do pagamento de licença para sua utilização, pois a ferramenta foi utilizada apenas como pesquisa;
- (ii). Possuir portabilidade entre sistemas operacionais, disponibilizando assim flexibilidade de utilização, atendendo assim a característica dos sistemas hospitalares serem confeccionados de maneiras isoladas dentro do sistema hospitalar, gerando assim variáveis tipos de sistemas operacionais e bases de dados, dentro da mesma instituição de saúde; e
- (iii). Implementar os padrões para SMA estipulados pela FIPA, garantindo assim a possibilidade de interação do sistema com outros SMAs desenvolvidos pela comunidade.

O JADE *Framework* atende a estas características, sendo escolhido como *framework* para o desenvolvimento do sistema.

A técnica de rede *bayesiana* para efetuar o cálculo do potencial de risco de IH, foi a escolhida por BELTRÃO (2005) e BELTRÃO et al., (2004), como sendo a mais adequada para efetuar o referido cálculo. Este trabalho dá continuidade ao trabalho desenvolvido por Beltrão, utilizando a mesma rede *bayesiana* para efetuar estes cálculos.

Para realizar a monitoração em tempo real da possibilidade de IH em um paciente em uma UTI-Neonatal, é necessário que os sistemas das unidades de saúde efetuem interações em tempo real, e disponibilizem informações atualizadas a CCIH.

4.1.1 Arquitetura do Sistema

Buscando caracterizar os sistemas das unidades de saúde como agentes de *software*, a arquitetura do sistema foi projetada em três tipos de agentes:

- (i). **Agentes Simuladores:** São responsáveis por simular os sistemas hospitalares. Responsáveis por coletar informações pertinentes aos pacientes das unidades

de saúde. Cada agente simulador possui uma base de dados própria com as informações pertinentes lançadas no sistema;

- (ii). **Agente Processador:** Responsável por solicitar a execução do processamento na rede *bayesiana* para obtenção da Infecção Hospitalar do paciente; e
- (iii). **Agente Monitor:** Responsável por atualizar as informações no monitor da CCIH. Este agente possui uma base com todo o histórico de Infecção Hospitalar calculada pelo sistema.

A relação destes tipos de agentes como ambiente é caracterizada na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Tipos de Agentes x Ambiente Simulado

Tipos de Agentes	Ambiente Simulado
Agentes Simuladores	Prontuário
	Prescrição
	Internação
	Centro cirúrgico
Agente Monitor	Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (Gestão)
Agente Processador	Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (Especialista)

Na tabela 4.2, é apresentada a relação dos agentes desenvolvidos com o ambiente, caracterizando assim seu tipo, sistema hospitalar que representa e quais informações relativas ao potencial de risco de IH manipula.

Tabela 4.2 – Relação dos Agentes com o Ambiente

Tipo de Agente	Ambiente Simulado	Sistema Hospitalar	Nome do Agente	Informações Relativas ao Potencial de Risco de IH
Agente Simulador	Prontuário	Sistema de evolução do paciente	AgentSH1	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilação mecânica • Tempo ventilação mecânica • Cateter central • Tipo cateter central • Nutrição Parenteral • Dreno (tórax) • Colonização nasal • Outros procedimentos de risco
Agente Simulador	Prescrição	Sistema de prescrição eletrônica	AgentSH2	<ul style="list-style-type: none"> • Antibiótico-esquemas
Agente Simulador	Internação	Sistema de internação	AgentSH3	<ul style="list-style-type: none"> • Prematuridade • Sexo • Tipo internação • Peso classificado • Diagnóstico de risco • Permanência • Bolsa rota (+18h) • Uso preventivo antibiótico • Hemotransusão • Infecção prévia • Procedência

Tipo de Agente	Ambiente Simulado	Sistema Hospitalar	Nome do Agente	Informações Relativas ao Potencial de Risco de IH
Agente Simulador	Centro cirúrgico	Sistema do centro cirúrgico	AgentSH4	<ul style="list-style-type: none">• Potencial de contaminação da cirurgia
Agente Monitor	CCIH	-	AgentMonitor	<ul style="list-style-type: none">• Infecção Hospitalar do paciente de forma gráfica
Agente Processamento	CCIH	-	AgentProcessamento	<ul style="list-style-type: none">• Infecção Hospitalar do paciente de forma tabulada

Na seqüência são descritos os agentes do sistema, suas interações e comportamento.

4.1.2 Agentes do Sistema

Para o desenvolvimento do sistema, foram desenvolvidos os seguintes agentes de *software*:

- (i). AgentSH1, AgentSH2, AgentSH3 e AgentAH4, responsáveis por simular os sistemas hospitalares efetuando a coleta das informações relevantes ao cálculo do potencial de risco de IH. Cada agente simulador possui uma base de dados própria, com as informações pertinentes lançadas no sistema;
- (ii). AgentProcessamento, responsável por solicitar o processamento através da rede *bayesiana*; e
- (iii). AgentMonitor, responsável por atualizar as informações no monitor da CCIH. Este agente possui uma base com todo o histórico de IH calculadas pelo sistema.

Na seqüência segue o diagrama, figura 4.1, que apresenta a integração destes agentes, associando os agentes simuladores com os sistemas das unidades de saúde; o agente processador com a rede *bayesiana* e o agente monitor com a CCIH. Também é representada nesta figura a possível distribuição física das unidades de saúde, fato este que se torna irrelevante, pois o sistema funciona de forma distribuída.

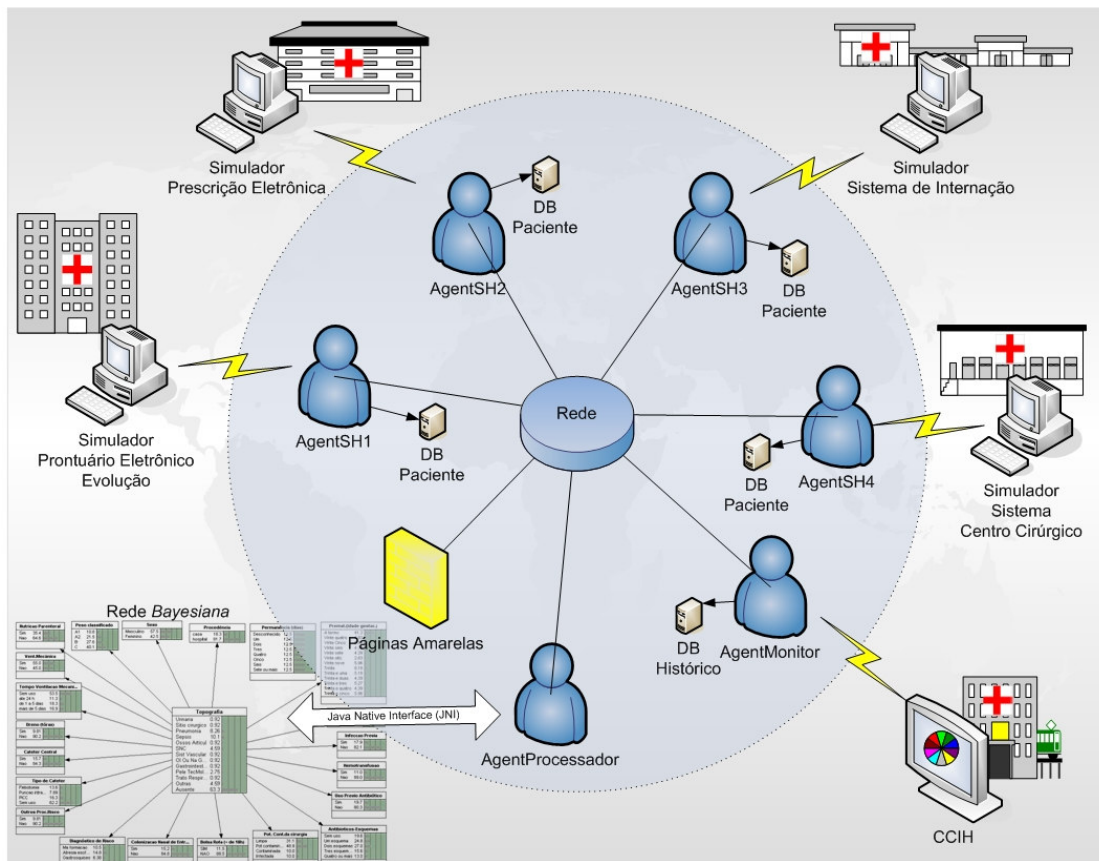


Figura 4.1 – Integração entre os agentes do sistema

Em seguida são descritas as características dos agentes envolvidos no sistema.

4.1.3 Agentes Simuladores

O **AgentSH1** representa o setor de evolução do paciente.

Simula um sistema de evolução do paciente, sendo responsável por coletar as informações pertinentes o prontuário do paciente. Esta coleta é realizada no momento em que o profissional de saúde lança as informações do paciente neste simulador.

Para realizar esta coleta, foi desenvolvido o seguinte coletor de informações, conforme apresentado na figura 4.2.

Figura 4.2 – Tela do simulador do sistema de evolução do paciente

As informações lançadas neste sistema são armazenadas em uma base de dados local do agente.

Estas informações são relativas aos seguintes fatores (BELTRÃO et al., 2004):

- (i). Ventilação mecânica;
- (ii). Tempo ventilação mecânica;
- (iii). Cateter central;
- (iv). Tipo cateter central;
- (v). Nutrição Parenteral;
- (vi). Dreno (tórax);
- (vii). Colonização nasal; e
- (viii). Outros procedimentos de risco.

O **AgenteSH2** representa o setor de prescrição.

Responsável por simular um sistema de prescrição eletrônica, coleta as informações pertinentes a utilização de antibiótico-esquemas aplicadas ao paciente. Esta coleta é realizada no momento em que o profissional de saúde lança as informações do paciente neste simulador.

Para realizar esta coleta, foi desenvolvido o seguinte coletor de informações, conforme apresentado na figura 4.3.

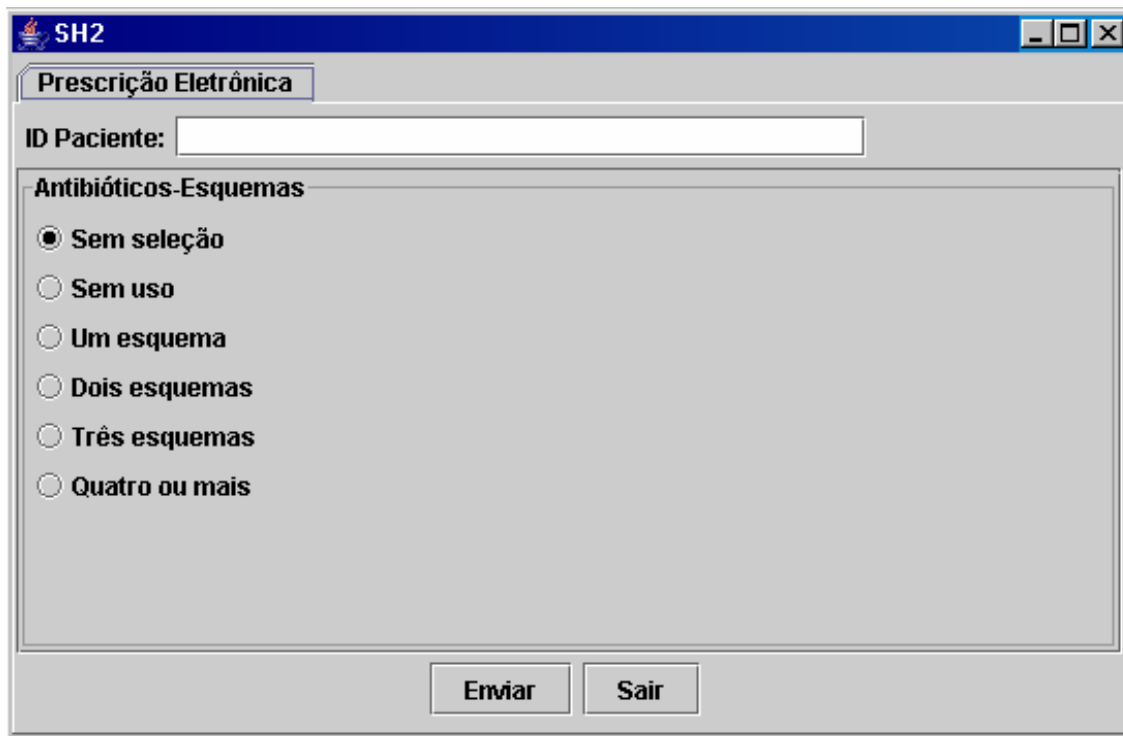


Figura 4.3 – Tela do simulador da prescrição eletrônica

As informações lançadas neste sistema são armazenadas em uma base de dados local do agente.

Estas informações são relativas ao fator Antibiótico-esquemas (BELTRÃO et al., 2004):

O agente **AgenteSH3**, representa o setor de internamento.

Responsável por simular um sistema de internamento, coleta as informações pertinentes a internação do paciente. Esta coleta é realizada no momento em que o profissional de saúde lança os dados do paciente neste simulador.

Para realizar está coleta, foi desenvolvido o seguinte coletor de informações, conforme apresentado na figura 4.4.

Figura 4.4 – Tela do simulador sistema de internamento

As informações lançadas neste sistema são armazenadas em uma base de dados local do agente.

Estas informações são relativas aos seguintes fatores (BELTRÃO et al., 2004):

- (i). Prematuridade;
- (ii). Sexo;
- (iii). Tipo internação;
- (iv). Peso classificado;
- (v). Diagnóstico de risco;
- (vi). Permanência;
- (vii). Bolsa rota (+18h);
- (viii). Uso preventivo antibiótico;
- (ix). Hemotransusão;
- (x). Infecção prévia; e
- (xi). Procedência.

O **AgentSH4** representa o setor de centro cirúrgico.

Responsável por coletar informações pertinentes à estadia do paciente no centro cirúrgico simulando um sistema do centro cirúrgico. Esta coleta é realizada no momento em que o profissional de saúde lança as informações do paciente neste simulador.

Para realizar esta coleta, foi desenvolvido o seguinte coletor de informações, conforme apresentado na figura 4.5.

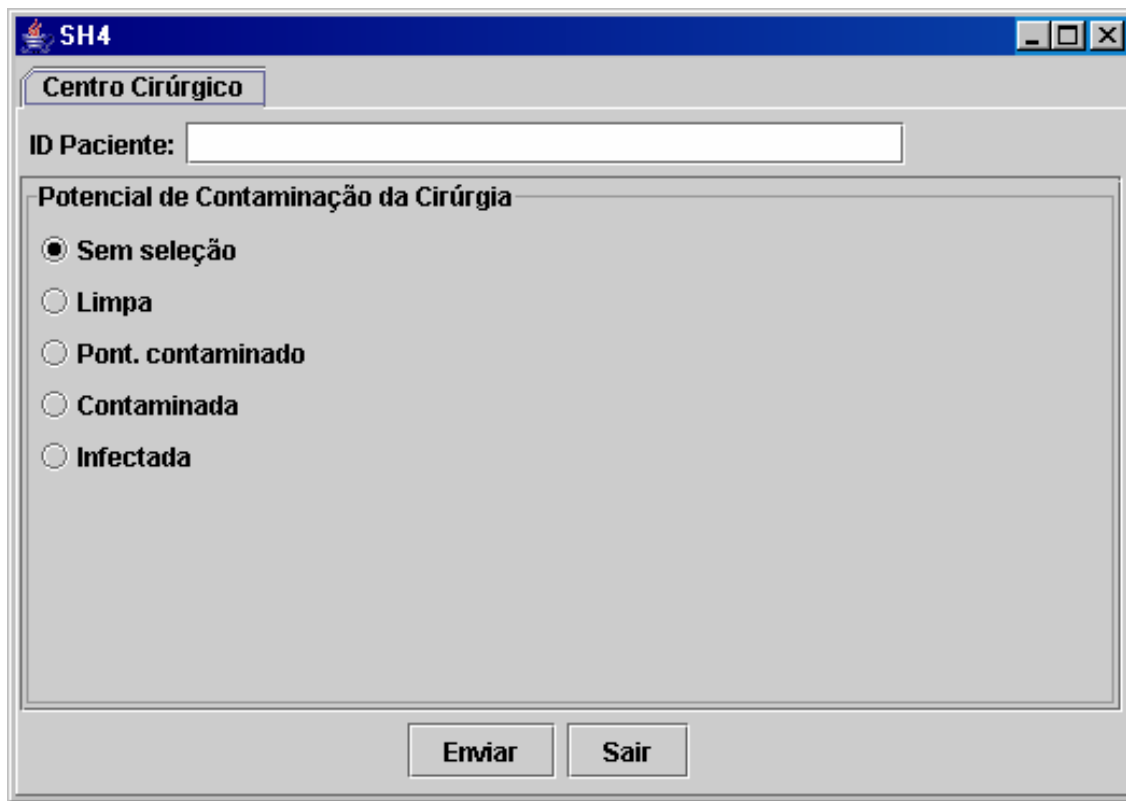


Figura 4.5 – Tela do simulador do sistema de centro cirúrgico

Os comportamentos dos agentes simuladores dos sistemas hospitalares em suas unidades são descritos conforme a sua seqüência de execução:

- (i). **Registrar-se na plataforma:** Cada agente simulador ao iniciar registra-se nas páginas amarelas com o tipo *AGENT_SH*, que representa para o sistema, agentes simuladores do sistema hospitalar ou unidade hospitalar;
- (ii). **Atualizar lista de agentes:** Seguindo um intervalo de tempo definido inicialmente através de uma propriedade, os agentes atualizam suas listas de agentes encontrados na plataforma, dividindo em agentes simuladores (*AGENT_SH*), processadores (*AGENT_PROCESSADOR*) e monitores (*AGENT_MONITOR*), prevendo a possibilidade da inclusão de mais processadores e/ou monitores na plataforma;

- (iii). **Iniciar a GUI:** Ao ser iniciado um agente simulador, é apresentada uma tela de entrada de dados, específica para cada setor. A figura 4.4 representa o setor de evolução do paciente, iniciada pelo AgentSH1;
- (iv). **Atender colaboração:** Cada agente simulador tem o comportamento de atender colaborações solicitadas por outros agentes simuladores. Assim que o agente recebe uma solicitação de colaboração, verifica em sua base local se o paciente em questão foi registrado anteriormente, para retornar as informações atualizadas deste paciente no seu setor, para o agente solicitante;
- (v). **Atualizar o banco de dados:** No momento que o agente recebe informações oriundas da tela de entrada de dados, ele os armazena para atender possíveis solicitações de colaboração de outros agentes para este paciente;
- (vi). **Solicitar colaboração:** Após ter armazenado as informações deste paciente, o agente solicita a colaboração, ou seja, informações sobre o paciente, aos outros agentes da plataforma, dispostos nos outros setores do hospital;
- (vii). **Solicitar colaboração para processamento:** Após receber as informações de todos os outros agentes simuladores sobre o paciente em questão, este solicita a colaboração de processamento ao agente processador, para efetuar o cálculo do potencial de risco de infecção, para o paciente em questão (BELTRÃO et al., 2004); e
- (viii). **Solicitar atualização do monitor:** Após receber os valores atualizados da possibilidade de infecção do paciente, então é solicitado ao agente monitor para atualizar o monitor da CCIH com este lançamento.

4.1.1.1 Agente de Processamento

Agente responsável por receber informações sobre o paciente através de solicitações de processamento realizadas pelos agentes simuladores.

O **AgentProcessamento** é responsável por interagir com a rede *bayesiana* desenvolvida através da ferramenta case NETICA (BELTRÃO et al., 2004), e montar a apresentação da IHS do paciente com as informações a serem apresentadas no monitor da CCIH.

Este agente não possui uma GUI para apresentação dos seus resultados, pois não faz parte de seu comportamento apresentar informações, somente, receber solicitações de

processamento, processar e responder ao solicitante a o resultado de seu processamento, neste caso a Infecção Hospitalar do paciente.

Os comportamentos do agente de processamento são descritos abaixo:

- (i). **Registrar-se na plataforma:** Cada agente processador ao iniciar usa execução registra-se nas páginas amarelas com o tipo AGENT_PROCESSAODR, que representa para o sistema, agentes processadores do potencial de risco de infecção; e
- (ii). **Atender solicitação de colaboração de processamento:** O agente processador tem o comportamento de atender colaborações de processamento solicitadas pelos agentes simuladores. Assim que o agente recebe uma solicitação de colaboração, efetua a interação com a rede *bayesiana*, para cálculo do potencial de risco do paciente, através de uma chamada via JNI (*Java Native Interface*) ao sistema NETICA, e retorna as informações atualizadas deste paciente para o agente solicitante (BELTRÃO et al., 2004).

4.1.1.2 Agente Monitor

Responsável por recepcionar as Infecções Hospitalares geradas pelo sistema.

Estas Infecções Hospitalares são enviadas pelos agentes simuladores.

O **AgentMonitor** armazenar em sua base de dados local a informações das IHS recebidas. Em seguida apresentam as IHS dos pacientes no monitor da CCIH.

Este agente tem por finalidade apresentar um monitoramento e possibilitar a pesquisa de IHS armazenadas no histórico do sistema, ou seja, sua base de dados local, para o acompanhamento da evolução do paciente.

Este acompanhamento efetuado por um profissional da CCIH, apresenta informações que podem auxiliar este profissional a tomar ações relacionadas aos valores da Infecção Hospitalar apresentada por um paciente.

Considerando que as informações apresentadas no monitor são calculadas em tempo real pois uma ação imediata pode evitar ou diminuir o impacto de uma IH em um determinado paciente.

Na figura 4.6 é apresentados a tela no monitor com os fatores calculados da IH e os valores em percentual da probabilidade de IH.

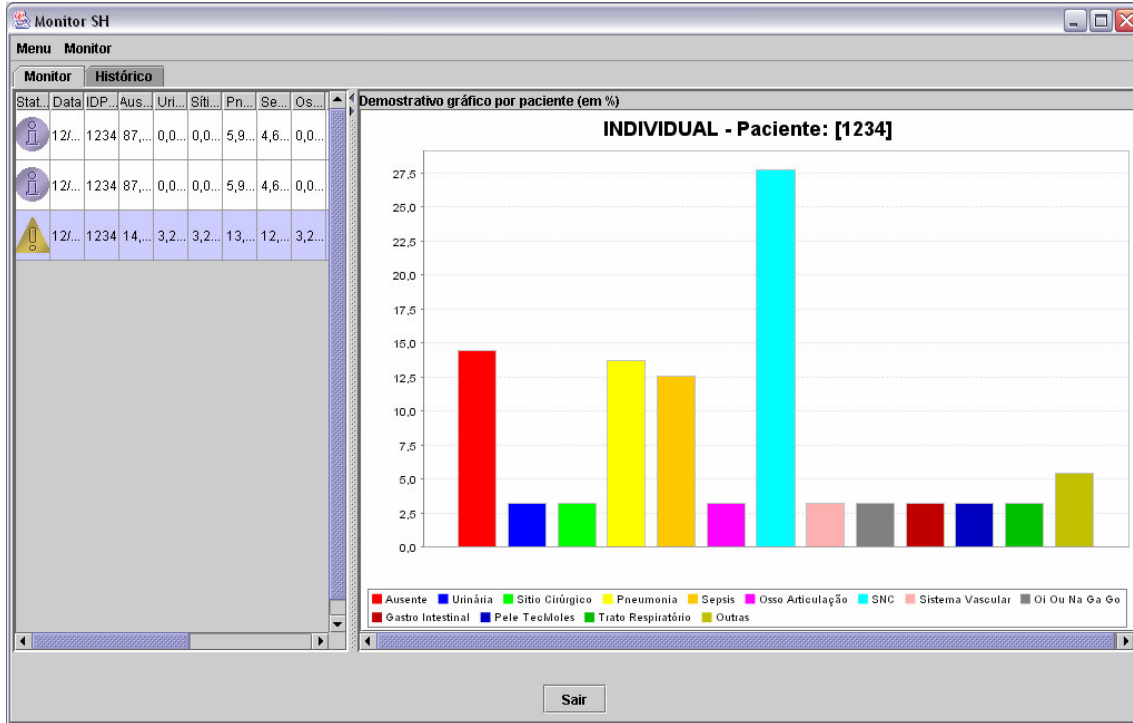


Figura 4.6 – Tela com o monitor de IH

Através deste monitor também é possível efetuar o acompanhamento do histórico de IHS do paciente, utilizando a opção “Histórico”.

Nesta opção o profissional da CCIH pode consultar todos os lançamentos das Infecções Hospitalares relacionadas com um determinado paciente e sua evolução através de um gráfico²⁰. Os itens apresentados neste gráfico são escolhidos pelo usuário e atualizados automaticamente para melhor acompanhamento. Na figura 4.7, é apresentada esta tela do monitor.

²⁰ Estão disponíveis os gráficos dos tipos: barras, pizza e pizza 3D.

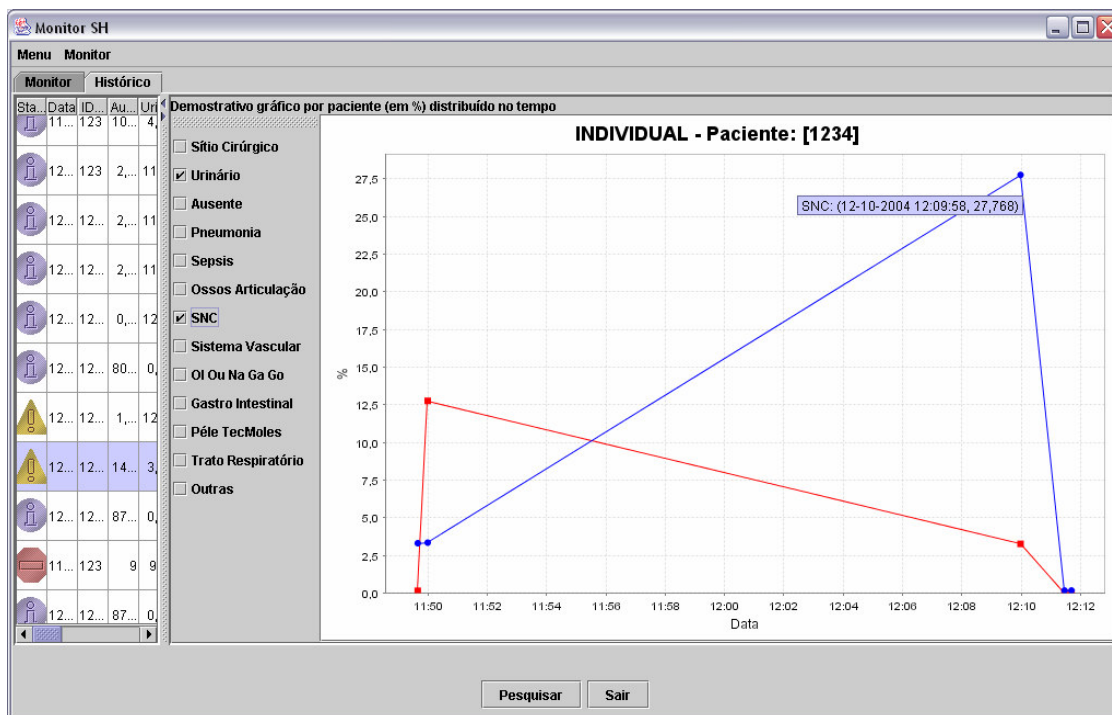





Figura 4.7 – Tela com o monitor de históricos de IH

Nas figuras 4.6 e 4.7 são apresentadas telas do monitor que demonstram tabelas que apresentam os valores das IHS no monitor da CCIH.

Nestas tabelas, além dos valores da IH, foi adicionado um campo chamado *Status*, que apresenta um ícone que representa o estado atual do paciente. Os ícones disponíveis são:

- (i).  : Estado normal;
- (ii).  : Estado de pequena possibilidade de infecção; e
- (iii).  : Estado com grande possibilidade de infecção.

Para identificar estes estados, foi criado um arquivo de propriedades onde é permitido ao profissional da CCIH efetuar o cadastro dos valores dos limites entre pequena, normal e grande possibilidade de infecção, para cada tipo de IH, com base em sua experiência.

A interação entre os agentes ocorre através de mensagens em broadcast e ponto-a-ponto. O tratamento das mensagens, bem como a organização do sistema, é efetuado pelo *framework* JADE (JADE, 2004), que implementa a modelagem padrão para desenvolvimento

de sistemas multi-agente proposta pela (FIPA, 2004), e também disponibiliza uma GUI amigável, para manutenção e acompanhamento das execuções dos agentes inseridos no sistema.

Os comportamentos do agente de monitoramento são descritos abaixo:

- (i). **Registrar-se na plataforma:** Cada agente processador ao iniciar usa execução registra-se nas páginas amarelas com o tipo *AGENT_MONITOR*, que representa para o sistema, agentes de monitoração da CCIH;
- (ii). **Iniciar a GUI:** Ao ser iniciado um agente monitor, é apresentada uma tela para monitoramento das informações. As figuras 4.6 e 4.7, representam o monitor do sistema executados na CCIH, iniciada pelo AgentMonitor;
- (iii). **Observar solicitações de atualização no monitor:** O agente monitor tem o comportamento de atender colaborações solicitadas por agentes simuladores. Assim que o agente recebe uma solicitação de colaboração, atualiza sua base histórica e apresenta na tela do monitor o lançamento da IH do paciente;
- (iv). **Atualizar o banco de dados:** No momento que o agente recebe informações da IH do paciente, ele os armazena na base históricas, para atender solicitações de pesquisa de histórico do paciente; e
- (v). **Atualizar o monitor:** Atualiza o monitor do sistema executados na CCIH, com a IH do paciente.

4.1.4 Troca de Mensagens entre dos Agentes

As trocas de mensagens entre os agentes podem ocorrer de duas formas:

- (i). Ponto a ponto: Tipo de comunicação em que as mensagens são enviadas exclusivamente para um determinado agente.
 Neste sistema, as mensagens do tipo ponto-a-ponto, ocorrem no momento em que o agente simulador solicita um processamento; e no momento em que o agente simulador solicita atualização ao monitor;
 Todas as respostas as mensagens enviadas neste sistema são realizadas através de mensagens do tipo ponto a ponto; e
- (ii). Broadcast: Tipo de comunicação em que um agente envia a mesma mensagem para todos os agentes, independente do tipo do agente.

Neste sistema, as mensagens do tipo broadcast, são enviadas no momento em que o agente simulador solicita aos outros agentes simuladores, informações sobre um determinado paciente.

Abaixo segue a figura 4.8 que apresenta a monitoração efetuada pelo agente *sniffer*, serviço provido pelo JADE *Framework*, para acompanhamento da troca de mensagens entre os agentes envolvidos no sistema.

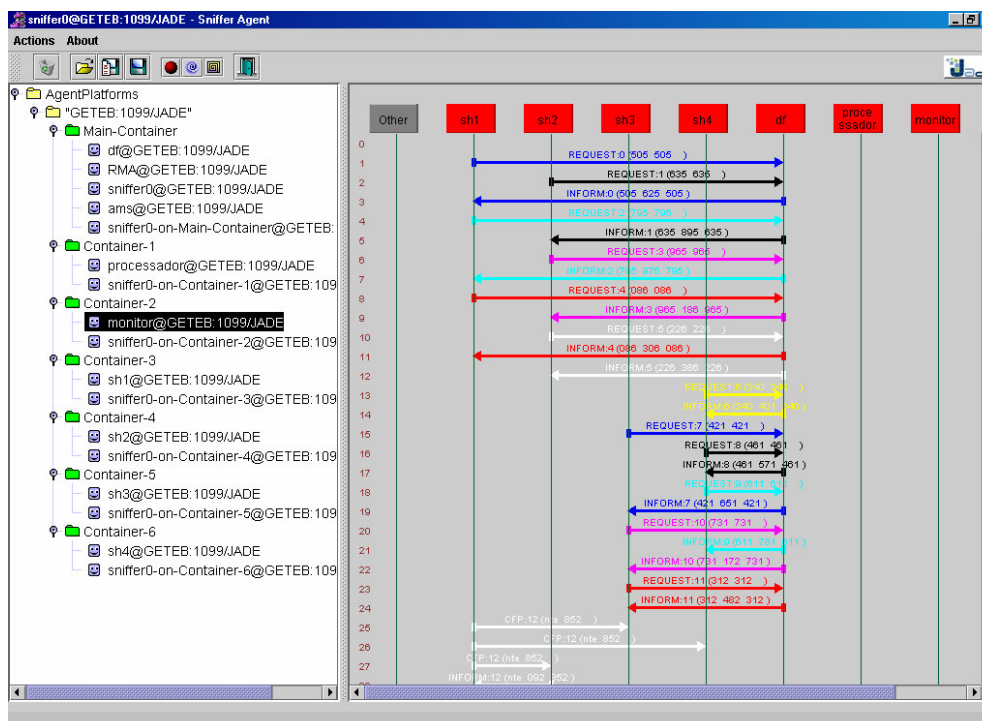


Figura 4.8 – Tela de monitoração do agente *sniffer*

O agente *sniffer* também dispõe da funcionalidade de capturar, em forma de texto, mensagens trocadas pelos agentes do sistema.

No Anexo B, são apresentadas algumas mensagens no padrão ACL, trocadas pelos agentes do sistema, simulando a execução de alguns lançamentos no sistema.

4.1.5 Tecnologias Utilizadas para Construção do Sistema

Para a construção do sistema foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- (i). **Java versão 1.5.0**, disponível na Internet no endereço <http://java.sun.com/>;
- (ii). **JADE versão 3.1**, disponível na Internet no endereço <http://jade.tilab.com/>;

- (iii). **JFreechart versão 0.9.20**, disponível na Internet no endereço <http://www.jfree.org/>;
- (iv). **Netica versão 1.5** (versão para avaliação), disponível na Internet no endereço <http://www.norsys.com/>;
- (v). **Jdom 1.0**, disponível na Internet no endereço <http://www.jdom.org/>; e
- (vi). **Microsoft Access 2000**, parte integral do Microsoft Office 2000.

A construção e realização de testes ocorreram no LAIS (Laboratório de Informática em Saúde) do PPGTS (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde), da PUCPR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná).

Foram utilizados 6 microcomputadores com sistema operacional Windows 2000, processador de 1,66GHz e memória RAM de 256MB. Durante a execução dos testes do sistema, em cada microcomputador foi executado um agente, efetuando a distribuição dos processos.

Capítulo 5

Resultados

A execução do sistema foi realizada no LAIS, sendo que os agentes foram distribuídos em 6 microcomputadores, simulando assim o ambiente distribuído das unidades de saúde.

Para a obtenção dos resultados foi executada uma bateria de testes no sistema seguindo as seguintes características:

- (i). Simulação do lançamento de informações de 50 pacientes fictícios, durante um período de 10 dias;
- (ii). As simulações foram realizadas em máquinas distribuídas na mesma rede, simulando assim a característica de distribuição das unidades hospitalares;
- (iii). Foi efetuada a verificação e conferência, através de *logs*²¹ gerado pelos agentes, para validação das interações entre os mesmos; e
- (iv). Efetuada a verificação e comparação dos valores da IH apresentados no monitor da CCIH, com os valores da IH apresentados pela rede *bayesiana*, quando executada na ferramenta NETICA.

Através da execução destes testes, validação da interação entre os agentes e comparação dos valores da IH apresentados no monitor, o funcionamento do sistema foi validado.

São descritos a seguir os dados utilizados, a descrição dos *logs* gerados pelo sistema e a forma gráfica das informações disponibilizadas no monitor e a descrição dos tempos de resposta apresentados pelo sistema.

²¹ Registro de ações do sistema, gravados em arquivos.

5.1 Descrição dos Dados Utilizados

Foram obtidos em BELTRÃO (2005) os casos utilizados para testes do sistema. Conforme BELTRÃO (2005), foram utilizados 180 ficha de busca ativa de pacientes admitidos na UTI-Neonatal do Hospital Pequeno Príncipe, Curitiba-PR., para o estudo, compreendidos no período entre maio de 2003 a junho de 2004. A escolha de utilizar uma base que representasse doze meses de atendimento visou à cobertura de uma eventual sazonalidade de uma IH.

Foram testados 43 casos um a um, no sistema desenvolvido, comparando os resultados apresentados na rede *bayesiana*, quando executado no *Shell* NETICA, compondo uma amostra, definida no trabalho de BELTRÃO (2005) como sendo “padrão-ouro”. Destes, 9 pacientes foram diagnosticados com algum tipo de IH e 34 não apresentaram IH, conforme descrito no trabalho de BELTRÃO (2005).

Conforme o Art. 3 Res. N. 154/2003 – CONSUN, este trabalho foi apresentado através de reunião realizada em outubro de 2004, com o Prof. Dr. Mário Antonio Sanches, coordenador do Núcleo de Ética em Pesquisas da PUCPR., sendo considerado que este trabalho não apresentou características que envolvessem a necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR, por não apresentar identificação dos indivíduos envolvidos e utilizar fontes de dados do trabalho de BELTRÃO (2005).

5.2 Descrição dos Relatórios Gerados

São descritos no Anexo C – Descrição dos relatórios gerados pelo sistema, alguns dos *logs* gerados pelos agentes, durante a execução da aplicação.

Estes registros apresentam a seqüência de passos e integração entre os agentes do sistema, mostrando as solicitações e respostas realizadas por parte dos agentes envolvidos.






5.3 Informações Disponibilizadas no Monitor

O monitor disponibilizado a CCIH através do **AgentMonitor**, tem por finalidade apresentar as informações das IHS geradas pelo sistema para monitoramento. Também possibilita a pesquisa de IHS armazenadas no histórico do sistema, para o acompanhamento da evolução do paciente.

A tela de monitoramento é dividida em duas partes:

- (i). Apresentação das IHS através de uma tabela, conforme detalhe apresentado na tabela 5.1; e
- (ii). Apresentação das IHS através de gráficos, conforme detalhado nas tabela 5.2 e 5.3. A utilização de vários tipos de gráficos é uma funcionalidade adicional, que auxilia no entendimento por parte do profissional da CCIH, possibilitando a este profissional a escolha da representação gráfica que facilite a sua associação das informações disponibilizadas com a situação do paciente.

Tabela 5.1 – Destaque da tela do monitor com as Infecções Hospitalares em forma de tabela

Status	Data	IDPaciente	Ausente	Urinaria	Sítio Cirú...	Pneumo...	Sepsis	Ossos Arti...	SNC	Sistema ...	OI OU NA...	Gastro In...	Pele Tec...	Trato Re...	Outras
	06/12/20...	jose	0	14,191	14,191	0,002	0,007	14,191	0,005	14,191	14,191	14,191	0,512	14,191	0,133
	06/12/20...	jose	0	14,169	14,169	0,01	0,022	14,169	0,006	14,169	14,169	14,169	0,512	14,169	0,265
	06/12/20...	jose	0	14,253	14,253	0,001	0,002	14,253	0,001	14,253	14,253	14,253	0,172	14,253	0,053
	06/12/20...	jose	0	14,267	14,267	0	0,001	14,267	0,001	14,267	14,267	14,267	0,114	14,267	0,013
	06/12/20...	jose	0	14,266	14,266	0	0,001	14,266	0,001	14,266	14,266	14,266	0,114	14,266	0,02

A tabela 5.1 apresenta informações da IH dos pacientes, ordenados por data de lançamento das informações nos sistemas das unidades hospitalares. Além das informações da IH, possui um campo chamado “Status” que apresenta uma imagem que representa a situação do paciente naquele momento, dividido em normal, pequena possibilidade de infecção e grande possibilidade de infecção conforme descrito no item 4.1.5.

A utilização de gráficos para apresentar os valores da IH, pode facilitar o entendimento das informações por parte do profissional que está efetuando o monitoramento, de forma intuitiva. Um exemplo destes gráficos é apresentado conforme as figuras 5.1 e 5.2. Estes gráficos apresentam as mesmas informações, se tratando apenas de uma facilidade adicional para apresentação da IH.

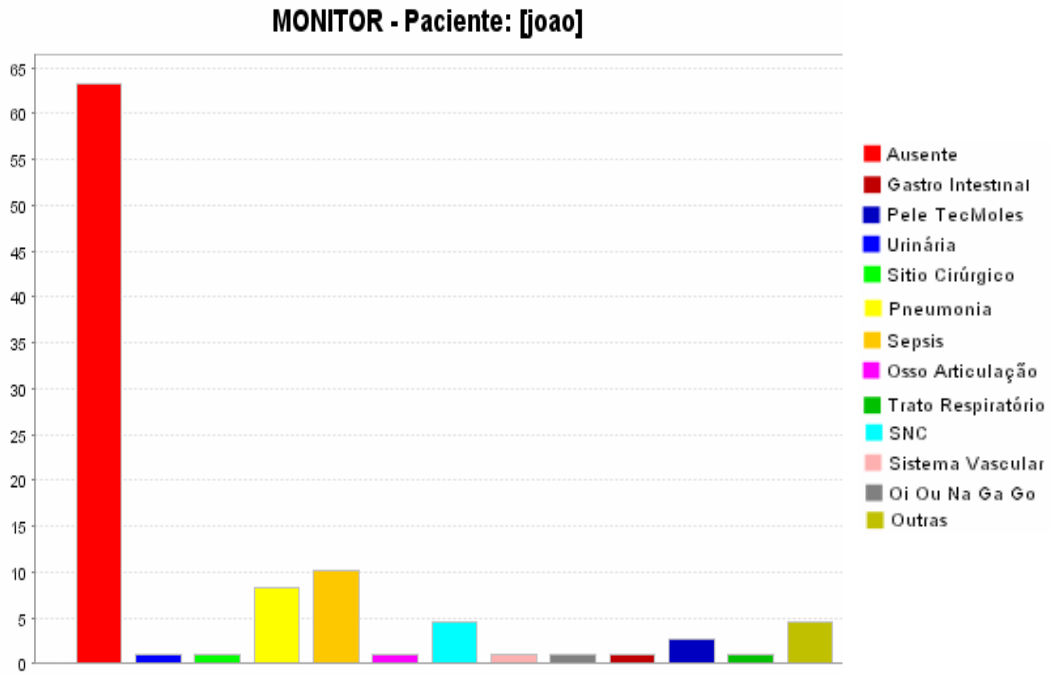


Figura 5.1 – Destaque da tela do monitor com a IH em forma gráfico de barras

A tela do acompanhamento do histórico também é dividida em duas partes, conforme relacionadas a seguir:

- (i). Apresentação das Infecções Hospitalares existentes na base de informações do sistema apresentado através da tabela 5.1; e
- (ii). Apresentação da IH através de um gráfico de linhas, com os lançamentos de todas as Infecções Hospitalares do paciente, conforme detalhado na figura 5.2.

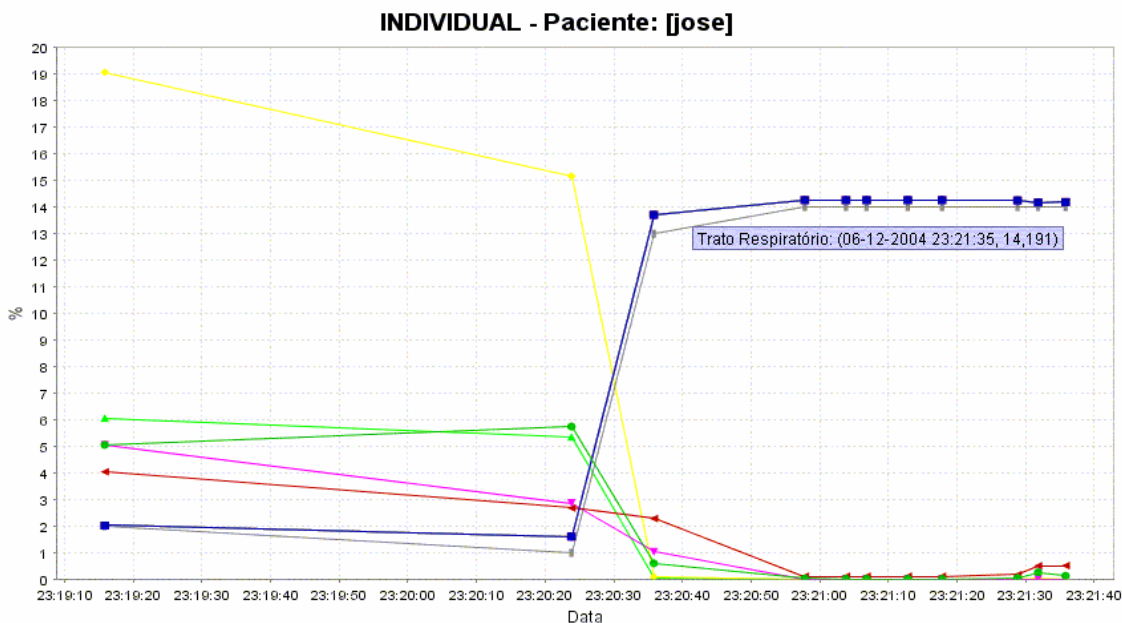


Figura 5.2 – Destaque da tela de históricos com todas as Infecções Hospitalares do paciente em forma de gráfico de linhas

Através do acompanhamento destas informações, o profissional da CCIH pode tomar as medidas necessárias para minimizar ou eliminar o risco de IH apresentado por parte de um determinado paciente.

5.4 Descrição dos Tempos de Resposta Apresentados pelo Sistema

Os tempos de respostas do sistema são apresentados na tabela 5.1, sendo considerado como tempo inicial o instante do lançamento das informações nos agentes simuladores e o tempo final, como o instante da atualização dos valores da IH no agente monitor. Foram realizados 10 lançamentos para extração destes valores.

Tabela 5.2 – Tempos de respostas do sistema

Agente Simulador	Instante inicial	Instante final	Tempo total em segundos
AgentSH1 (Evolução)	07/11/2004 17:39:17	07/11/2004 17:39:22	05
AgentSH1 (Evolução)	07/11/2004 17:39:56	07/11/2004 17:39:56	01
AgentSH2 (Prescrição Eletrônica)	07/11/2004 17:41:31	07/11/2004 17:41:34	03
AgentSH4 (Centro Cirúrgico)	07/11/2004 17:41:50	07/11/2004 17:41:50	01
AgentSH3 (Internação)	07/11/2004 17:42:28	07/11/2004 17:42:28	01
AgentSH4 (Centro Cirúrgico)	07/11/2004 17:44:04	07/11/2004 17:44:07	03
AgentSH1 (Evolução)	07/11/2004 17:44:25	07/11/2004 17:44:26	01
AgentSH3 (Internação)	07/11/2004 17:45:13	07/11/2004 17:45:15	02
AgentSH4 (Centro Cirúrgico)	07/11/2004 17:45:26	07/11/2004 17:45:26	01
AgentSH1 (Evolução)	07/11/2004 17:46:55	07/11/2004 17:46:58	03

Considerando os valores apresentados na coluna “Tempo total em segundos” da Tabela 5.1, a média do tempo de resposta do sistema foi de 2,1 segundos (desvio padrão: 1,4 segundos).

Capítulo 6

Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusão

A ocorrência de IH tem sido identificada como um grave problema de saúde pública no Brasil e no mundo (FERNANDES, 2000). As CCIHs tem em seu papel, além de outras atribuições, a ação de coletar informações e efetuar avaliações sobre as IH apresentadas em todos os hospitais do Brasil, conforme discriminado na Portaria n.º 196/MS, de 24 de Junho de 1983 (BRASIL, 1983).

Visando atender a necessidade de avaliar a proposta de uma ferramenta para monitorar o potencial de risco de IH de um paciente alojado em uma UTI-Neonatal em tempo real, foi utilizada a arquitetura baseada em agentes de *software* para o desenvolvimento desta ferramenta.

Foram desenvolvidos simuladores dos sistemas da unidade hospitalar para efetuar a coleta das informações necessárias para o cálculo do potencial de risco de IH.

O sistema desenvolvido resultante permite o processamento das informações coletadas através dos simuladores, utilizando a rede *bayesiana* desenvolvida por BELTRÃO (2005) com a finalidade de calcular o potencial de risco de IH em pacientes de uma UTI-Neonatal.

Após o processamento das informações coletadas, o monitor desenvolvido para apresentar as IHS, propicia a apresentação na tela de acompanhamento no setor da CCIH, conforme a tela do monitor apresentada na figura 4.6 – Tela com o monitor de IH, assim o profissional de plantão neste setor, pode tomar as medidas necessárias após as avaliações dos valores apresentados.

Foi utilizado um *framework* para o desenvolvimento de agentes de *software*, facilitando assim a composição de tarefas para tratar da execução destes agentes de forma distribuída e autônoma. Desta forma o sistema foi desenvolvido nos padrões internacionais de desenvolvimento de SMA estipulados pela FIPA, podendo assim ser acoplado a outros SMAs desenvolvidos no mesmo padrão.

Neste trabalho considerou-se como tempo real os valores quantificados como: o tempo gasto no processamento, armazenamento e tráfego das informações na rede entre os agentes, além da formatação da apresentação das informações na tela do monitor.

Nos experimentos iniciais realizados, o tempo entre o lançamento de informações e a apresentação da IH calculada, alcançou variações de 1 a 5 segundos e média de 2,1 segundos.

Este trabalho não objetivou quantificar a redução de IH, mas prover uma ferramenta que valorize as ações para tornar isso possível. Também não fez parte deste trabalho avaliar²² o resultados apresentados pela rede *bayesiana* desenvolvida por BELTRÃO (2005), mas utilizá-la em conjunto com outras tecnologias estudadas neste trabalho, para maximizar a eficácia no processo de avaliação da possibilidade de IH em UTI-Neonatal junto a CCIH.

Como contribuição este trabalho define uma abordagem de aquisição/coleta de informações para a tomada de decisão em saúde relacionada à IH, adotando uma arquitetura que levou em conta naturalmente a distribuição de informação do controle, integrando agentes de informação ao sistema de apoio a tomada de decisão para simular a avaliação de um especialista.

Desta forma, monitorar em tempo real o potencial de risco de IH em UTI-Neonatal, possibilita ao responsável de plantão da CCIH, através da avaliação das IHS apresentadas pela monitoração, tomar as decisões necessárias para evitar ou minimizar a intensidade da possível IH acontecer, auxiliando as CCIHs no seu papel de coletar informações e efetuar avaliações sobre as IH apresentadas no Hospital.

6.2 Trabalhos Futuros

Considerando as funcionalidades propostas neste trabalho, pode-se ter como melhoria os seguintes itens:

²² A avaliação da rede *bayesiana* e dos resultados obtidos por está, foram realizada no estudo realizado por BELTRÃO (2005).

- (i). Realizar a análise e desenvolvimento de uma interface *wireless*²³ para a coleta de informações. No momento que o profissional de saúde efetuar algum procedimento no paciente, utiliza um equipamento *wireless* para enviar as informações para o sistema, possibilitando que o sistema alerte quanto a ação eu está sendo tomada;
- (ii). Conceber a criação de alertas para o médico responsável pelo paciente, via telefonia celular, quanto ao risco de infecção apresentado pelo paciente;
- (iii). Utilizar uma técnica para tratar os históricos das Infecções Hospitalares armazenadas junto ao agente monitor. Este histórico contém informações sobre as ações realizadas sobre os pacientes antes, durante e depois da aquisição de uma IH. Considerando cada IH como um caso, pode-se utilizar, por exemplo, a técnica de Raciocínio Baseado em Casos para extrair probabilidades do surgimento de surtos epidemiológicos;
- (iv). Criar uma pesquisa de histórico de IHs no agente monitor, por um determinado período, facilitando assim a investigação da evolução da IH; e
- (v). Integrar o sistema com outras unidades de saúde além da UTI-Neonatal, possibilitando assim a coleta de informações e o processamento do risco de um paciente vir a adquirir uma IH em tempo real e em todo o hospital.

O ponto principal para a avaliação de qual item deve ser contemplado primeiro, deve estar associada diretamente à necessidade apresentada no dia-a-dia da CCIH.

²³ A tecnologia *wireless*, ou seja, sem fio, permite a conexão entre diferentes pontos sem a necessidade do uso de cabos, através da instalação de antenas e de transmissores.

Referências Bibliográficas

1. [ABICALAFFE, AMARAL e DIAS, 2004] ABICALAFFE, César Luiz Lacerda; AMARAL, Vivian Ferreira do; DIAS, João da Silva. **APLICAÇÃO DA REDE BAYESIANA NA PREVENÇÃO DA GESTAÇÃO DE ALTO RISCO**. CBIS'2004 - IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - Ribeirão Preto, SP. 2004. Disponível na web em <http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/461.pdf>. Acesso em 12/2004.
2. [AIKINS et al., 1983] AIKINS, J.S.; KUNZ, J.C.; SHORTLIFFE, E.H.; FALLAT, R.J. **PUFF: An expert system for interpretation of pulmonary function data**. Computers in Biomedical Research, 199-208 pg, 1983.
3. [ANDREASSEN, et al., 1989] ANDREASSEN, S.; JENSEN, F. V.; ANDERSEN, S. K.; FLACK, B.; KJRULFF, U.; WLDBYE, M.; SRENSSEN, A. R.; ROSENFALCK, A.; JENSEN, F. **MUNIN - an expert EMG assistant**. In: Computer-Aided Electromyography and Expert Systems, John E. Desmedt (editor), chapter 21, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1989.
4. [ANVISA, 2004] **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível na web em <http://www.anvisa.gov.br/>. Acesso em 11/2004.
5. [AVANCINI, 2000] AVANCINI, Henri Héctor. **FraMaS: Un Framework para Sistemas Multi-agente basado en Composición. Tese de Maister en Ingeniería de Sistemas**. Universidad Nacional Del Centro de La Provincia de Buenos Aires. Tandil, 2000. Disponível em http://faure.isti.cnr.it/~avancini/FraMaS_Tesis.pdf. Acesso em 11/2004.
6. [AYLIFFE, 1998] AYLIFFE, G.A.J. **Controle de infecção hospitalar: manual prático**. 3. ed. Rio de Janeiro: Revinter, c1998. 264 pg.
7. [BARNETT et al., 1987] BARNETT G.O.; CIMINO J.J.; HUPP J.A.; HOFFER E.P. **DXPLAIN, An evolving diagnostic decision-support system**. JAMA. 1987 Jul 3;258(1):67-74.
8. [BARRETO, 2002] BARRETO, Jorge M. **Inteligência Artificial Distribuída IAD**. Disponível na web em <http://www.inf.ufsc.br/~barreto/Projetos/Analucia/IAD.htm>. acesso em 10/2002.
9. [BEINLICH, et al., 1989] BEINLICH, I.A; SUERMONDT, H.J; CHAVEZ, R.M; COOPER, G.F. **The ALARM monitoring system: a case study with two probabilistic**

inference techniques for belief networks, Proceedings of the Second Conference on Artificial Intelligence in Medicine, 247-256 pg. 1989.

10. [BELTRÃO, 2005] BELTRÃO, Cláudio Jose. **Rede Bayesiana para Predição do Risco de Infecção Hospitalar em UTI-Neonatal**. Dissertação de Mestrado junto ao Programa de Pós -graduação em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2005.
11. [BELTRÃO et al., 2004] BELTRÃO, Cláudio Jose; DIAS, João da Silva; MOTTA, Fábio de Araújo; ANDRADE, Patrícia Françoise; PACHECO, Ana Paula de Oliveira. **Sistema Especialista para Cálculo do Potencial de Risco de Infecção Hospitalar em UTI-Neonatal**. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde – CBIS2004. Ribeirão Preto-SP. 2004.
12. [BIBLIOMED, 2001] Bibliomed. **Infecção Hospitalar Atinge 15,5% dos Pacientes Internados no Brasil**. eHealth Latin America em 09 de Janeiro de 2001. Infecção Hospitalar Atinge 15,5% dos Pacientes Internados no Brasil. Disponível da web em: <http://corporativo.bibliomed.com.br/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID=189&LibCatID=5&romhome=yes>, acesso em 10/2004.
13. [BIONDO-SIMÕES, 2004] BIONDO-SIMÕES, Maria de Lourdes Pessole. **Metodologia da Pesquisa**. Curitiba, 2004.
14. [BIREME, 2004] Disponível na internet no endereço <http://www.bireme.br/>. Acesso em 10/2004.
15. [BRASIL, 1983] Brasil. Leis, decretos, etc. **Portaria n.º 169 de 24 de junho de 1983. Ministério da Saúde**. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 28 de junho de 1983. Brasília 1983.
16. [BRASIL, 1998] Brasil. Leis, decretos, etc. **Portaria n.º 2,616 de 12 de maio de 1998. Ministério da Saúde**. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 13 de maio de 1998. Brasília, 1998.
17. [CALIL et al, 2001] CALIL R.; MARBA STM.; VON Mowakonski A.; TRESOLDI A.T. **Reduction in colonization and nosocomial infection by multiresistant bacteria in a neonatal unit after institution of educational measures and restriction in the use of cephalosporins**. Am J Infect Control 2001; 29:133-138. Disponível na web em <http://www.ccih.med.br/bibl-nov-2001-4.html>, acesso em 10/2004.
18. [CALISTI, FUNK e BRUNSCHWING, 2003] CALISTI, M.; FUNK, P.; BRUNSCHWING, P. **Software support for organ transplant management**. In Proceedings of Medical Informatics Europe 2003.
19. [CHAUHAN, 1997] CHAUHAN, Deepika. **JAFMAS: A Java-based Agent Framework for Multiagent Systems Development and Implementation**. ECECS Department Thesis, University of Cincinnati, Cincinnati, OH, 1997.

20. [COUTO e PEDROSA, 1999] COUTO, Renato Camargos; PEDROSA, Tânia Maria Grillo. **Guia prático de infecção hospitalar**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. 356 pg.
21. [CUER e HIRABARA, 2004] CUER, Andréia Oliveira; HIRABARA, Luciane Yanase. Disponível na web em <http://www.din.uem.br/~ia/medicina/software.html>. Acesso em 06/2004.
22. [DARMONI et al., 1995] DARMONI, S.J.; MASSARI P.; DROY J.M.; MOIROT E.; LEROY J. **Functional evaluation of SETH: an expert system in clinical toxicology**. Proceedings of the 5th Conference on Artificial Intelligence in Medicine Europe, P. Barahona, M. Stefanelli, J. Wyatt (Eds), 231-238 pg (Pavia, Italy, June 1995).
23. [DEMEZEAU e MÜLLER, 1990] DEMAZEU, Yves; MÜLLER, Jean-Pierre. **Decentralized Artificial Intelligence**. North-Holland: Elsevier Science Publishers, 1990. 3-13 pg. Trabalho apresentado no European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World, 1, 1989, Cambridge.
24. [DESCARTES, 1996] DESCARTES, René. **Meditações Metafísicas**. Tradução de Gustavo de Fraga. Coimbra. Livraria Almedina, 1976.
25. [DIÉZ, et al., 1997] DIÉZ, F.J; MIRA, J; ITURRALDE, E; ZUBILLAGE, Z. **DIIVAL, a Bayesian expert system for echocardiography**. Artificial Intelligence in Medicine, v.10, 59-73 pg, 1997.
26. [DOJAT et al., 1997] DOJAT, M.; PACHET, F.; GUSSOUM, Z.; TOUCHARD, D.; HARF, A.; BROCHARD, L. **NéoGanesh: a working system for the automated control of assisted ventilation in ICUs** Artificial Intelligence in Medicine. Volume 11, Issue 2, October 1997, Pages 97-117.
27. [EASTMAN, 2002] EASTMAN, Carlos M. **KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)**. Disponível na web em <http://www.inf.ufsc.br/iad/users/c/carlos/eastman.htm>. Acesso em 11/2002.
28. [EASTMAN'S, 2004] EASTMAN'S, Carlos M. **KQML e KSE: as origens**. Disponível na web em <http://www.inf.ufsc.br/iad/users/c/carlos/eastman.htm>. Acesso em 11/2004.
29. [EDWARDS et al., 1993] EDWARDS, G.; COMPTON, P.; MALOR, R.; SRINIVASAN, A.; PEIRS, LAZARUS L. **A pathologist maintained expert system for the interpretation of chemical pathology reports**. Pathology 1993; 25:27-34.
30. [FERNANDES, 2000] FERNANDES, Antonio Tadeu. **Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde 2**. São Paulo: Atheneu, 2000. 2v.
31. [FERREIRA, 1975] FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975. 1499 pg.
32. [FININ et al., 1993] FININ, Tim, et al. **DRAFT Specification of the KQML: Agent Communication Language. plus example agent policies and architectures**.

- Computer Science Depart University of Maryland, UMBC Baltimore MD 21228, 1993. pg 33-34. Disponível na web em <http://www.agent.ai/doc/upload/200302/fini93.pdf>. Acesso em 11/2004.
33. [FININ et al., 1997] FININ T.; FRITZSON, R, et al. **KQML – A Language and Protocol for Knowledge and Information Exchange**. Computer Science Depart University of Maryland, UMBC Baltimore MD 21228, 126-136 pg.
 34. [FIPA, 2004] **Foundation for Intelligent Physical Agents**. Universidade de Parma, Itália. Disponível na web em <http://www.fipa.org/>. Acesso em 08/2004.
 35. [FIPAOS, 2001] **FIPA-OS Developers Guide**. Disponível na web em http://fipa-os.sourceforge.net/docs/Developers_Guide.pdf. Acesso em 08/2004.
 36. [FIPAOS, 2004] **Nortel Network: Products & Services – FIPA-OS**. Disponível na web em <http://www.nortelnetworks.com/products/announcements/fipa/>. Acesso 08/2004.
 37. [FOCA, JAKOB e WHITTIER, 2000] FOCA M.; JAKOB K.; WHITTIER S. **Infecção endêmica por Pseudomonas aeruginosa em Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal**. N Engl J Med. 2000;343:695-700. Disponível na web em <http://www.ccih.med.br/bibl-dez-2000-2.html>. Acesso em 10/2004.
 38. [FONER, 1994] FONER, Lenny. **What's an Agent, Anyway? A Sociological Case Study**. Mit Media Lab, 1994a. Disponível na web em <http://foner.www.media.mit.edu/people/foner/Julia/Julia.html>. Acesso em 02/2004.
 39. [FRANKLIN e GRAESSER, 1996] FRANKLIN, S.; GRAESSER A. **Is it na Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents**. University of Memphis, March 1996. Disponível na web em <http://www.msci.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html>. Acesso em 02/2004.
 40. [FRIEDMAN-HILL, 2002] FRIEDMAN-HILL, E.J. **Jess, The expert system shell for the Java platform**. Disponível na web em: <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>. Acesso em 10/2002.
 41. [GEORGAKIS et al., 1990] GEORGAKIS, D.C.; TRACE, D.A.; NAEYMI-RAD, F.; EVENS M. **A Statistical Evaluation of the Diagnostic Performance of MEDAS - The Medical Emergency Decision Assistance System**. Proc. SCAMC, Washington, DC, November, 1990, 815-819. 1990.
 42. [GIRARDI, 2004] GIRARDI, Rosario. **Engenharia de Software baseada em Agentes**. IV Congresso Brasileiro de Ciência da Computação, Edição Especial 39. 2004.
 43. [GRUBER, 1993] GRUBER, T. R. **A Translation Approach to Portable Ontology Specifications**. Knowledge Acquisition 5(2), 1993.

44. [HAUAN, 1999] HAUNAN, Michael J. **JADE: computerization of a structured interview for childhood psychiatric diagnosis.** Proc AMIA Symp. 1999;276-80. Disponível na web em <http://www.amia.org/pubs/symposia/D005706.PDF>. Acesso em 11/2004.
45. [HECKERMAN e BREESE, 1994] HECKERMAN, D; BREESE, J. **A new look at causal independence,** In Proceedings of the 10th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, 286-226 pg, Morgan Kaufmann. 1994.
46. [HEILMANN et al., 1995] HEILMAN, Kathryn; KIHANYA, Dan; LIGHT, Alastair; MUSEBYA, Paul. **Intelligent Agents: A Technology and Business Application Analysis.** University of California Berkeley. November, 1995. Disponível na web: <http://haas.berkeley.edu/~heilmann/agents/index.html>. Acesso em 10/2002.
47. [HOFMANN et al., 1995] HOFMANN H.; CHIZZALI-BONFADIN C.; KREIHSL M.; SCHULZ, F.; HORAK W. **HEPAXPERT-III: knowledge-based interpretation of serologic tests for hepatitis A, B, C, and D. Adlassnig KP.** Department of Medical Computer Sciences, University of Vienna, Austria. Medinfo. 1995;8 Pt 2:1683.
48. [HORN et al., 2002] HORN, Werner; POPOW, Christian; MIKSCH, Silvia; KIRCHNER, Lieselotte; SEYFANG, Andeas. **Development and Evaluation of VIE-PNN, a Knowledge-Based System for Calculating the Parenteral Nutrition of Newborn Infants, in Artificial Intelligence in Medicine, Special Issue: Knowledge-Based Systems in Routine Use: Lessons Learnt.** 207-218 pg, 24(3). 2002.
49. [HORTON, 1993] HORTON, R. **Nurses knowledge of hospital infection control.** Nurs Stand 7:41; 25-9. 1993
50. [ISKANDAR, 2000] ISKANDAR, J. I. **Normas da ABNT comentadas para trabalhos científicos.** Editora Champagnat, Curitiba, 2000. 101p.
51. [ISKANDAR, 2003] ISKANDAR, J. I. **Normas da ABNT: comentadas para trabalhos científicos.** 2ª. ed. Editora Juruá. Curitiba: 2003. 96p.
52. [JADE, 2004] **Java Agent DEvelopment Framework.** Disponível na web em <http://jade.cselt.it/>. Acesso em 08/2004.
53. [JAQUES, 2002] JAQUES, PATRÍCIA A. **Agentes de Software na Monitoração da Colaboração em Ambientes Telemáticos de Ensino.** Dissertação de Mestrado. PUCRS, Porto Alegre, abril de 1999. Disponível na web em <http://www.inf.ufrgs.br/~pjaques/papers/dissertacao/>. Acesso em 11/2002.
54. [JENNINGS, et al., 1998] JENNINGS, N. et al. **A Roadmap of Agent Reasearch and Development.** Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. Vol. 1, No. 1, 1998.
55. [JOHNSON, 1997] JOHNSON, R. **Components, Frameworks, Patterns.** In: Symposium on Software Reusability, Proceedings, 10-17 pg. 1997.

56. [KAHN, 1993] KAHN, Michael. **GermWatcher**. Disponível na web em http://www.openclinical.org/aisp_germwatcher.html. Acesso em 06/2004
57. [KAHN, 2001] KAHN, C. E. Jr. **Validation, clinical trial and evaluation of a radiology expert system**. *Methods of Information in Medicine* 1991; 30:268-274.
58. [KEVITT, 2002] KEVITT, Paul Mc. **Artificial Intelligence Review**. *An International Science and Engineering Journal*, Cap 6 - 35-66 pg. 1992. Disponível na web em <http://www.kluweronline.com/>. Acesso em 10/2002.
59. [KFOURI, 1996] KFOURI NETO, Miguel. **Responsabilidade civil do médico**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1996. 580 pg.
60. [LABROU, 2002] LABROU, F. **Uma introdução breve para o formato de intercâmbio de conhecimento**. Stanford Computer Science Department Computation Logic Group. Disponível na web em <http://logic.stanford.edu/kif>. Acesso em 05/2002.
61. [LAWRENCE et al., 2004] LAWRENCE W. Diamond; DOYEN T. Nguyen.; **Coulter® FACULTY™**, Department of Haematology, St. Bartholomew's Hospital, London. - Expert System in clinical toxicology, http://www.openclinical.org/aisp_coulter.html. Acesso em 06/2004.
62. [LIMA, 1994] LIMA, Gleydson. **Frameworks para Desenvolvimento Web**. Disponível na web em <http://www.jspbrasil.com.br/>. Acesso em 08/2004.
63. [LIMA, LAENDER e RIBEIRO-NETO, 1998] LIMA, L.R.S; LAENDER, A.H.F; RIBEIRO-NETO, B. **A Hierarchical Approach to the Automatic Categorization of Medical Documents**. In Proc. of the 7th International ACM Conference on Information and Knowledge Management, Maryland, USA, 132-139 pg.
64. [MACHADO, et al., 2001] MACHADO A.; FERRAZ A.A.B.; FERRAZ E.; ARRUDA E.; NOBRE, J.; KONKEWICZ L.R.; PIMENTEL M.L.; LEÃO M.T.C.; TRABASSO P.; GRIMBAUM R. **Prevenção da Infecção Hospitalar**. Projeto Diretrizes. Sociedade Brasileira de Infectologia. 2001
65. [MAHIEU, 2001] MAHIEU L.M. **Catheter manipulations and the risk of catheter-associated bloodstream infection in neonatal intensive care unit patients**. *J Hosp Infect* (2001) 48: 20-26. Disponível na web em <http://www.ccih.med.br/bibl-fev-2002-3.html>. Acesso em 10/2004.
66. [MEDLINE, 2004] **MEDLINE - Manufacturer and Distributor of Health Care Supplies**, Disponível na internet no endereço <http://www.medline.com/>. Acesso em 10/2004
67. [NDUME e NWANA, 1997] NUDME, D.T.; NWANA, H. S. **Research and Development Challenges for Agent-Based Systems**. *IEEE Proceedings Software Engineering*. V. 144, n.º 1, 1997.

68. [NETO e FERNANDES, 2004] NETO, Anfremon D'Amazonas Monteiro; FERNANDES, Gabriella Oliveira. **Análise Comparativa entre Recém-nascidos de Baixo Peso.** Medstudents. Disponível na web em <http://www.medstudents.com.br/original/original/bxpeso/bxpeso.htm>. Acesso em 11/2004.
69. [NIRENBUG e LESSER, 1988] NIRENBUG, S.; LESSER, V. **Providing Intelligent Assistance in Distributed Office Environments.** Colgate University e University of Massachusetts., Reading in DAI, Editado por Alian H. Bond e Les Gasser, 1988.
70. [NORSYS, 2004] **Norsys.** Disponível na web em <http://www.norsys.com>. Acesso em 11/2004.
71. [NWANA et al., 1999] NWANA, Hyacinth; NDUMU, Divine; LEE, Lyndon; COLLIS, Jaron. **ZEUS: A Tool-Kit for Building Distributed Multi-Agent Systems.** In Applied Artificial Intelligence Journal, Vol 13 (1), 1999, p129-186.. Disponível na web em <http://more.btexact.com/projects/agents/publish/papers/aaij-zeus.zip>. Acesso em 03/2004.
72. [O'BRIEN e WIEGAND, 1997] O'BRIEN, P.D.; WIEGAND, M.E. **Agents of Change in Business Process Management.** Lecture Notes in Artificial Intelligence, v1198, 1997, 132-145 pg.
73. [O'CONNOR et al., 1996] O'CONNOR, Damian Osisek; STEVE, Pritko; RICK, Spagna; WILSON, Les. **Intelligent Agents Strategy.** White Paper, IBM Corporation, Research Triangle Park, NC. 1996. Disponível na web: <http://activist.gpl.ibm.com/WhitePaper/ptc2.html>. Acesso em 10/2002.
74. [PACHECO, 2003] PACHECO, Edson José. **Um Framework baseado em agentes computacionais para integração e compartilhamento de conhecimento.** Knowledge Integration&Sharing Framework (KISF). Dissertação de Mestrado. PUCPR. Curitiba, 2003. 164pg.
75. [PEARL, 1988] Pearl, J. **Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference.** San Mateo: Morgan Kaufmann, 1988.
76. [PEREIRA, GIR e MORIYA, 1993] PEREIRA, Milca Severino; GIR, Elucir; MORIYA, Tokico Murakawa. **Infecções hospitalares e seu controle: problemática e o papel do enfermeiro.** Revista da Escola de Enfermagem da USP., São Paulo: 27(3):355-361. 1993.
77. [PITTET, 1995] PITTET D, WENZEL R.P. **Nosocomial bloodstream infection.** Secular trends in rates, mortality and contribution to total hospital deaths. Arch Intern Med 1995; 155:1177-84.
78. [PUPO, 2004] PUPO, Ruy do Amaral Pupo Filho. **A UTI Neonatal - o recém-nascido prematuro.** O trabalho dentro de uma UTI neonatal e os cuidados que um bebê

- prematureo deve receber. Disponível na web em: http://guiadobebe.uol.com.br/artigos/uti_neonatal.htm. Acesso em 10/2004.
79. [RABUSKE, 1995] RABUSKE, Renato Antônio. **Inteligência artificial**. Florianópolis: UFSC, 1995. 240 pg. ISBN 85-328-0025-4.
 80. [RICH e KNIGHT, 1991] RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. **Artificial intelligence**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1991. 621 pg. ISBN 0-07-100894-2.
 81. [RODRIGUES, 1997] RODRIGUES, Edwal Aparecido Campos, et al. **Infecções hospitalares: prevenção e controle**. São Paulo: Sarvier, 1997. 669 pg.
 82. [RUSSELL e NORVIG, 1995a] RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **The AIMA Agent**. 1995, 33-35 pg.
 83. [RUSSELL e NORVIG, 1995b] RUSSELL, Stuart J., NORVIG, Peter. **Artificial intelligence : a modern approach**. New Jersey: Prentice Hall International, c1995. 932, 32 pg. ISBN 0-13-103805-2.
 84. [SAHEKI, et al., 2004] SAHEKI, André Hideaki; SHAROVSKY, Rodolfo; COZMAN, Fabio Gagliardi; COUPÉ, Veerle M. H. **Construção de uma Rede Bayesiana Aplicada ao Diagnóstico de Doenças Cardíacas**. ENIA'2003 - IV Encontro Nacional de Inteligência Artificial - São Paulo, SP. 2003. Disponível na web em <http://www.poli.usp.br/p/fabio.cozman/Publications/Article/saheki-sharovsky-cozman-coupe-enia2003.pdf>. Acesso em 12/2004.
 85. [SANTOS, 2004] SANTOS, Adélio. **Sistemas de vigilância — a experiência brasileira**. Perspectivas da implementação de um sistema de vigilância nacional - Projeto do SINAIS – ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível na web em <http://www.riscobiologico.org/biodidatica/simposio/simposio.htm>. Acesso em 11/2004.
 86. [SAWAR, et al., 1991] SAWAR, M. J; BREANNAN, T. G; COLE, A. J; STEWART, J. **POEMS (PostOperative Expert Medical System)**. In Proceedings of IJCAI91 one Day Workshop: "epresenting Knowledge in Medical Decision Support Systems, Sydney, Australia, Aug. 1991. Disponível na web em http://www.openclinical.org/aisp_poems.html. Acesso em 11/2004.
 87. [SCHEFFER, 1996] SCHEFFER, t. **Algebraic foundation and improved methods of induction of ripple down rules**. In Proceedings Pacific Rim Workshop on Knowledge Acquisition. 1996. Disponível na web em <http://ki.cs.tu-berlin.de/~scheffer/artikel/scheffer96.ps>. Acesso em 11/2004.
 88. [SCOTT, 2001a] SCOTT, A.; DELOACH; WOOD, Mark. **Developing Multiagent Systems with agentTool**, in Intelligent Agents VII. Agent Theories Architectures and Languages, 7th International Workshop (ATAL 2000, Boston, MA, USA, July 7-9, 2000), C. Castelfranchi, Y. Lesperance (Eds.). Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1986, Springer Verlag, Berlin, 2001.

89. [SCOTT, 2001b] SCOTT, A.; DELOACK, et al. **Multiagent Systems Engineering**. The International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, Volume 11 no. 3, June 2001.
90. [SEC, 2001] SEC. **Projeto SEC, Sistemas Especialistas em Cardiologia**. UFRJ - COPPE Sistemas, 2001. Disponível na web em: http://www.cos.ufrj.br/~es/projetos/proj_2.html, Acesso em 06/2004.
91. [SHMEIL, 1999] SHMEIL, Marcos A. H. **Sistemas Multiagente na Modelagem da Estrutura e Relação de Contratação de Organizações**. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. 1999.
92. [SHORTLIFFE, 1981] SHORTLIFFE, Edward H. **CONSULTATION SYSTEMS FOR PHYSICIANS: The Role of Artificial Intelligence Techniques**. In Webber, Bonnie L. and Nilsson, Nils J. (Eds). Readings in Artificial Intelligence, 323-333 pg. Tioga Publishing Company. Palo Alto, California.
93. [SICHAMAN, 1992] SICHAMAN, J.S, et al. **When can knowledge-based systems be called agents?** XII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, IX Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial, Rio de Janeiro, Brasil, 172-185 pg. 1992.
94. [SILVA E SOUZA, et al., 2002] SILVA E SOUZA, Adenícia Custódia; FERREIRA VEIGA TIPPLE, Anaclara; PEREIRA, Milca Severino; et al. **DESAFIOS PARA EL CONTROL DE INFECCION EN LAS INSTITUCIONES DE SALUD: PERCEPCION DE LOS ENFERMEROS**. Cienc. enferm., jun. 2002, vol.8, no.1, 19-30 pg. ISSN 0717-9553.
95. [SILVEIRA, 1998] SILVEIRA, Liliana Nieto. **Sistemas Especialistas e Diagnose Médica**. I Oficina de Inteligência Artificial (OIA 1998). Universidade Católica de Pelotas – UCPel. Escola de Informática. Grupo de Pesquisa em Inteligência Artificial. 1998.
96. [SOUZA, 1996] SOUZA, Eliane Moreira Sá de. **Uma Estrutura de Agentes para Assessoria na Internet**. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Dissertação de Mestrado. UFSC, 1996.
97. [TEIXEIRA, 1996] TEIXEIRA, João de Fernandes. **Filosofia da mente e inteligência artificial**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 1996. 201 pg.
98. [UMBC, 2002] UMBC **Agent Web**. News and information on software agent technology. Disponível na web em <http://agents.umbc.edu/kqml/>. Acesso em 11/2002.
99. [VALE, et al., 2002] VALE, Rodrigo F; JUNIOR, Hermes R; LAENDER, Alberto H. F; RIBEIRO-NETO, Berthier A. **Akwanmed: Um Sistema de Busca Especializado na Área da Saúde**. CBIS'2002 - VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - Natal, RN. 2002. Disponível na web em <http://akwan.com.br/~rodrigov/artigos/CBIS2002.pdf>. Acesso em 12/2004.

100. [WENZEL, 1981] WENZEL, R.T. The beggining. **In CRC handbook of hospital acquired infections**. 2 ed. Florida: Boca Ranton, 3-32, 1981.
101. [WENZEL, 1995] WENZEL R.T. The Lowbury Lecture. **The economics of nosocomial infection**. J HospInfect 1995; 31:79-87.
102. [WOOLDRIDGE e JENNINGS, 1995a] WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS N. **Agent Theories, Architectures, and Languages: A Survey. Intelligent Agents**. Berlin: Springer-Verlag, 1995.
103. [WOOLDRIDGE e JENNINGS, 1995b] WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. **Intelligent Agents: Theory and Practice**. The Knowledge Engineering Review, 10, 1995.
104. [WQOS, 2004] Projeto **WQoS - Núcleo Brasileiro de JADE**. Disponível na web em <http://qos.tecnolink.com.br/>. Acesso em 08/2004.
105. [ZANON, 1987] ZANON, Uriel; NEVES, Jayme. **Infecoes hospitalares. Prevenção, Diagnóstico e Tratamento**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1987. 986 pg.

Anexos

ANEXO A – PORTARIA N.º 196/MS, DE 24 DE JUNHO DE 1983

Portaria n.º 196/MS, de 24 de Junho de 1983.

O Ministério de Estado da Saúde, no uso de suas atribuições,

Considerando que as infecções hospitalares podem causar significativos danos à clientela dos serviços de saúde.

Considerando que o seu equacionamento envolve medidas que, basicamente, devem ser tomadas a nível do hospital, abrangendo a sua estrutura e funcionamento;

Considerando que, de acordo com a Lei n.º 6.229, de 17 de julho de 1975, ao Ministério da Saúde como órgão normativo do Sistema Nacional de Saúde, cabe elaborar normas técnico-científicas de promoção, proteção e recuperação da Saúde (Art. 1.º, alínea "b");

Considerando que, pelo mesmo diploma legal, ao referido Sistema compete a fiscalização sanitária sobre as condições de exercício das profissões e ocupações técnicas e auxiliares relacionadas diretamente com a saúde (Art. 1.º, ítem I, alínea "j");

Considerando que, no exercício dessa fiscalização, deverão os órgãos estaduais de saúde observar, entre outros requisitos e condições, a adoção pela instituição prestadora de serviços, de meios de proteção capazes de evitar efeitos nocivos à saúde dos agentes, clientes, pacientes e circunstantes (Decreto n.º 77.052, de 19 de janeiro de 1976. Art. 2.º, ítem IV);

Considerando que, por força do disposto no artigo 7.º do Decreto acima mencionado, o Ministério da Saúde orientará e providenciará sobre a exata aplicação do disposto em seu texto e das demais normas legais e regulamentares pertinentes ao assunto;

Considerando a necessidade de elaboração de normas técnicas sobre a prevenção de infecções hospitalares, para balisar a atividade fiscalizadora dos órgãos estaduais de saúde;

Considerando, finalmente, as conclusões do Grupo de Trabalho, instituído pela Resolução CIPLAN n.º 002/83, de 31 de janeiro de 1983, resolve:

1. Expedir na forma dos anexos, instruções para o controle e prevenção das infecções hospitalares.

2. A ocorrência de caso de infecção hospitalar decorrente do uso inadequado de procedimento diagnósticos e terapêuticos, em descumprimento das normas ora estabelecidas ensejará as medidas previstas no artigo 5.º do Decreto n.º 77.052, de 19 de janeiro de 1976.

3. Esta portaria entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário, fixando-se às instituições hospitalares o prazo de 180 dias para adotarem as suas disposições.

WALDYR MENDES ARCOVERDE

ANEXO I

ORGANIZAÇÃO

1. Todos os hospitais do País deverão manter Comissão de Controle de Infecção Hospitalar CCIH, independentemente da natureza da entidade mantenedora.

1.1. Os hospitais poderão articular-se no sentido da utilização recíproca de recursos técnicos, materiais e humanos com vistas ao eficiente controle e prevenção das infecções hospitalares.

2. A Comissão deverá ser instituída, atendendo as peculiaridades de cada hospital, com a participação, em seu núcleo básico:

- 2.1. do serviço médico;
- 2.2. do serviço de enfermagem;
- 2.3. do laboratório de análise clínica;
- 2.4. dos médicos residentes;
- 2.5. da farmácia hospitalar;
- 2.6. da administração.

3. A Comissão basicamente deverá exercer as seguintes atividades :

- 3.1. implantar um sistema de vigilância epidemiológica, que compreende a coleta, análise e divulgação dos dados mais significativos;
- 3.2. realizar treinamento em serviços;
- 3.3. elaborar normas técnicas complementares, de acordo com as particularidades do hospital, para a prevenção das infecções que ali comumente se verifiquem, com ênfase na regulamentação das necessidades e medidas de isolamento e acompanhamento de sua aplicação;
- 3.4. sugerir medidas que resultem na prevenção ou redução das infecções hospitalares;
- 3.5. implementar todas as medidas recomendadas e supervisionar a sua aplicação;
- 3.6. implantar controle do uso de antimicrobianos;
- 3.7. preparar para a direção do hospital folha dos casos de doenças de notificação compulsória, a ser remetida ao órgão estadual de saúde de sua jurisdição;
- 3.8. participar na investigação dos casos notificados, procurando identificar como o paciente adquiriu a infecção e se, ao ser notificada, já foi transmitida a outro.

ANEXO II

FASES OPERATIVAS

1. COLETA DE DADOS

O fluxo de informação resume-se no seguinte:

- 1.1. Preenchimento sistemático pelos médicos da ficha de notificação de infecção, constantes do prontuário de todos os pacientes admitidos no hospital.
- 1.2. Identificação pelas enfermeiras dos prontuários de pacientes que estejam fazendo uso de antimicrobianos com ou sem infecção. Essa identificação pode ser feita carimbando-se em local destacado os respectivos prontuários com os dizeres "INFECÇÃO" e "ANTIBIÓTICOS" conforme o caso, apondo-se a data correspondente.
- 1.3. Exame, pela CCIB, das fichas de infecção e prontuários dos pacientes saídos.
- 1.4. Determinação, pelo menos semestral, da frequência de casos e dos coeficientes de sensibilidade/resistência de microorganismo isolados de pacientes internos.
- 1.5. Levantamento de consumo de antimicrobianos. A comissão receberá mensalmente a lista dos antimicrobianos consumidos no período e os respectivos gastos, a ser fornecida pelo serviço de farmácia do hospital.
- 1.6. Investigação epidemiológica de surtos localizados de casos de infecção hospitalar.

2. ANÁLISE DOS DADOS

Os indicadores mais importantes a serem levantados e analisados mensalmente por serviço e por hospital são:

- 2.1. a) Taxa de doentes com infecção hospitalar, tendo como numerador o número de doentes com infecção hospitalar e denominador o total de saídas (altas e óbitos).

b) Taxa de infecções hospitalares tomado como numerador o número de infecções hospitalares e denominador as saídas (altas e óbitos).

2.2. Taxa de doentes com infecção hospitalar por causa básica de internação.

2.3. Estrutura percentual de infecção hospitalar por localização topográfica no paciente.

2.4. Taxa de infecção hospitalar por procedimento de risco:

a) Taxa de supuração em cirurgias, de acordo com o potencial de contaminação (limpas, potencialmente contaminadas, contaminadas e infectadas);

b) Taxa de infecção urinária após cateterismo vesical.

Parágrafo Único: Outros procedimentos de risco poderão ser avaliados, sempre que a ocorrência respectiva o indicar:

a) Taxa de infecção após cateterismos vasculares;

b) Taxa de infecção devida a assistência respiratória com e sem traqueostomia.

2.5. Distribuição de infecções por microorganismo.

2.6. Coeficientes de resistência (quanto à frequência, ver item 1.4.).

2.7. Consumo de antibióticos (por unidade de embalagem, por tipo de antibiótico, por paciente/ano, por Unidade de Internação).

2.8. Taxa de letalidade ligada a infecção hospitalar.

2.9. Taxa de infecção comunitária (numerador, o número de infecções comunitárias e, denominador, o de saídas, isto é, alta mais óbitos).

2.10. Taxa de necropsias.

2.11. Taxa de necropsias ligadas à infecção hospitalar.

3. DIVULGAÇÃO DE DADOS

Para efeito de controle de infecção hospitalar fica estabelecido o seguinte critério:

3.1. Comunicação junto aos níveis decisórios e de execução, dos indicadores obtidos, a ser realizada pelo menos mensalmente.

3.2. As ocorrências relativas às infecções hospitalares deverão ser expressas em relatórios de frequência pelo menos semestral.

3.3. Ocorrências epidêmicas deverão ser objeto de relatórios específicos.

4. DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS

4.1. A CCIH deverá propor aos órgãos dirigentes do hospital programa de desenvolvimento de recursos humanos com a participação dos diversos serviços interessados.

4.2. A diretoria do hospital deverá propiciar à CCIH estrutura adequada e o material necessário para a sua correta operacionalidade.

ANEXO III

I - CRITÉRIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE INFECÇÃO HOSPITALAR

Para a caracterização de infecção hospitalar ficam estabelecidos os seguintes critérios:

a) infecção comunitária, não institucional ou não hospitalar é a infecção constatada ou em incubação no ato da admissão do paciente, desde que não relacionada com internação anterior no mesmo hospital;

b) infecção hospitalar propriamente dita, institucional ou nosocomial é qualquer infecção adquirida após a internação do paciente e que se manifeste durante a internação ou mesmo após a alta, quando puder ser relacionada com a hospitalização.

II - CRITÉRIOS PARA DOAGNÓSTICO DA INFECÇÃO INSTITUCIONAL

1. NORMAS GERAIS

1.1. Quando, depois de internado com infecção comunitária, o paciente apresentar sinais e sintomas clínicos de uma infecção em localização topográfica diferente daquela identificada no ato da internação, ainda que o microorganismo isolado seja o mesmo

encontrado no ato da admissão, a infecção deverá ser classificada como infecção hospitalar propriamente dita.

1.2. Quando, no mesmo local em que foi diagnosticada a infecção, ao ingresso do paciente no hospital, for isolado um germe diferente, seguida do agravamento das condições clínicas do paciente, o caso deverá ser considerado como infecção hospitalar.

1.3. Quando se desconhecer o período de incubação do microorganismo e não houver sintomatologia clínica e/ou dado laboratorial de infecção no momento da admissão, considera-se infecção hospitalar toda manifestação clínica de infecção que se apresentar a partir de 72 horas após a admissão.

No entanto, também são consideradas hospitalares, as infecções em pacientes com menos de 72 horas de hospitalização, nas situações em que tenham sido submetidos a procedimentos diagnósticos e terapêuticos associáveis aos processos infecciosos em questão.

1.4. Infecção Cruzadas

Somente serão consideradas infecções cruzadas aquelas em que se puder demonstrar laboratorialmente que a mesma cepa se transmitir de paciente a paciente. Os casos mais evidentes de infecções cruzadas são as viroses da infância, Salmonelose e hepatites a vírus.

III - CONCEITOS ESPECÍFICOS

1. INFECÇÕES DO TRATO URINÁRIO

1.1. ASSINTOMÁTICA: confirma-se o diagnóstico quando ocorre a presença de mais de cem mil microorganismos por mililitro na cultura de urina recente, sem manifestações clínicas de infecção prévia ou atual. Deve-se considerar esta situação como infecção hospitalar, quando houver cultura prévia de urina com resultado negativo sem uso de antibióticos. Caso o paciente seja admitido no hospital com uma infecção no trato urinário e em cultura posterior revelar-se a existência de novos germes, encontrados mais de cem mil microorganismos por mililitro de urina deve-se considerar a mesma como sendo infecção hospitalar.

1.2. SINTOMÁTICA: a presença de sinais e/ou sintomas clínicos (hipertermia, disúria, dor lombar, dor suprapúbica, etc.) num indivíduo hospitalizado, aliada a pelo menos um dos fatores abaixo, identificados após a admissão, é suficiente para o diagnóstico de infecção hospitalar do trato urinário:

1.2.1. Contagem de colônias com números superior a dez mil microorganismos por mililitro de urina recente;

1.2.1. piúria, com mais de dez piócitos por campo com aumento de duzentas vezes;

1.2.3. presença de germes em esfregaço de urina recente não centrifugada e corada pelo Gram.

2. INFECÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO

2.1. DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR: inclui manifestações clínicas de infecção do nariz, garganta e ouvido, simples ou combinada.

2.2. DO TRATO RESPIRATÓRIO INFERIOR: sinais e sintomas clínicos como tosse, dor torácica ou pleural, hipertermia, escarro purulento, desenvolvidos 72 horas após a internação são suficientes para o diagnóstico de infecção respiratória, com ou sem positividade de cultura desse escarro ou radiografia de tórax, excluídos os diagnósticos de patologias não infecciosas com tais sintomas, como embolia pulmonar e bronquiectasias.

A superinfecção de uma infecção respiratória previamente existente representa uma nova infecção hospitalar quando um novo germe é identificado na cultura de escarro e há evidência clínica e radiológica de que o novo organismo está associado com a deterioração das condições do paciente.

3. INFECÇÕES DO TRATO INTESTINAL (Gastreenterita)

3.1. Toda manifestação clínica de vômitos, diarreia e febre que se instale 72 horas após a internação, independente da existência de cultura positiva, deve ser considerada infecção hospitalar, excluídos os diagnósticos de patologias não infecciosas com tal sintomatologia clínica (Doença de Crohn, alergias, reto colite ulcerativa e outros).

3.2. Nos casos afebris, serão considerados como infecção hospitalar aqueles que tiverem início 72 horas após a admissão e apresentarem diarreia por mais de dois dias ou muco, pus e sangue nas fezes.

4. INFECÇÕES CUTÂNEAS

4.1. INFECÇÕES EM QUEIMADOS: o simples isolamento de microorganismos patogênicos é insuficiente para o diagnóstico, tornando-se indispensável para caracterizar a infecção, a existência de secreção purulenta na lesão, ou sinais de bacteremia.

4.2. INFECÇÕES CIRÚRGICAS: qualquer ferida cirúrgica que elimine secreção purulenta com ou sem cultura positiva, deve ser considerada como infecção institucional, independente de cogitação quanto à origem endógena ou exógena dos microorganismos.

4.3. OUTRAS INFECÇÕES CUTÂNEAS: dermatites e úlceras de decúbito infectadas quando desenvolvidas depois da admissão do paciente, serão classificadas como infecções institucionais. Em pacientes admitidos com infecções cutâneas ou subcutâneas, o isolamento de um micriorganismo diferente, acompanhado do agravamento das condições clínicas do doente, deverá constituir elemento para classificar o caso como infecção institucional.

4.4. ENDOMETRITE: corrimento cervical purulento, com ou sem cultura positiva acompanhado por manifestações locais de infecção (sub-involução uterina com dor à mobilização) ou sistêmicas (febre), deve ser considerada como infecção hospitalar se o início do quadro ocorreu após a admissão .

4.5. INFECÇÕES INTRA-ABDOMINAIS: apendicites, colecistites, colangites, diverticulites, bem caso suas complicações (abscessos, peritonites) devem ser consideradas como infecções comunitárias, se estiverem presentes no ato operatório. As complicações tardias pós-operatórias devem ser consideradas como hospitalares.

Todas as complicações infecciosas relacionadas a procedimentos invasivos intra-abdominais, tais como : diálises peritoneal, laparoscopia, paracentese, etc, devem ser consideradas hospitalares.

4.6. Toda infecção em neonato deve ser considerada hospitalar, excluídas as infecções congênicas.

ANEXO IV

I - CLASSIFICAÇÃO DAS CIRURGIAS POR POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO

As infecções pós-operatórias devem ser analisadas conforme o potencial de contaminação da ferida cirúrgica, entendido como o número de microorganismos presentes no tecido a ser operado.

1. OPERAÇÕES LIMPAS

São aquelas realizadas em tecidos estéreis ou passíveis de descontaminação, na ausência do processo infeccioso local ou falhas técnicas grosseiras.

2. OPERAÇÕES POTENCIALMENTE CONTAMINADAS

São aquelas realizadas em tecidos estéreis colonizados por flora microbiana pouco numerosa ou em tecido de difícil descontaminação, na ausência do processo infeccioso local ou falhas técnicas grosseiras.

3. OPERAÇÕES CONTAMINADAS

São aquelas realizadas em tecidos colonizados por flora bacteriana abundante cuja descontaminação seja difícil ou impossível, bem como todas aquelas em que tenham ocorrido falhas técnicas grosseiras, na ausência de supuração local

4. OPERAÇÕES INFECTADAS

São todas as intervenções cirúrgicas realizadas em quaisquer dos tecidos ou órgãos anteriormente mencionados, em presença de processo infeccioso (supuração local).

II - EXEMPLO DE CIRURGIAS CLASSIFICADAS PELO SEU POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO

1. LIMPAS

- * Artroplastia do quadril
- * Cirurgia cardíaca
- * Herniorrafia de todos os tipos
- * Neurocirurgia
- * Procedimentos cirúrgicos ortopédicos (eletivos)
- * Anastomose portocava, esplenorreal e outras
- * Mastoplastia
- * Mastectomia parcial e radical
- * Cirurgia do ovário
- * Enxertos cutâneos
- * Esplenectomia
- * Vagotomia superseletiva (sem drenagem)
- * Cirurgia vascular

2. POTENCIALMENTE CONTAMINADAS

- * Histerectomia abdominal
- * Cirurgia do intestino delgado (eletiva)
- * Cirurgia das vias biliares
- * Cirurgia gástrica e duodenal
- * Feridas traumáticas limpas - ação cirúrgica até dez horas após o traumatismo

3. CONTAMINADAS

- * Apendicectomia sem processo de supuração
- * Cirurgia dos cólons
- * Debridamento de queimaduras
- * Cirurgia das vias biliares na presença de bile contaminada
- * Cirurgia intranasal
- * Cirurgia oral e dental
- * Fraturas expostas com atendimento após dez horas
- * Feridas traumáticas com atendimento após dez horas de ocorrido o traumatismo
- * Cirurgia da orofaringe

4. INFECTADA

- * Cirurgia do reto e ânus com pus
- * Cirurgia abdominal em presença de pus e conteúdo do cólon
- * Nefrectomia com infecção

ANEXO V

NORMAS PARA SELEÇÃO DE GERMICIDAS EM HOSPITAIS

Destina-se a promover a seleção de germicida em concentrações adequadas a evitar o uso de produtos passíveis de se contaminarem e veicularem infecções. A composição dos produtos deverá ser comprovada mediante cópia da fórmula licenciada pela Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Produtos Saneantes Domissanitários do Ministério da Saúde.

I - CLASSIFICAÇÃO DOS GERMICIDAS QUANTO À APLICAÇÃO

1. Esterilizantes químicos
2. Desinfetantes-Detergentes
3. Saneantes
4. Anti-sépticos

1. ESTERILIZANTES QUÍMICOS

São formulações destinadas à esterilização de artigos médicos-hospitalares de alto risco (aqueles que entram em contato com tecido celular subcutâneo ou com o sistema vascular) que não podem ser esterilizados em autoclave ou estufa. Os esterilizantes químicos devem ser capazes de destruir todas as formas microbianas (esporos, bactérias, micobactérias, fungos e vírus) em temperatura ambiente. Os agentes relacionados abaixo são esporicidas nas seguintes concentrações:

- 1.1. Solução aquosa de glutaraldeído a 2%
- 1.2. Solução alcoólica de formaldeído a 8%
- 1.3. Solução de formaldeído a 10% em veículo aquoso contendo glicerina ou propilenoglicol.

O tempo de permanência para desinfecção é de 30 minutos e para esterilização é de 18 horas.

- 1.4. Óxido de etileno, de acordo com as especificações de equipamento.

2. DESINFETANTES-DETERGENTES

São formulações destinadas à limpeza, desinfecção e desodorização das superfícies fixas (pisos, paredes, etc) de áreas críticas e semicríticas e de equipamentos de grande porte, em substituição ao sabão comum. Os desinfetantes-detergentes devem ser capazes de destruir em 30 minutos, bactérias, micobactérias, fungos e vírus lipofílicos, devendo ser utilizados apenas em artigos médico-hospitalares semicríticos (aqueles que entram em contato com a mucosa integral) e não críticos (aqueles que entram em contato com a pele íntegra ou que não entram em contato direto com o paciente).

Devem ser utilizadas:

- * soluções de dois ou mais fenóis sintéticos (ortofenilfenol paratezciário, butilfenol ou ortobenzil paraclorofenol);
- * na concentração mínima, para uso de 0,3% (3000 ppm), associadas a sabão e/ou detergentes aniônicos, ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e antioxidantes.

3. SANEANTES-DETERGENTES

São formulações destinadas à limpeza e desodorização simultâneas de superfície fixas (pisos), paredes, etc) e de equipamentos (descascadores, desossadeiras, máquinas de cortar carne, câmaras frigoríficas, etc), em áreas de estocagem, preparação e consumo de alimentos, em substituição ao sabão comum.

Os saneantes devem ser ativos para os agentes de infecções veiculados por alimentos e devem apresentar baixa toxicidade oral. Dois tipos de formulações são adequados:

- * as associações de quaternários de amônio (sem formaldeído);
- * hipoclorito de sódio.

3.1. Associação de Quaternários

São misturas de diquaternários (cloreto de acetildecildimetilamônio ou cloreto de decildemetilamônio) e monoquaternários (cloreto de alquildimetilbenzilamônio e cloreto de alquildimetiletetilbenzilamônio) sem formaldeído na concentração mínima par uso de 0,2% (2000 ppm), associadas a detergentes compatíveis para limpeza, desinfecção e desodorização simultâneas

3.2. À solução de hipoclorito de sódio estabilizada com cloreto de sódio deverá ser utilizada para desinfecção de superfícies previamente limpas, especialmente nos casos suspeitos de contaminação por vírus hidrofílicos (hepatite, poliomielite, etc), nas seguintes concentrações

- a) desinfecção de mamadeiras (frascos e bicos): 0,0125% (125 ppm)
- b) desinfecção de utensílios alimentares: 0,025% (250 ppm)
- c) desinfecção de artigos contaminados por vírus: 1,0% (10000 ppm).

NOTA: além dessas utilizações, o hipoclorito de sódio é indicado de tanques de diálise: 0,1% (1000 ppm).

4. ANTI-SÉPTICOS

São formulações germicidas de baixa causticidade, hipoalergênicas, destinadas à aplicação em pele e mucosas. São consideradas adequadas as fórmulas aquosas ou alcoólicas contendo:

- polivinilpirrolidonaiodo (PVP-I)
- iodo-iodeto de potássio
- cloro-hexidina e a solução detergente de hexaclorofeno.

São consideradas inadequadas:

* soluções ou formulações de quaternários de amônio (cloreto de benzalcônio, cloreto de brometo de cetilperidina);

- * mercuriais orgânicos ;
- * acetona, éter, clorofórmio;
- * líquido de dakin

As formulações comerciais adequadas, são:

4.1 Soluções detergentes anti-sépticas

Estas soluções associam detergentes e anti-sépticos e se destinam à degermação (remoção dos detritos e impurezas depositadas sobre a pele) e a anti-sepsia parcial da pele.

São adequadas às seguintes formulações:

4.1.1. Solução detergente de PVP-I a 10% (1% de iodo ativo). É indicada para degermação das mãos do pessoal que trabalha em áreas críticas e do local da incisão cirúrgica.

4.1.2. Escova-esponja embebida em PVP-I a 10% (1% de iodo ativo) descartável para degermação e anti-sepsia das mãos do pessoal que trabalha em áreas críticas e do local de incisão cirúrgica.

4.1.3. Solução detergente de cloro-hexidina a 4%, contendo 4% de álcool etílico (para evitar contaminação por proteus e pseudomonas). É indicada para degermação das mãos do pessoal que trabalha em áreas críticas e para o local de incisão cirúrgica, nos casos de alergia ao iodo.

4.1.4. Solução detergente de hexaclorofeno contendo 0,3% de clorocresol (para evitar a contaminação por pseudomonas e outros gram-negativos). É indicada para o banho do paciente antes da cirurgia e para o recém-nascido com mais de dois quilos, quando houver suspeita de epidemia por Staphylococcus aureus e, ainda, para a descontaminação prévia da pele antes de cirurgias onde o maior risco seja a supuração por estafilococos, quando for possível aplicá-la durante três vezes ao dia.

4.2. Solução anti-séptica aquosa sem detergente

Destina-se à anti-sepsia do mucosa oral, ocular, intestinal e vaginal, bem como à aplicação em feridas e em queimaduras. A única formulação aceitável atualmente é a solução aquosa de PVP-I a 10% (1 g de iodo ativo).

4.3. Solução alcoólica para anti-sepsia da pele

A anti-sepsia pré-operatória complementar da pele requer o concurso de dois anti-sépticos: um, de ação rápida (álcool) e outro, de ação residual (PVP-I ou cloro-hexidina).

São adequadas às seguintes formulações:

4.3.1. Solução alcoólica de PVP-I a 10% (1 g de iodo ativo)

Indicada para anti-sepsia complementar da pele após degermação com solução detergente de hexaclorofeno a 3%, situações indicadas no item 4.1.4. ou com solução detergente de PVP-I a 10%.

4.3.2. Solução alcoólica de cloro-hexidina a 0,5%. Indicada para casos de alergia ao iodo, após a degermação prévia com solução detergente de cloro-hexidina a 4%.

ANEXO B – Mensagens Trocadas entre os Agentes

Execução realizada em 06/11/2004:

```

-----
(REQUEST
:sender ( agent-identifier :name sh1@GETEB:1099/JADE )
:receiver (set ( agent-identifier :name df@GETEB:1099/JADE ) )
:content "( (action (agent-identifier :name df@GETEB:1099/JADE )
                (search (df-agent-description :services (set
                (service-description :type AGENT_SH)))
                (search-constraints :max-results -1)
                )))"
:reply-with rwsh1@GETEB:1099/JADE1099740529505
:language fipa-sl0
:ontology FIPA-Agent-Management
:protocol fipa-request
:conversation-id convsh1@GETEB:1099/JADE1099740529505 )
-----
(INFORM
:sender ( agent-identifier :name sh2@GETEB:1099/JADE )
:receiver (set ( agent-identifier :name sh3@GETEB:1099/JADE ) )
:reply-with sh3@GETEB:1099/JADE1099740560291
:in-reply-to cfp1099740560220
:conversation-id colaboracao-paciente )
-----
(CONFIRM
:sender ( agent-identifier :name monitor@GETEB:1099/JADE )
:receiver (set ( agent-identifier :name sh1@GETEB:1099/JADE ) )
:content "RECEBIDO"
:reply-with sh1@GETEB:1099/JADE1099740544287
:in-reply-to cfp1099740544116
:conversation-id colaboracao-monitor )
-----
(CFP
:sender ( agent-identifier :name sh2@GETEB:1099/JADE )
:receiver (set ( agent-identifier :name sh3@GETEB:1099/JADE )
                ( agent-identifier :name sh4@GETEB:1099/JADE )
                ( agent-identifier :name sh1@GETEB:1099/JADE ) )
:content "Maria"
:reply-with cfp1099740549204
:conversation-id colaboracao-paciente )
-----
(CFP
:sender ( agent-identifier :name sh3@GETEB:1099/JADE )
:receiver (set ( agent-identifier :name monitor@GETEB:1099/JADE )
                ( agent-identifier :name processador@GETEB:1099/JADE )
                ( agent-identifier :name sh4@GETEB:1099/JADE )
                ( agent-identifier :name sh1@GETEB:1099/JADE )
                ( agent-identifier :name sh2@GETEB:1099/JADE ) )
:content
  "<SH3><Prematuridade><aTermo>>false</aTermo><p24Anos>>false</p24Anos><
  p25Anos>>false</p25Anos><p26Anos>>false</p26Anos><p27Anos>>false</p27An
  os><p28Anos>>true</p28Anos><p29Anos>>false</p29Anos><p30Anos>>false</p3

```

0Anos><p31Anos>>false</p31Anos><p32Anos>>false</p32Anos><p33Anos>>false
 </p33Anos><p34Anos>>false</p34Anos><p35Anos>>false</p35Anos><SemSelecao>
 <SemSelecao></Prematuridade><Sexo><Masculino>>false</Masculino>
 <Feminino>>false</Feminino><SemSelecao>>true</SemSelecao></Sexo><Tipo
 Internacao><Clinica>>false</Clinica><Cirurgica>>false</Cirurgica><Sem
 Selecao>>true</SemSelecao></TipoInternacao><PesoClassificado><A1>>false
 </A1><A2>>false</A2>>false<C>>false</C><SemSelecao>>true</SemSelecao>
 </PesoClassificado><DiagnosticoRisco><MaFormacao>>false</MaFormacao>
 <Atresia>>false</Atresia><Gastrosquises>>false</Gastrosquises><Nao>
 <Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></DiagnosticoRisco><Permanencia>
 <Desconhecido>>true</Desconhecido><Um>>false</Um><Dois>>false</Dois>
 <Tres>>false</Tres><Quatro>>false</Quatro><Cinco>>false</Cinco><Seis>
 <Seis><Seis><SeteOuMais>>false</SeteOuMais><SemSelecao>>false</SemSelecao>
 </Permanencia><BolsaRota><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>
 <SemSelecao></BolsaRota><UsoPreventivoAntibiotico><Sim>>false
 </Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao><SemSelecao></UsoPreventivoAntibiotico>
 <Hemotransfusao><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>
 <SemSelecao></Hemotransfusao><Procedencia><Casa>>true</Casa>
 <Hospital>>false</Hospital><SemSelecao><SemSelecao></Procedencia></SH3>##<SH3>
 <Prematuridade><aTermo>>false</aTermo><p24Anos>>false</p24Anos><p25Anos>
 <p25Anos><p25Anos><p25Anos><p26Anos><p26Anos><p26Anos><p27Anos><p27Anos>
 <p27Anos><p27Anos><p28Anos><p28Anos><p28Anos><p29Anos><p29Anos><p29Anos>
 <p29Anos><p30Anos><p30Anos><p31Anos><p31Anos><p31Anos><p32Anos><p32Anos>
 <p32Anos><p33Anos><p33Anos><p34Anos><p34Anos><p34Anos><p35Anos><p35Anos>
 <SemSelecao><SemSelecao></Prematuridade><Sexo><Masculino><Masculino>
 <Masculino><Feminino><Feminino><SemSelecao><SemSelecao></Sexo><TipoInternacao>
 <Clinica><Clinica><Cirurgica><Cirurgica><SemSelecao><SemSelecao></TipoInternacao>
 <PesoClassificado><A1><A1><A2><A2><C><C><SemSelecao><SemSelecao>
 </PesoClassificado><DiagnosticoRisco><MaFormacao><MaFormacao><MaFormacao>
 <Atresia><Atresia><Gastrosquises><Gastrosquises><Gastrosquises><Nao>
 <Nao><SemSelecao><SemSelecao></DiagnosticoRisco><Permanencia><Desconhecido>
 <Desconhecido><Um><Um><Dois><Dois><Tres><Tres><Quatro><Quatro><Cinco>
 <Cinco><Seis><Seis><SeteOuMais><SeteOuMais><SemSelecao><SemSelecao>
 </SemSelecao></Permanencia><BolsaRota><Sim><Sim><Nao><Nao><SemSelecao>
 <SemSelecao></BolsaRota><UsoPreventivoAntibiotico><Sim><Sim><Nao><Nao>
 <SemSelecao><SemSelecao></UsoPreventivoAntibiotico><Hemotransfusao><Sim>
 <Sim><Nao><Nao><SemSelecao><SemSelecao></Hemotransfusao><Procedencia><Casa>
 <Casa><Hospital><Hospital><SemSelecao><SemSelecao></Procedencia></SH3>#"

:reply-with cfp1099740560681

:conversation-id colaboracao-processamento)

ANEXO C – Descrição dos Relatórios Gerados pelo Sistema

Os relatórios gerados pelo sistema através de logs, são gravados em arquivos independentes para cada agente.

Abaixo são apresentados alguns logs gerados pelo sistema, onde o AgentSH1 é o agente que recebe o lançamento das informações no sistema:

AgentSH1:

```

-----
Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
AgentSH1 sh1@GETEB:1099/JADE Inserido histórico no DB: true
-----
Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Solicitando colaboração para o paciente: joao
-----
Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Aguardando retorno de colaboracao...
-----
Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Aguardando retorno de colaboracao...
-----
Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Recebeu retorno de colaboracao...
<SH1><VentilacaoMecanica><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></VentilacaoMecanica><TempoVentilacaoMecanica><SemUso>>false</SemUso><Ate24h>>false</Ate24h><Dela5Dias>>false</Dela5Dias><MaisDe5Dias>>false</MaisDe5Dias><SemSelecao>>true</SemSelecao></TempoVentilacaoMecanica><CateterCentral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></CateterCentral><TipoCateter><Fleubotomia>>false</Fleubotomia><PuncaoIntra>>false</PuncaoIntra><Picc>>false</Picc><SemUso>>false</SemUso><SemSelecao>>true</SemSelecao></TipoCateter><NutricaoParenteral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></NutricaoParenteral><DrenoTorax><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>false</SemSelecao></DrenoTorax><ColonizacaoNazal><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></ColonizacaoNazal><OutrosProcedimentosRisco><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>false</SemSelecao></OutrosProcedimentosRisco></SH1>#
-----
Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Aguardando retorno de colaboracao...
-----
Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Recebeu retorno de colaboracao...
<SH1><VentilacaoMecanica><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></VentilacaoMecanica><TempoVentilacaoMecanica><SemUso>>false</SemUso><Ate24h>>false</Ate24h><Dela5Dias>>false</Dela5Dias><MaisDe5Dias>>false</MaisDe5Dias><SemSelecao>>true</SemSelecao></TempoVentilacaoMecanica><CateterCentral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></CateterCentral><TipoCateter><Fleubotomia>>false</Fleubotomia><PuncaoIntra>>false</PuncaoIntra><Picc>>false</Picc><SemUso>>false</SemUso><SemSelecao>>true</SemSelecao></TipoCateter><NutricaoParenteral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></NutricaoParenteral><DrenoTorax><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>false</SemSelecao></DrenoTorax><ColonizacaoNazal><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></Colonizacao

```

Nazal><OutrosProcedimentosRisco><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>false</SemSelecao></OutrosProcedimentosRisco></SH1>##

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
 Aguardando retorno de colaboracao...

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
 Recebeu retorno de colaboracao...
 <SH1><VentilacaoMecanica><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></VentilacaoMecanica><TempoVentilacaoMecanica><SemUso>>false</SemUso><Ate24h>>false</Ate24h><Dela5Dias>>false</Dela5Dias><MaisDe5Dias>>false</MaisDe5Dias><SemSelecao>>true</SemSelecao></TempoVentilacaoMecanica><CateterCentral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></CateterCentral><TipoCateter><Flebotomia>>false</Flebotomia><PuncaoIntra>>false</PuncaoIntra><Picc>>false</Picc><SemUso>>false</SemUso><SemSelecao>>true</SemSelecao></TipoCateter><NutricaoParenteral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></NutricaoParenteral><DrenoTorax><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>false</SemSelecao></DrenoTorax><ColonizacaoNazal><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></ColonizacaoNazal><OutrosProcedimentosRisco><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>false</SemSelecao></OutrosProcedimentosRisco></SH1>###

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
 Enviando para processamento...
 <SH1><VentilacaoMecanica><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></VentilacaoMecanica><TempoVentilacaoMecanica><SemUso>>false</SemUso><Ate24h>>false</Ate24h><Dela5Dias>>false</Dela5Dias><MaisDe5Dias>>false</MaisDe5Dias><SemSelecao>>true</SemSelecao></TempoVentilacaoMecanica><CateterCentral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></CateterCentral><TipoCateter><Flebotomia>>false</Flebotomia><PuncaoIntra>>false</PuncaoIntra><Picc>>false</Picc><SemUso>>false</SemUso><SemSelecao>>true</SemSelecao></TipoCateter><NutricaoParenteral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></NutricaoParenteral><DrenoTorax><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>false</SemSelecao></DrenoTorax><ColonizacaoNazal><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></ColonizacaoNazal><OutrosProcedimentosRisco><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>false</SemSelecao></OutrosProcedimentosRisco></SH1>###

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
 Solicitando colaboracao para processador:

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
 Aguardando colaboracao para processador:

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:57
 Aguardando colaboracao para processador:

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:57
 Aguardando colaboracao para processador:

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
 Processado: joao

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
 Fim Processado.

 Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
 Solicitando atualizacao do monitor

Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
Aguardando atualizacao do monitor

Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
Aguardando atualizacao do monitor

Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
Monitor atualizado.

Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
Fim atualizacao Monitor.

AgentSH2:

Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Atendendo colaboracao de joao

AgentSH3:

Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Atendendo colaboracao de joao

AgentSH4:

Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
Atendendo colaboracao de joao

AgentProcessador:

Data/Hora:7/11/2004 17:46:55
ira atender um processamento para:
<SH1><VentilacaoMecanica><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>true</SemSelecao></VentilacaoMecanica><TempoVentilacaoMecanica><SemUso>>false</SemUso><Ate24h>>false</Ate24h><Dela5Dias>>false</Dela5Dias><MaisDe5Dias>>false</MaisDe5Dias><SemSelecao>true</SemSelecao></TempoVentilacaoMecanica><CateterCentral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>true</SemSelecao></CateterCentral><TipoCateter><Fleubotomia>>false</Fleubotomia><PuncaoIntra>>false</PuncaoIntra><Picc>false</Picc><SemUso>>false</SemUso><SemSelecao>true</SemSelecao></TipoCateter><NutricaoParenteral><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>true</SemSelecao></NutricaoParenteral><DrenoTorax><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>false</SemSelecao></DrenoTorax><ColonizacaoNazal><Sim>>false</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>true</SemSelecao></ColonizacaoNazal><OutrosProcedimentosRisco><Sim>>true</Sim><Nao>>false</Nao><SemSelecao>>false</SemSelecao></OutrosProcedimentosRisco></SH1>###

Data/Hora:7/11/2004 17:46:57
Atendido processamento

AgentMonitor:

Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
AgentMonitorSH monitor@GETEB:1099/JADE Inserido Infecção Hospitalar no DB:
true

Data/Hora:7/11/2004 17:46:58
AgentMonitorSH monitor@GETEB:1099/JADE Gui atualizando informacoes:
data:[07/12/2004 19:46:57]
idPaciente:[joao]
status:[1]
ausente:[0.003089090110734105]
urinaria:[13.968232154846191]
sitioCirurgico:[13.968232154846191]
pneumonia:[0.279364675283432]
sepsis:[0.010665720328688622]
ossoArticulacao:[13.968232154846191]
snc:[0.16166946291923523]
sistemaVascular:[13.968232154846191]
oi_ou_na_ga_go:[13.968232154846191]
gastroIntestinal:[13.968232154846191]
peleTecMoles:[1.5520268678665161]
tratoRespiratorio:[13.968232154846191]
outras:[0.21555936336517334]
