

**Adilson Yuuji Hira**

**TELESAÚDE SOBRE TECNOLOGIAS LIVRES:  
UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE  
PARA GESTÃO DA ATENÇÃO EM  
ONCOLOGIA PEDIÁTRICA**

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Escola Politécnica a Universidade de São  
Paulo para obtenção de Título de Mestre  
em Engenharia

**São Paulo**

**Março de 2005**

**Adilson Yuuji Hira**

**PARA CÓPIAS, CONSULTAR A EDIÇÃO REVISADA :**

FD-4145

Ed. rev.

**TELESAÚDE SOBRE TECNOLOGIAS LIVRES:  
UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE  
PARA GESTÃO DA ATENÇÃO EM  
ONCOLOGIA PEDIÁTRICA**

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Escola Politécnica a Universidade de São  
Paulo para obtenção de Título de Mestre  
em Engenharia

Área de Concentração:

Sistemas Eletrônicos

Orientadora:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Roseli de Deus Lopes

**São Paulo**

**Março de 2005**

# Dedicatória

*Aos Meus Pais, Tomoka e Jorge,  
e aos meus irmãos, Edson, Clóvis e Célio,  
pelo amor, carinho e dedicação*

# Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Tamoka e Jorge, e meus irmãos, Edson, Clóvis e Célio, pelo carinho, dedicação, amor e incentivo.

Agradeço a Roseli de Deus Lopes e Marcelo Marcelo Knörich Zuffo, pela orientação, amizade e por estarem ao meu lado em muitos momentos difíceis.

Agradeço o Dr. Vicente Odone Filho, Dr. André Nebel e a Dr<sup>a</sup> Lilian Cristófani, e a toda a equipe do ITACI-ICR-FMUSP e também da SOBOPE, no apoio e colaboração em todos os trabalhos acadêmicos em Câncer Infantil em conjunto com o LSI-EPUSP.

Agradecimentos também a SOBOPE, a presidente Dra Sônia Vianna, do Hospital Servidor Público Estadual, a Dr<sup>a</sup> Adriana Seber, do GRAAC, Dr<sup>a</sup> Maria Lydia, do Hospital Darcy Vargas.

Agradeço aos colaboradores da FINEP, a Lúcia Viegas, Superintendente de Inovações da FINEP, que acredita na causa do Câncer Infantil, sem o que este trabalho não seria possível, o Rodrigo Fonseca, Coordenador Técnico Responsável pelo projeto ONCONET, e a Dr<sup>a</sup> Maura Ferreira Pacheco, responsável pelo CT-Saúde.

Agradeço a todos meus colegas do Núcleo de Telemedicina do LSI no desenvolvimento e contribuições neste trabalho, Márcio Augusto Lima, Daniel Marques, Rogério Kawakami, Thiago Tognoli, Beni Trojbciz, Claudiney Sanches, Rodrigo Leite, Márcio Binatto, Daniel Marques, Francisco Fernandes, Patrícia Trautenmüller, André Miranda, Ilana Sousa, Juliana Barros, Érika Wanessa, Vinicius Veras, Richard Saasson, Giuliano Carvalho, Henrique Yuasa, Jean Kambourakis, Frederico Machado, Sandra Vilches, Emília Sobral, Fábio Kung, George Guimarães e Henrique Calazans.

Agradeço aos meus amigos, pelo apoio, discussões e sugestões ao trabalho, Alice Bacic, Fábio Ayres, Liliane Machado, Celso Kurashima, Luciano Soares, Márcio Cabral, Marcelo Paiva, Regis Faria, Hilton Fernandes, Irene Fisheman, Alexandra Camargo e Djalma Lúcio.

Agradeço aos pesquisadores do DIS-UNIFESP, Paulo Lopes, Ivan Pisa e Dr. Daniel Sigulem, e do Instituto EDUMED, Dr. Renato Sabbatini e Dr<sup>a</sup> Silva Cardoso.

Agradeço a todos, que direta ou indiretamente, colaboraram neste trabalho.

# Financiamentos

O Trabalho aqui relatado está sendo possível graças ao apoio, patrocínio e financiamento às pesquisas e projetos do LSI-EPUSP pelas seguintes instituições:

- FINEP - Financiadora de Estudos e Pesquisas do MCT, Ministério de Ciências e Tecnologias, por meio do convênio do projeto Teleonco (Processo EPUSP/LSI/PSI/TELEONCO N°.01.02.0287.00) e Projeto ONCONET (Processo LSI-TEC/ONCONET N°.01.02.0138.00).
- Intel do Brasil, por meio de doação de infraestrutura de computacional Intel em arquitetura 64 bits (IA-64) para o Projeto TELEONCO/ONCONET.
- Itautec-Philco, por meio do projeto Extensões PAD-*Cluster*.

## Resumo

Constatamos no Brasil, um país de dimensões continentais, uma grande assimetria na distribuição de recursos médicos, físicos e financeiros, resultando numa heterogeneidade na qualidade, complexidade e oferta de serviços na área da saúde entre as várias regiões do Brasil. A hipótese desta dissertação é estabelecer que este problema pode ser resolvido através do uso da Telesaúde, possibilitando que centros de excelência médica ofereçam serviços de saúde à distância às instituições aonde existam carência nestes serviços. Ampliamos o conceito da Telesaúde como a oferta de serviços de saúde à distância, de forma eletrônica, quando a carência existe em uma das partes, utilizando-se tecnologias livres, (protocolos, ferramentas e plataformas). A validação deste conceito ampliado de Telesaúde, será aplicada à área de oncologia infantil, através da implementação e validação de um Sistema de Informação em Saúde (SIS) para a gestão da atenção em oncologia pediátrica. Oncologia Pediátrica é um assunto relevante no Brasil, pois trata-se da segunda causa de mortalidade infantil em várias regiões mais desenvolvidas do país. Na implementação de Sistema de Informação em Saúde são utilizados novos paradigmas e tendências tecnológicas, como os padrões de informação, orientação a objetos, componentes de software e arquiteturas de sistemas distribuídos, como exemplo: Java, UML, Sistemas baseado em WEB, IP e Aglomerados (*Cluster LINUX*).

## **Abstract**

We evidence in Brazil, a country of continental dimensions, a great asymmetry in the distribution of medical, physical and financiers resources, resulting in a heterogeneity in the quality, complexity and offer of services in the area of the health among some regions of Brazil. The hypothesis of this work is to establish that this problem can be solved through the use of the Telehealth, making possible that centers of medical excellency health offer services of long-distance to the institutions where exist lack in these services. We extend the concept of the Telehealth as the offer of health services of long-distance, of electronic form, when the lack among one of the parts, using free technologies (protocols, tools and platforms). The validation of this concept extended of Telehealth, will be applied to the area of pediatric oncology, through the implementation and validation of a Healthcare Information Systems (HCIS) for the management of the attention in pediatric oncology. The pediatric oncology is a relevant subject in Brazil, therefore it is about the second cause of infantile mortality in some developed regions more of the country. In the implementation of Healthcare Information Systems, new paradigms and technological trends are used, as the standards of information, orientation the objects, components of software and architectures of distributed systems, as example: Java, UML, Systems based in WEB, IP and "Cluster LINUX".

# Sumário

Dedicatória .....	ii
Agradecimentos .....	iii
Financiamentos .....	iv
Resumo.....	v
Abstract .....	vi
Sumário .....	vii
Lista de Figuras .....	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Fórmulas.....	xiv
Lista de Siglas e Abreviações .....	xv
Notação.....	xviii
<b>CAPÍTULO 1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Apresentação.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Contexto e Motivação .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Relevância .....</b>	<b>3</b>
1.3.1 Oncologia Pediátrica.....	5
1.3.2 Câncer Infantil no Brasil.....	8
1.3.3 Deficiência de Registros de Dados Demográficos no Câncer Infantil.....	11
1.3.4 Migração de pacientes .....	12
1.3.5 Protocolos e Grupos Cooperativos de Tratamento em Câncer Infantil.....	13
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5 Metodologia.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Trabalhos Correlatos na Instituição .....</b>	<b>16</b>
<b>1.7 Projeto S.M.A.R.T. ....</b>	<b>17</b>
<b>1.8 Projeto de Telemedicina de Rondônia .....</b>	<b>17</b>
<b>1.9 Projeto Neuro2000.....</b>	<b>19</b>
<b>1.10 Projetos TELEONCO e ONCONET.....</b>	<b>20</b>
<b>1.11 Tese .....</b>	<b>20</b>

1.12	Estruturação da Dissertação.....	21
<b>CAPÍTULO 2 Estado da Arte e Conceituação.....</b>		<b>22</b>
2.1	Tecnologias Livres .....	22
2.2	Telemedicina e Telesaúde.....	22
2.2.1	Realidade da Telemedicina no Brasil .....	23
2.3	Sistemas de Informação em Saúde.....	24
2.3.1	Nova Geração de Sistemas de Informação em Saúde.....	25
2.3.2	Prontuário Eletrônico de Paciente.....	26
2.3.3	Sistemas de Armazenamento e Comunicação de Imagens Médicas.....	26
2.4	Desenvolvimento de Engenharia de <i>Software</i> e Orientação a Objeto .....	28
2.4.1	Linguagem Unificada de Modelagem.....	29
2.4.2	O Padrão de Modelagem de Processos IDEF0 .....	31
2.4.3	Componentes .....	32
2.4.4	Objetos distribuídos.....	33
2.4.5	Padrões de Componentes e Objetos Distribuídos .....	34
2.5	Padrões de Representação e Troca de Informação na Saúde .....	38
2.5.1	Sistemas de Linguagem Médica Unificada.....	38
2.5.2	Padrão do Código Internacional de Doenças CID .....	39
2.5.3	Padrão de Registro Câncer Infantil ICCC/IARC .....	39
2.5.4	O Padrão de Nomenclatura Sistematizada de Medicina - SNOMED .....	40
2.5.5	O Padrão HL7.....	41
2.5.6	O Padrão DICOM.....	42
2.5.7	O Padrão XML .....	43
2.5.8	Padronização de Registros Clínicos do Datasus .....	44
2.5.9	Certificação Digital de Sistemas Informatizados de Saúde SBIS/CFM .....	44
2.6	Padrões de Projeto (Design Patterns) para Software .....	45
2.6.1	O Padrão MVC.....	46
2.6.2	Padrões de Projetos para Medicina (Martin Fowler) .....	47
2.7	Qualidade de Software .....	47
2.7.1	A Metodologia CMM .....	47
2.8	Metodologia de Processos de <i>Software</i> .....	48
2.8.1	A Metodologia RUP.....	48
2.8.2	A Metodologia XP.....	48
2.9	Redes de Comunicação Médica Mutlimídia .....	48
2.9.1	Padrão Fast / Giga Ethernet .....	49
2.9.2	Padrão FDDI.....	49
2.9.3	Padrão ISDN.....	49
2.9.4	Padrão ATM .....	50
2.9.5	Tecnologias de Comunicação Sem Fio.....	51
2.10	Guia de Condutas .....	51
2.11	Aspectos de Segurança Digital.....	52
2.11.2	Soquete de Comunicação Segura - SSL.....	52
2.11.3	Assinatura Eletrônica.....	53
2.12	Aglomerado de Computadores.....	54
2.13	Outras aplicações relacionadas a Telemedicina e SIS .....	55
2.13.1	Videoconferência.....	55
2.13.2	Sistemas Colaborativos CSCW/Groupware .....	55
2.13.3	Educação à Distância .....	56

2.14	Alguns exemplos de projetos similares .....	57
2.15	Síntese do Capítulo .....	58
<b>CAPÍTULO 3</b> Conceção e Proposta de Modelagem de SIS em Oncologia Pediátrica .....		<b>59</b>
3.1	Introdução .....	59
3.2	Características do Sistema .....	59
3.3	Proposta do SIS em Oncologia Pediátrica .....	62
3.3.1	Portal em Câncer Infantil .....	63
3.3.2	Registro de Pacientes Multimídia em-linha .....	63
3.3.3	Protocolos Cooperativos de Tratamento Multimídias em-linha .....	64
3.3.4	Outras Serviços do SIS .....	65
3.3.5	Domínio do Problema .....	66
3.3.6	Análise de Requisitos de Software .....	69
3.3.7	Aglomerado para Oncologia Pediátrica - Oncocluster .....	72
3.3.8	Rede de Telesaúde em Oncologia Pediátrica .....	73
3.4	Síntese do Capítulo .....	74
<b>CAPÍTULO 4</b> Propostas e Estratégias de Desenvolvimento e Implantação dos SIS em Oncologia Pediátrica .....		<b>75</b>
4.1	Introdução .....	75
4.2	Considerações de Arquitetura e Implementação .....	75
4.3	Desenvolvimento Tecnológico .....	76
4.4	Desenvolvimento baseado em Componentes .....	77
4.5	Rede Piloto de Telesaúde em Oncologia Pediátrica - ONCONET .....	78
4.6	Servidor baseado em Aglomerados para Telemedicina .....	81
4.7	Portal Oncopediatria .....	83
4.8	Registro Básico de Pacientes em Oncologia Pediátrica em-linha .....	84
4.9	Protocolo Cooperativo Multimídia em Neuroblastoma .....	87
4.10	Protocolos Cooperativos Multimídia em Linfoma .....	88
4.11	Agenda Médica e Eventos do Protocolo .....	89
4.12	Ferramenta Estatística - Curva de Kaplan-Meier .....	93
4.13	Equipe de Desenvolvimento .....	96
4.14	Síntese do Capítulo .....	96
<b>CAPÍTULO 5</b> Resultados e Análises .....		<b>97</b>
5.1	Síntese do Capítulo .....	101
<b>CAPÍTULO 6</b> Conclusão e Trabalhos Futuros .....		<b>102</b>

<b>6.1</b>	<b>Contribuições deste trabalho .....</b>	<b>102</b>
<b>6.2</b>	<b>Trabalhos Futuros .....</b>	<b>104</b>
	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>108</b>
	<b>Referências Bibliográficas - Complementar e Recomendada .....</b>	<b>114</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>116</b>

# Lista de Figuras

FIGURA 1 - LOCALIDADES DA VIDEOCONFERÊNCIA .....	17
FIGURA 2 - ARQUITETURA DO SISTEMA .....	18
FIGURA 3 - REGISTRO DE PACIENTES DE TUMOR NEUROBLASTOMA.....	20
FIGURA 4 - AMBIENTE DE IMAGEAMENTO MÉDICO PACS [BERTOZZO2002] .....	28
FIGURA 5 - SERVIÇOS DO CORBAMED (BASEADO EM [FURUIE2002]).....	36
FIGURA 6 - EXEMPLO DE MENSAGEM HL7 .....	41
FIGURA 7 - ARQUITETURA DO DICOM v.3.0.....	43
FIGURA 8 - PADRÃO DE PROJETO MVC PARA JAVA EM WEB.....	46
FIGURA 9 - GERAÇÃO DE ASSINATURA DIGITAL DE UM DOCUMENTO.....	53
FIGURA 10: INTERFACE DE UMA APLICAÇÃO CSCW PARA 2 <sup>A</sup> . OPINIÃO MÉDICA [WONG 1997].....	56
FIGURA 11: INTEFACE DE FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA TELE-EDUC .....	57
FIGURA 12: PROPOSTA DE ARQUITETURA GERAL DO SISTEMA .....	62
FIGURA 13: MODELO ENTIDADE RELACIONAMENTO DE CLASSIFICAÇÃO DE TUMOR .....	64
FIGURA 14- ESQUEMA DE TRATAMENTO DO PROTOCOLO NEUROBLASTOMA DE ALTO RISCO NEURO-IX-2000... 65	65
FIGURA 15 - DIAGRAMA DE CASO DE USO UML DO MÉDICO E PACIENTE.....	66
FIGURA 16: DIAGRAMA IDEF0 DE FLUXO GERAL DO SIS .....	67
FIGURA 17: MODELO IDEF0 DE ACESSO AOS SERVIÇOS .....	67
FIGURA 18 : MODELO IDEF0 PARA REGISTRO IARC/ICCC .....	68
FIGURA 19: DIAGRAMA IDEF0 PROTOCOLO NEUROBLASTOMA .....	68
FIGURA 20: DIAGRAMA UML GERAL DO REGISTRO E PROTOCOLOS .....	69
FIGURA 21: CENÁRIO DE CADASTRO DO PACIENTE .....	70
FIGURA 22 DIAGRAMA DE ESTADOS UML DO PROTOCOLO NEUROBLATOMA .....	71
FIGURA 23: DETALHE FUNCIONAL DOS NÓS DO ONCOCLUSTER.....	72
FIGURA 24: NÚMERO DE INSTITUIÇÕES MÉDICAS POR CIDADE DA REDE DE TELESÁUDE EM ONCOLOGIA PEDIÁTRICA– RELACIONADO AOS 58 HOSPITAIS ASSOCIADOS A SOBOPE.....	73
FIGURA 25: ARQUITETURA N CAMADAS DO SISTEMA.....	76
FIGURA 26 – DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES DE SW – PARA APLICAÇÕES EM CÂNCER INFANTIL.....	78
FIGURA 27– PONTOS DA REDE ONCONET .....	79
FIGURA 28- REDE ONCONET .....	80
FIGURA 29- ACESSO AO ONCOCLUSTER .....	81
FIGURA 30 - DIAGRAMA FÍSICO DO ONCOCLUSTER ATUAL .....	82
FIGURA 31: PORTAL ONCOPEDIATRIA – PÁGINA INICIAL.....	83
FIGURA 32- REGISTRO CLÍNICO ELETRÔNICO DE PACIENTES EM CÂNCER INFANTIL NA WEB .....	84
FIGURA 33- INTERFACE DE REGISTRO DNAI e MDRG .....	85
FIGURA 34: INTERFACE DE REGISTRO DE TUMOR DE PACIENTE BASEADO NO PADRÃO ICCCL/IARC .....	87
FIGURA 35: INTERFACE PROTOCOLO COOPERATIVO MULTIMÍDIA NEUROBLASTOMA.....	88
FIGURA 36: INTERFACE DO PROTOCOLO DE LINFOMA NÃO-HODGKIN BURKITT.....	89
FIGURA 37 – EVENTOS AGENDADOS PARA UMA ETAPA DO PROTOCOLO .....	90
FIGURA 38- INTERFACE DE QUIMOTERAPIA .....	90
FIGURA 39: INTERFACE DE CONSULTA MÉDICA.....	91
FIGURA 40: VISUALIZAÇÃO DE TOMOGRAFIA EM DICOM.....	92
FIGURA 41: INTERFACE DO SISTEMA DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA .....	92
FIGURA 42 INTERFACE PARA IMAGENS DICOM .....	93
FIGURA 43: MODELAGEM UML APLICATIVO ESTATÍSTICO DE KAPLAN MEIER .....	95
FIGURA 44: INTERFACE DE CURVA DE SOBREVIDA DE KAPLAN-MEIER.....	95
FIGURA 45- NÚMEROS DO PORTAL ONCOPEDIATRIA EM 28/02/2005 – 27 INTTUIÇÕES , 79 MEDICOS, 2113 PACIENTES.....	98
FIGURA 46- SERVIÇOS DE TRATAMENTO USUÁRIAS DO PORTAL ONCOPEDIATRIA EM 28/02/2005 (TOTAL DE 28 – 48,3 % DOS 58 HOSPITAIS OBJETIVOS) .....	99
FIGURA 47 – IDEF0 NÍVEL 0 DO SIS .....	117
FIGURA 48 – DIAGRAMA IDEF0 NÍVEL 1 (EXPANDIDO DO NÍVEL 0) .....	118
FIGURA 49 – DIAGRAMA IDEF0 DO SISTEMA DE CONTROLE E DE CADASTRO DE USUÁRIOS .....	119
FIGURA 50 – DIAGRAMA IDEF0 DA ATENTICAÇÃO DO USUÁRIO E ACESSO AO MENU DE SERVIÇOS.....	120
FIGURA 51- DIAGRAMA IDEF0 DE CONTROLE DE PROTOCOLOS .....	121
FIGURA 52 - DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA 1: CASO DE USO PARA REGISTRO DE EVENTO MÉDICO DO TIPO CONSULTA .....	122
FIGURA 53- DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA 2: CASO DE USO PARA CADASTRO DE PACIENTE .....	123
FIGURA 54- DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA 3: CASO DE USO PARA CADASTRO DE PROTOCOLO .....	124
FIGURA 55 - DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA 4: CASO DE USO PARA CADASTRO DO MÉDICO .....	125

FIGURA 56-- DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA 5: CASO DE USO PARA CADASTRO DE PACIENTE.....	126
FIGURA 57- ESTRUTURA DE PACOTES DO JAVA DO SIS (PORTAL ONCOPEDIATRIA) .....	127
FIGURA 58 - DIAGRAMA DE CLASSES DOS BEANS .....	128
FIGURA 59 – DIAGRAMA DE BEANS DETALHADO .....	129
FIGURA 60 – DIAGRAMA E-R DO SISTEMA .....	130

# Lista de Tabelas

TABELA 1: COMPARAÇÃO DE GASTOS PÚBLICOS PER CAPTA ENTRE AS REGIÕES DO BRASIL EM 1996 [MS1996] E EM 2002 [MS2002] .....	2
TABELA 2: COMPARAÇÃO DE RECURSOS NA SAÚDE PER CAPTA ENTRE AS REGIÕES DO BRASIL [IBGE2002].....	3

# Lista de Fórmulas

FÓRMULA 1- ÁREA DE SUPERFÍCIE CORPÓREA .....	91
FÓRMULA 2- PROBABILDADE DE VIDA QI EM TI .....	94
FÓRMULA 3- SOBREVIDA $\hat{S}(t_i)$ .....	94
FÓRMULA 4- VARIANÇA DE $\hat{S}(t_i)$ .....	94

## Lista de Siglas e Abreviações

ACR	Colégio Americano de Radiologia ( <i>American College of Radiology</i> )
CIAS	Serviço de Acesso de Imagens Clínicas ( <i>Clinical Image Access Service</i> )
CNS	Cartão Nacional de Saúde
COAS	Serviço de Acesso de Observações Clínicas ( <i>Clinical Observation Access Service</i> )
CORBA	Arquitetura de Corretor de Requisições de Objetos Comum ( <i>Common Object Request Broker Architecture</i> )
CT	Tomografia Computadorizada ( <i>Computer Tomography</i> )
DATASUS	Departamento de Informação e Informática do SUS
DICOM	Imagem Digital e Comunicação em Medicina ( <i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> )
EJB	<i>Enterprise Java Beans</i>
HCIS	Sistemas de Informação em Saúde ( <i>Healthcare Information Systems</i> )
HL7	<i>Health Level 7</i>
HTML	Linguagem de Marcação Hipertexto ( <i>HyperText Markup Language</i> )
HTTP	Protocolo de Transporte Hipertexto ( <i>HyperText Transfer Protocol</i> )
HTTPS	Protocolo de Transporte Hipertexto Seguro ( <i>Secure HyperText Transfer Protocol</i> )
IARC	Agência Internacional para Pesquisa do Câncer ( <i>International Agency for Research on Cancer</i> )
J2EE	<i>Java 2 Enterprise Edition</i>
J2SDK	<i>Java 2 Standart Development Kit</i>

JDBC	<i>Java Database Connection</i>
JSP	<i>Java Server Pages</i>
MS	Ministério da Saúde
MVC	Modelo-Visão-Controle ( <i>Model-View-Controller</i> )
NEMA	Associação Nacional Norte-Americana de Fabricantes Elétricos ( <i>National Electrical Manufacturers Association</i> )
OMA	Arquitetura de Gerenciamento de Objetos ( <i>Object Management Architecture</i> )
OMG	Grupo de Gerenciamento de Objetos ( <i>Object Management Group</i> )
ORB	Corretor de Requisição de Objetos ( <i>Object Request Broker</i> )
PACS	Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagens ( <i>Picture Archiving and Communication Systems</i> )
PAD	Processamento de Alto Desempenho
PEP	Prontuário Eletrônico de Paciente
PIDS	Serviço de Identificação de Pacientes ( <i>Person Identification Service</i> )
PRC	Padronização de Registros Clínicos do DATASUS
RMI	Invocação Remota de Métodos ( <i>Remote Method Invocation</i> )
RSNA	Sociedade Radiológica da América do Norte ( <i>Radiological Society of North America</i> )
SCNS	Sistema do Cartão Nacional de Saúde
SEER	Programa de Vigilância, Epidemiologia e Resultados Finais ( <i>Program of Surveillance, Epidemiology, and End Results</i> )
SIS	Sistemas de Informação em Saúde
SOAP	Protocolo Simples de Acesso a Objeto ( <i>Simple Object Access Protocol</i> )

SOBOPE	Sociedade Brasileira de Oncologia Pediátrica
SQL	Linguagem de Consulta Estruturada ( <i>Structured Query Language</i> )
SSL	Camada de Soquete Seguro ( <i>Secure Socket Layer</i> )
TFD	Tratamento Fora de Domicílio
TMO	Transplante de Medula Óssea
TAMO	Transplante de Medula Óssea Autólogo
UDDI	Integração, Descoberta e Descrição Universal ( <i>Universal Description Discovery and Integration</i> )
UML	Linguagem de Modelagem Unificada ( <i>Unified Modeling Language</i> )
WSDL	Linguagem de Descrição de Serviços para WEB ( <i>Web Services Description Language</i> )
XML	Linguagem eXtensível de Marcação ( <i>eXtensible Markup Language</i> )

# Notação

Abaixo descrevemos a notação utilizada nesta tese:

- A) Termos em inglês onde não se encontrou tradução direta ao português até o momento da escrita serão apresentadas em itálico.

Exemplo: *Pediatric Oncology*.

- B) Termos em inglês traduzidos serão apresentados à direita do termo em português em itálico e entre parênteses.

Exemplo: Oncologia Pediátrica (*Pediatric Oncology*).

- C) Quando for definido um novo termo, este será apresentado em negrito.

Exemplo: **Oncologia Pediátrica** é a especialidade da medicina que estuda o câncer em crianças, por definição, o câncer infantil é quando a criança possui menos de 15 anos.

- D) Citações à bibliografia serão representadas entre colchetes, a ordem de citação segue a regra: nome do primeiro autor concatenado ao ano de publicação.

Exemplo: [Booch2000].

- E) Quando for dada ênfase a algum termo ou trecho, estes serão representados sublinhados.

Exemplo: inclusão digital.

# CAPÍTULO 1 Introdução

---

## 1.1 Apresentação

Constatamos uma má distribuição na oferta e na qualidade de serviços na área da saúde entre várias regiões do Brasil. Este problema pode ser minimizado através do uso das tecnologias da Telesaúde, possibilitando que centros de excelência ofereçam serviços de saúde à distância para instituições onde existam a carência destes serviços.

Acreditamos que a Telesaúde, ou particularmente a Telemedicina, baseado no uso de **Sistemas de Informação em Saúde (SIS)** sob os novos paradigmas e tendências de tecnologias livres, como os padrões de informação, a orientação a objetos, componentes de *software*, aglomerados de computadores (*clusters*) e as arquiteturas de sistemas distribuídos, é uma solução adequada a este problema.

O modelo de desenvolvimento utilizando componentes de *software*, permitiria que ferramentas sejam desenvolvidas e implementadas fornecendo serviços para suporte ao médico na assistência aos pacientes, e outros componentes de serviços possam ser facilmente desenvolvidos e integrados. É uma tendência atual que sistemas de Telesaúde utilizem tecnologias que permitam melhorar o acesso à informação médica e registro do paciente de maneira universal e **em linha** (*online*), bem como a disseminação de conhecimento, auxílio às pesquisas médicas e a educação em saúde, promovendo o uso da WEB e Internet.

Este trabalho apresenta o uso e aplicação destes paradigmas, através da concepção de um modelo de Telesaúde sob uma abordagem de tecnologias livres. Também serão apresentados aspectos de desenvolvimento, e vantagens desta abordagem tecnológica diante dos problemas relacionados com a implementação de um Sistema de Informação em Saúde aplicado a gestão da atenção a Oncologia Pediátrica.

## 1.2 Contexto e Motivação

No Brasil, devido à má distribuição dos serviços de saúde, as regiões distantes dos grandes centros urbanos, principalmente Norte e Nordeste, recebem menos recursos comparativamente em valores per capita ou por habitante, embora possamos perceber que as desigualdades tenham diminuído muito de 1996 a 2002, como podemos observar na Tabela 1, se comparado com a média nacional.

UF	População	Gasto 1996 /	População	Gasto 2002 /
	1996	Habitante (R\$)	2002	Habitante (R\$)
NORDESTE	44.766.851	99,00	48.843.712	195,64
NORTE	11.288.259	96,44	13.399.692	256,83
SUDESTE	67.000.738	183,33	74.446.452	286,81
SUL	23.513.736	138,49	25.733.747	228,88
CENTRO-OESTE	10.500.579	212,97	11.618.731	311,57
<b>BRASIL</b>	<b>174.051.406</b>	<b>148,31</b>	<b>174.051.406</b>	<b>267,71</b>

**Tabela 1: Comparação de gastos públicos per capita entre as regiões do Brasil em 1996 [MS1996] e em 2002 [MS2002]**

Devido à má distribuição de despesas da saúde, o atendimento médico oferecido nas diferentes regiões do país é muito heterogêneo, havendo carência de oferta e qualidade de serviços em saúde em regiões mais remotas do país e concentração de conhecimento, recursos de saúde principalmente nos serviços de tratamento médico mais especializados localizados em grandes centros urbanos.

A Tabela 2 mostra outros indicadores do contraste na distribuição de outros recursos em saúde, como de número de profissionais médicos e também de recursos físicos, que são muito importantes relacionado ao diagnóstico e a atenção, como tomógrafo e ressonância magnética. Podemos verificar que principalmente as regiões Norte e Nordeste se encontram bem abaixo da média nacional.

Temos que considerar também em relação à má distribuição de número de médicos, que nas regiões mais distantes, os profissionais geralmente são menos qualificados. Este resultado é causado por vários fatores: menores investimentos nestas regiões, geralmente menores salários, os recursos físicos e infraestrutura disponíveis não serem suficientes ou serem inadequados para o exercício da profissão, e também observamos uma grande dificuldade dos profissionais em saúde terem dificuldade de capacitação e atualização de seus conhecimentos médicos. Tudo isso faz com que os profissionais mais qualificados prefiram atuar nas grandes regiões urbanas do país.

UF	Médicos / 1 milhão habitantes	Leitos / 1 milhão habitantes	Tomógrafo / 1 milhão habitantes	Ressonância Magnética / 1 milhão habitantes
NORDESTE	1904	2,50	4,57	1,29
NORTE	1323	2,06	4,55	1,27
SUDESTE	3373	2,75	12,41	3,25
SUL	2885	3,08	11,07	3,03
CENTRO-OESTE	2591	3,17	10,67	2,84
<b>BRASIL</b>	<b>2678</b>	<b>2,71</b>	<b>9,29</b>	<b>2,49</b>

**Tabela 2: Comparação de recursos na saúde per capita entre as regiões do Brasil [IBGE2002]**

A pesquisa dos tratamentos em saúde nas mais diversas patologias está em constante evolução, por isso há necessidade de constante atualização por parte dos médicos, é muito importante que ele possa se capacitar nas melhores e mais modernas práticas e condutas de tratamentos médicos relativos a suas especialidades para que possa aplicá-las em seus pacientes. Os médicos mal preparados podem fazer diagnósticos imprecisos e prescrever tratamentos inadequados a seus pacientes.

### 1.3 Relevância

A utilização de redes de computadores, internet e de meios informatizados de comunicação e a disponibilização de um sistema adequado a demandas atuais da saúde, com o compartilhamento de dados, experiência e conhecimentos entre os diversos centros médicos, podem:

- o Melhorar a qualidade de atendimento médico, com a otimização de recursos com o oferecimento de serviços médicos à distância e minimização de deslocamento permanente de pacientes;
- o Melhorar a qualidade e disseminação dos serviços prestados no setor de saúde, facilitando a gestão de recursos e o acesso à informação do paciente, permitindo que especialistas possam auxiliar outros profissionais à distância.
- o Melhorar a capacitação de médicos e da qualidade de serviços de hospitais nas mais diversas regiões do Brasil, com a minimização do problema de migração do paciente.

- o Fornecer dados mais completos sobre mortalidade, taxa de sobrevida e taxa de cura, que se tornam uma ferramenta de gestão importante para podermos avaliar a qualidade de serviço prestado no tratamento do câncer infantil em diversas regiões do Brasil, bem como possibilitar subsídios para formulação de políticas públicas em câncer infantil.

O desenvolvimento de um sistema de saúde em câncer infantil possui inúmeras vantagens sob o ponto de vista de saúde, tecnológico e social. Poderíamos citar principalmente:

- o Otimização de recursos de saúde local e aumento de complexidade do atendimento através de serviços à distância, onde o sistema promoveria a inclusão social em saúde para camadas de populações carentes dos grandes centros urbanos através da inclusão digital.
- o O sistema desenvolvido viabilizaria criar a futura base nacional de Registro do Câncer Infantil, ou seja, o Banco de Dados Epidemiológico de Referência Populacional desta patologia.
- o Homogeneização dos protocolos de tratamento do câncer infantil e modelamento de processos em Oncologia Pediátrica (Protocolos), através do oferecimento de protocolos em-linha (*on-line*).
- o Registros eletrônicos do tratamento de paciente possibilitam avaliar o sucesso de um protocolo do tumor, e ter estatísticas confiáveis de taxa de cura ou sobrevida, ou toxicidade do tratamento, além da substituição progressiva do registro de papel pelo registro eletrônico, possibilitar a checagem de inconsistência e erros no preenchimento dos dados. Todas estas informações são muito importantes para a equipe do GRUPOS COOPERATIVOS da SOBOPE. O fácil uso e tais disseminações promoveria a adesão de médicos e pacientes nos protocolos avançados da SOBOPE.
- o Minimização da migração de pacientes (TFD's), melhorando a eficiência nos gastos com a saúde, e minimizando riscos e transtornos sociais ao paciente e sua família.
- o Estabelecimento de amplos programas cooperativos entre médicos especialistas, através do uso de um canal mais eficiente de comunicação e interatividade, aliado aos registros informatizados dos protocolos de tratamento, possibilitariam uma maior eficiência na pesquisa e aprimoramentos de novos protocolos.

- Disseminação do conhecimento em toda comunidade médica do câncer infantil
- Facilidades no acesso a informação aos pacientes de câncer infantil e seus familiares sobre cuidados e o acompanhamento do tratamento.
- Uso do estado-da-arte e domínio das aplicações relacionado a Sistemas de informação em Saúde baseados na constante evolução tecnológica;
- Pesquisa e desenvolvimento de um modelo de Telemedicina compatível com a realidade nacional, bem como inovações tecnológicas:
  - Baixo custo;
  - Software Livre e Padrões Abertos;
  - Uso de Técnicas de Aglomerados (*Clustering*);
  - Extensível e Escalável.

### 1.3.1 Oncologia Pediátrica

A má distribuição da oferta e qualidade de serviços na saúde, observadas nas mais diversas patologias, também ocorrem na atenção da Oncologia Pediátrica, que é foco de aplicação deste trabalho para hipótese formulada.

Câncer é o nome dado a uma classe de doenças que têm em comum o crescimento desordenado (maligno) de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se (metástase) para outras regiões do corpo. Dividindo-se rapidamente, estas células tendem a ser muito agressivas e incontroláveis, determinando a formação de tumores (acúmulo de células cancerosas) ou neoplasias malignas. Por outro lado, existe o tumor benigno, que significa simplesmente uma massa localizada de células que se multiplicam vagarosamente e se assemelham ao seu tecido original, raramente constituindo um risco de vida.

A **Oncologia Pediátrica** é a especialidade da medicina que estuda o câncer em crianças, por definição, o câncer infantil é quando a criança possui menos de 15 anos [Pizzo1997].

Os diferentes tipos de câncer correspondem aos vários tipos de células do corpo. Por exemplo, existem diversos tipos de câncer de pele devido ao fato que este tecido é formado por mais de um tipo de célula. Como exemplo, se o câncer tem início em tecidos epiteliais

como pele ou mucosas, ele é denominado carcinoma, se o câncer começa em tecidos conjuntivos como osso, músculo ou cartilagem é chamado de sarcoma.

Os grupos de câncer e seus tipos mais comuns são:

- **Leucemia** - É o tipo mais comum de câncer infantil. É uma doença que inicia nas células que formam o sangue. Existem tipos diferentes de leucemias que são classificadas de acordo com o tipo de célula do sangue que está afetada. O tratamento e os resultados do tratamento dependem também do tipo de leucemia. Os sintomas são: enfraquecimento e anemia causadas pela diminuição das células vermelhas do sangue; tendência a ter infecções graves e repetidas causadas pela redução dos glóbulos brancos, responsáveis pela defesa do organismo; manchas roxas espalhadas pelo corpo mesmo em locais que não sofreram traumatismo e sangramentos anormais causados pela redução de plaquetas.
- **Tumor de Wilms** - Ocorre nos rins. O sintoma mais comum é o aumento do volume do abdômen ou um nódulo palpado na barriga.
- **Linfoma** - Afeta os linfonodos, que são importantes na luta contra infecções. Os primeiros nódulos a serem afetados são, usualmente, os do pescoço.
- **Neuroblastoma** - Origina-se de algumas células do sistema nervoso que encontram-se ao longo da coluna vertebral. Este câncer ocorre quase exclusivamente em crianças menores de 5 anos. Usualmente é detectado quando uma tumoração no abdômen ou tórax é vista ou palpada.
- **Rabdomiossarcoma** - Origina-se nas células musculares e costuma atingir crianças abaixo de 5 anos de idade. O tumor pode aparecer na cabeça, pescoço, tórax, abdômen ou extremidades (pernas e braços). Os sintomas variam conforme a localização do tumor.
- **Retinoblastoma** - É um tumor maligno que ocorre no fundo do olho e costuma afetar crianças menores de 5 anos. Os sintomas são anormalidades de olho (aumento de tamanho, reflexo branco no interior da pupila e perda de visão).
- **Tumores ósseos** - Osteossarcoma e sarcoma de Ewing são os mais frequentes. Ocorrem mais em adolescentes. Geralmente o primeiro sintoma é dor no osso afetado. O tratamento depende do tipo de tumor.

- **Tumores germinativos** - Podem ser benignos ou malignos e surgir em qualquer idade. Os locais mais comuns são os testículos, ovários, região próxima à parte final da espinha, cérebro, tórax e abdômen.

Os principais procedimentos de tratamento do câncer são a quimioterapia, a cirurgia e a radioterapia, e transplante de medula:

- **Quimioterapia** - A quimioterapia consiste na administração de medicamentos que circulam em todo o organismo. Ela ataca as células malignas e, às vezes, afeta também as células saudáveis. É um tratamento complexo que, em geral, usa uma combinação de drogas com a intenção de aumentar o efeito anti-câncer. As doses de quimioterapias são dadas em ciclos, que podem durar semanas. É importante que os pais ou responsáveis ajudem os filhos a entender a doença e realizar o tratamento de acordo com a recomendação médica. Toda orientação dada pelo médico deve ser cuidadosamente seguida, seja em casa ou no hospital. A quimioterapia possui grande importância no tratamento do Câncer Infantil, pois as crianças respondem muito bem a este procedimento, se comparados aos adultos. Por isso, geralmente a quimioterapia representa o grande foco de pesquisa nos protocolos de tratamento médico de tumores na infância.
- **Cirurgia** - A cirurgia consiste na retirada do tumor através de um corte na área afetada. O tratamento inicial para tumores sólidos é uma biópsia - a remoção de uma pequena parte de tecido para fazer um diagnóstico preciso através de estudo anátomo-patológico. Às vezes, quimioterapia é aplicada primeiro para reduzir o tamanho do tumor e facilitar a cirurgia. A cirurgia pode ser um procedimento não-indicado em alguns casos de metástases ou de tumores volumosos.
- **Radioterapia** - O feixe de radiação a partir de um acelerador de partículas destrói as células malignas que estão no campo irradiado. Este tipo de tratamento com radioterapia pode durar semanas. Outra forma é a radioterapia interna baseada no uso de isótopos, como na braquiterapia, com a fixação de cápsulas internas implantadas diretamente na região do tumor, ou mesmo através de injeções intra-venosas, como para MIBG Terapêutico (meta-iodine-benzilguanidina).
- **Transplante de medula óssea** - O transplante de medula óssea (TMO) tem sido cada vez mais empregado como tratamento de casos específicos de leucemia e tumores sólidos. Este tratamento permite a administração de doses muito altas de

quimioterapia e radiação. A utilização destas doses não seria possível, caso não se utilizasse o TMO para repor as células da medula que voltam a produzir os novos leucócitos, plaquetas e células vermelhas. O enxerto da medula óssea pode ser do próprio paciente (TMO autólogo ou TAMO), de um doador compatível geneticamente (TMO alogênico), ou de um gêmeo idêntico (TMO singênico).

A criança com câncer deve ter cuidado com doenças transmissíveis, devido a sua baixa imunidade. O contato com pessoas doentes ou gripadas deve ser evitado, assim como aglomerações humanas. Por isso o cuidado em translaços ou migração do paciente que ocorrem comumente entre regiões do Brasil.

É importante que os pais e familiares estejam alertas para o fato de que a criança com sintomas, que estão relacionados ou se confundem com a doenças comuns na infância, assim ao sinal de alguma anormalidade, deve-se levar seus filhos ao pediatra para avaliação.

O tratamento do câncer começa com o diagnóstico correto por um médico especialista, de uso de condutas corretas, de um bom laboratório de análises e do estudo de imagens, evitando casos de pacientes com falsos-negativos ou falsos-positivos. O diagnóstico precoce é fundamental. Um trabalho também importante é a adesão da toda comunidade médica para encaminhamento de pacientes com câncer infantil, uma vez detectado a suspeita por outros especialistas médicos.

O trabalho coordenado entre vários profissionais da saúde também é fator determinante para o êxito do tratamento médico (oncologistas pediatras, cirurgiões pediatras, radioterapeutas, patologistas, radiologistas, infectologistas, ortopedistas, endocrinologistas, etc.), assim como o de outros membros da equipe médica (enfermeiros, assistentes sociais, psicólogos, nutricionistas, farmacêuticos). O Tratamento do Câncer é multi-disciplinar, logo é fundamental possibilitar o fluxo de informações do paciente entre estes especialistas.

### **1.3.2 Câncer Infantil no Brasil**

No Brasil, o Câncer infantil representa a quarta causa geral de morte na infância e adolescência, e a terceira por doenças, após causas externas, doenças respiratórias e doenças infecciosas [Rodrigues2003]. Mas as doenças respiratórias e infecciosas tendem a diminuir, pois estes são associados aos problemas na infância de más condições sanitárias e de subnutrição de países em desenvolvimento. Em São Paulo, e nas regiões mais urbanas do Brasil, entre crianças de 5 a 14 anos, já é a segunda causa geral de morte e a principal causa

de morte relacionada a doenças [Mirra2004], situação que já é realidade nos países desenvolvidos, e será uma tendência futura para as demais regiões brasileiras.

Através de diagnóstico e tratamento adequado, a chance de cura de pacientes de câncer infantil é de 70%. Este índice é alcançado nos hospitais de referência localizados principalmente nas regiões mais desenvolvidas no Brasil, são taxas equivalentes a países desenvolvidos. Entretanto há alguns dados de registros que indicam valores em torno de 40% a 50% [IARC1996]. Mas não há dados precisos relacionados aos registros de base populacionais que dêem os valores exatos da sobrevivência de câncer em nosso país, e a maioria dos registros hospitalares são incompletos.

As causas principais são relacionadas a alta taxa de mortalidade nesta patologia, devem-se aos seguintes fatores:

- falta de especialistas médicos, principalmente nas regiões mais remotas do Brasil;
- má distribuição de recursos e investimentos no setor da saúde no país;
- heterogeneidade de condutas médicas e protocolos adotados no tratamento do câncer.

Hoje os meios de comunicação entre os centros especializados e hospitais em locais distantes são bastante ineficientes, às vezes baseados em carta, fax e telefone. Como consequência negativas poderíamos citar:

- Disseminação de novos protocolos em hospitais de regiões distantes, que aliado à carência de recursos humanos e financeiros, leva a adoção de diferentes protocolos e condutas, resultando em queda da eficiência dos tratamentos de câncer infantil nestes locais, além de ocasionar a migração de pacientes para os hospitais de grandes centros urbanos em busca de tratamento especializado e de melhor qualidade.
- Em alguns casos os médicos sentem a necessidade de consultar outros médicos especialistas, as vezes a grande distância, no auxílio a decisão de um diagnóstico ou orientação de como proceder no tratamento de pacientes, mas os meios ineficazes de comunicação não permitem.
- Os pacientes tratados em hospitais em regiões distantes migram por um curto prazo de tempo para hospitais de referência para realização de um procedimento complexo,

mas o hospital de tratamento não tem fácil acesso aos registros de prontuário médico do paciente de seu local de origem.

Todas estas carências de recursos humanos e físicos fazem com que a qualidade de serviços médicos nas regiões menos desenvolvidas do país deixem muito a desejar, e que algumas condutas de tratamento em muitas patologias aplicadas nestas regiões sejam inadequadas ou defasados, trazendo prejuízo ao paciente se tratado desta forma, ou mesmo, que o tratamento em algumas especialidades sejam inexistentes, fazendo que pacientes migrem de regiões carentes, com necessidades de serviços médicos, para os grandes centros urbanos em busca de tratamento médico em hospitais especializados, causando superlotação nestas instituições médicas.

A migração de pacientes traz problemas de desperdícios de recursos públicos nos serviços de saúde nos grandes centros urbanos e em regiões remotas:

- o Os hospitais de regiões remotas do Brasil gastam parte de seus recursos com TFD's (tratamento fora de domicílio).
- o Os hospitais dos grandes centros gastam parte dos seus recursos para atender pacientes advindos de outros estados e outras regiões do Brasil.
- o Assim não se pode precisar a real a distribuição de investimentos em saúde por região devido à migração de pacientes de uma região outra.

Podemos relacionar outros problemas médicos e sociais com o paciente relacionados à migração:

- o Os pacientes, devido a doença, possuem a imunidade baixa, e durante o traslado na migração, estão expostos a agentes externos e têm o risco de contrair outras enfermidades;
- o O tratamento do paciente pode ser prolongado, e por exemplo, no caso do câncer infantil, pode durar anos, e que cria um problema de desagregação familiar, pois a criança viaja normalmente com a mãe, enquanto o restante da família fica na sua cidade natal. Além do fato do paciente poder ter problemas de aclimatação com a região ou cidade de tratamento e da exposição a riscos de infecções no traslado devido a baixa imunidade. Quando os pacientes são carentes, estes são recebidos em

casas de apoio, que muitas vezes são custeados por famílias de ex-pacientes ou por doações.

### **1.3.3 Deficiência de Registros de Dados Demográficos no Câncer Infantil**

No Brasil, os registros de pacientes muitas vezes são incompletos e realizados em papel, resultando numa precariedade de registros sobre incidência de pacientes. As estatísticas brasileiras se baseiam em estimativas a partir de taxas de incidências norte-americanas, o que traz grande dificuldade de gestão da oncologia no país.

Em relação a registros de câncer infantil no Brasil, existem estudos realizados com mais detalhes nas cidades como São Paulo, Goiânia, Porto Alegre e Belém. Na verdade, os dados brasileiros de base populacional em câncer pediátrico são precários; hoje o Brasil não possui registros completos e precisos de incidência sobre câncer infantil, as estimativas da incidência do Câncer Infantil no país são feitas simplesmente através de uma comparação pura e simples com dados demográficos norte-americanos através de uma regra de três.

Nos EUA, câncer constitui a segunda causa de mortalidade entre crianças e adolescentes abaixo de 15 anos de idade, primeira por doença, fica apenas atrás das causas externas, relacionadas a acidentes e a violência. O seu registro de base dos populacional americana é realizado pelo SEER (*Program of Surveillance, Epidemiology, and End Results*), e trabalha com informações ao redor de 10% das pacientes infantis do país para dar os seus dados estatísticos, estes números orientam uma grande parte dos serviços de base populacional do mundo no assunto, como o Brasil. A incidência anual estimada de câncer infantil é de 124 casos a cada 1 milhão de habitantes brancos, e de 98 casos por milhão de habitantes negros, sendo que, são estimados 7000 casos novos anualmente. No Brasil, de acordo com estimativas do INCA, deverão ocorrer cerca de 5.238 casos novos e de 2.600 óbitos por câncer entre pacientes dentro da faixa pediátrica com idade de 0 a 19 anos [INCA2003].

Existem agências incumbidas pelo Ministério da Saúde para fazer a Regulação do Câncer no Brasil, inclusive para o Câncer Infantil, como o INCA (Instituto Nacional do Câncer) e a FOSP (Fundação Oncocentro de São Paulo). Estas instituições responsáveis para fazer dois tipos de registros:

- Registro de Base Populacional ou Epidemiológico, que se referem ao conjunto de informações, coletadas de modo sistemático, a respeito da patologia câncer em uma população. Os dados podem vir de Hospitais, Clínicas, Laboratórios Clínicos,

Serviços de Medicina Legal, etc. Neste trabalho é necessário tomar o cuidado com a coleta de dados para evitar que a informação de um determinado indivíduo seja considerado mais de uma vez na estatística. Esta informação é fundamental para dar uma indicação de como está a saúde pública para uma determinada patologia.

- Registro de Base Hospitalar, que se referem ao conjunto de informações, coletadas de modo sistemático, a respeito das características demográficas, do diagnóstico, tratamento e evolução de uma doença, dos pacientes com diagnóstico de neoplasia maligna, atendidos em um determinado hospital. Esta informação de sobrevida do paciente é menos conclusivo, pois apenas dá uma indicação se o paciente que foi atendido num determinado hospital teve óbito ou não.

Os registros com qualidade e com uma boa amostra populacional são fundamentais para avaliação da qualidade do tratamento oferecido, através de estatísticas de curva de sobrevida, como pelo método Kaplan-Meier, detalhado no capítulo 4, visando a aprimoramento do tratamento e da melhora dos serviços oferecidos, aumentando a sobrevida do paciente. São os dados da sociedade voltando em benefício dela mesma.

#### **1.3.4 Migração de pacientes**

Como exemplo, temos o padrão de pacientes do Instituto da Criança da USP em 1999, o qual nos permite afirmar que: 13% das crianças que procuram desde o início a instituição, e lá têm seu diagnóstico e plano terapêutico estruturado, são referidas às regiões de origem; 10% delas, já em orientação oncológica regional, são enviadas para parecer técnico, retornando a seguir para a continuação local de seu tratamento; esses dois grupos representam exemplos nos quais o objetivo de orientação técnica e suporte são fielmente cumpridos, permitindo-se a manutenção da estrutura familiar (residência e trabalho); 14% das crianças já em tratamento em outros centros são referidas e incorporadas para acompanhamento no Instituto da Criança; são crianças cujas famílias têm de se deslocar de modo virtual sempre integral, para adaptar-se a essa nova realidade de manuseio. É o grupo que, a curtíssimo prazo, mais poderia ser beneficiado com o impacto do apoio técnico e científico às instituições de origem as quais já se responsabilizavam, anteriormente, pelo tratamento que a elas era oferecido. As demais 63% de crianças representam o grupo que procura diretamente a instituição, sem registrar passagens por outros serviços médicos, e a ela é incorporado. Podemos, com segurança, estimar que 50% das crianças advindas de outros estados poderiam, em curto prazo, continuar seu tratamento localmente, sem necessidade de deslocamentos perenes, desde que sejam providos os requisitos básicos de orientação e apoio técnico.

### **1.3.5 Protocolos e Grupos Cooperativos de Tratamento em Câncer Infantil**

Uma das principais causas da alta taxa de mortalidade no câncer infantil, refere-se a heterogeneidades dos procedimentos ou protocolos de tratamento médico em quimioterapia.

No Brasil, particularmente, a Sociedade Brasileira de Oncologia Pediátrica (SOBOPE), divulgam os **Protocolos Cooperativos de Tratamento Câncer Infantil**, que são resultados de trabalhos investigativos de equipes de médicos especialistas procedentes de diversas instituições médicas de referência de Câncer Infantil no Brasil. Estes protocolos definem os programas de tratamento de câncer infantil com os melhores índices de cura, menores índice de morbidade e maiores tempo de sobrevida. A cada novo protocolo cooperativo divulgado, num trabalho de pesquisa de alguns anos, há uma melhora significativa nas taxas de cura e sobrevida do paciente em tratamento de câncer. No Brasil, na década de 70, o prognóstico de pacientes de câncer não chegava 30%. O diagnóstico correto e o uso dos protocolos de tratamento mais avançados são fundamentais na cura ou sobrevida do paciente. A dificuldade de disseminação do uso desses protocolos faz com que o país se caracterize pela heterogeneidade de protocolos utilizados em hospitais de diversas regiões. Por isso é muito importante o cuidado em relação à constante atualização dos profissionais em saúde.

Todavia, as atuais formas de disseminação dos novos protocolos são ainda muito ineficientes, assim, várias instituições médicas continuam utilizando protocolos defasados. Mesmo as instituições médicas que fazem a adesão aos protocolos da SOBOPE, sentem dificuldade de interatividade com os especialistas dos grupos cooperativos usando apenas fax, telefone, correio ou mesmo e-mail.

O desafios dos grupos cooperativos na disseminação e adesão dos protocolos é grande, pois hoje a grande maioria dos pacientes estão fora dos programas dos protocolos cooperativos. Dessa forma, não há um controle eficaz de qualidade no tratamento dado a muitos pacientes. Além disto, estes registros de protocolos em pacientes são normalmente realizados no papel. Os poucos dados e com qualidade duvidosa dificulta que especialistas médicos possam avaliar a eficiência do protocolo e de ter informações sobre a toxicidade do tratamento.

## **1.4 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho consiste na pesquisa de um modelo Telesaúde baseado no uso de tecnologias livres, sendo que serviços de saúde de um Sistema de Informação de Saúde (SIS) via WEB podem ser acessados remotamente, onde são considerados os novos paradigmas tecnológicos, como orientação a objetos, componentes, objetos distribuídos e uso

de padrões de informação, visando ao apoio à prática médica na assistência remota a pacientes de Câncer infantil. Serão apresentados detalhes de desenvolvimento, tais como concepção, análise, projeto e implementação de um SIS particularmente voltado ao problema do câncer infantil.

Os objetivos específicos deste trabalho se relacionam ao desenvolvimento de um SIS, sob os novos paradigmas tecnológicos, como um arcabouço de integração de componentes de software de serviços de Saúde em Oncologia Pediátrica como:

- o Registro de Pacientes de Câncer Infantil em-linha – é um sistema que visa o registro universal de pacientes segundo padrões estabelecidos pelo ICCC/IARC (*International Agency for Research on Câncer/ International Agency for Research on Cancer*), com dados referente ao diagnóstico do tumor, sua morfologia, sua topografia e estadiamento.
- o Protocolos Cooperativos Multimídia em-linha – sistema de registro de dados referente ao protocolo de tratamento adotado para o paciente e seus eventos médicos, como exames, quimioterapias entre outros. Neste trabalho estaremos dando detalhes de concepção (capítulo 3) e desenvolvimento (capítulo 4) dos Protocolos Neuroblastoma e Linfoma Não-Hodgkin.
- o Outros Serviços avançados em-linha voltados ao auxílio a prática médica em oncologia pediátrica, principalmente no diagnóstico, capacitação e acesso a informações do paciente.

Dentro dos objetivos específicos adicionais deste trabalho de concepção deste modelo, trataremos do estabelecimento de uma Rede Piloto Nacional de Telesaúde em Oncologia Pediátrica e o uso da plataforma computacional baseada em *aglomerados*.

O arcabouço do trabalho será um portal ou sítio web na Internet, no endereço [www.oncopediatria.org.br](http://www.oncopediatria.org.br), possibilitando que o sistema tenha fácil acesso, através de autenticação com o uso *login* e senha, pelos principais profissionais em saúde dos Serviços de Tratamento Oncológico Pediátrico dos Hospitais das diversas regiões do Brasil, como médicos, enfermeiros, auxiliares, e abrindo a possibilidade inclusive do acesso do paciente em câncer infantil e seus familiares. Estes hospitais são associados à SOBOPE.

## 1.5 Metodologia

O uso da Telesaúde é uma opção tecnológica para a minimização da má distribuição de recursos na saúde, possibilitando além da assistência remota e a capacitação dos profissionais de saúde à distância.

Dentro das estratégias principais em tecnologias livres do projeto consideramos:

- Desenvolvimento do SIS utilizando técnicas de engenharia de software através de orientação a objeto, com o levantamento de requisitos e na modelagem UML (*Unified Modeling Language*) e definição de arquitetura do sistema. Estas técnicas possibilitarão a modelagem do domínio do problema relacionado ao tratamento oncológico pediátrico, bem como questões éticas e de confiabilidade médica, e principalmente a modelagem de processos relacionados aos protocolos de tumores.
- Uso de Plataforma de Alto Desempenho (PAD) baseado em aglomerado (*cluster*), considerando a escalabilidade, disponibilidade, segurança, confiabilidade, bem como características de sistema de missão crítica e suporte a aplicações multimídia.
- Uso de padrões abertos de informação no armazenamento e troca de informação, visando o compartilhamento de dados e a interoperabilidade de aplicações por meio eletrônico.
- Uso de software livre, padrões abertos e plataforma de aglomerados, visam a reduzir custos e tornar o sistema viável economicamente no país.
- Consideramos neste projeto de proporcionar o atendimento de 58 hospitais associados a SOBOPE, cerca de 400 médicos, por isso a escolha de sistema baseado em WEB, com facilidade de acesso e disseminação de uso.
- Estabelecimento de um Piloto de Rede de Telemedicina com 6 hospitais com conectividade em banda larga, possibilitando propiciar melhor qualidade de serviços no acesso a aplicações multimídias. Os outros 52 hospitais poderão se utilizar da internet convencional.
- Neste projeto, para a viabilização e disseminação do projeto, promove-se uma articulação de uma rede de pesquisa entre universidades, instituições de pesquisa, membros da sociedade médica e hospitais.

## 1.6 Trabalhos Correlatos na Instituição

Este trabalho faz parte dos vários projetos desenvolvidos no Laboratório de Sistemas Integráveis do Departamento de Engenharia Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (LSI/PSI/EPUSP), particularmente inserido no contexto do Núcleo de Telemedicina do Grupo de Meios Eletrônicos Interativos, com foco em Oncologia Pediátrica.

Neste grupo são desenvolvidos vários projetos acadêmicos e pesquisa que estão relacionados a campos do conhecimento como a computação gráfica, processamento de imagens, visualização científica, processamento de alto desempenho, realidade virtual entre outras ciências. Sendo sempre houve uma motivação institucional para que várias pesquisas objetivem de várias formas promover apoio à prática médica através de sistemas eletrônicos e computacionais, particularmente voltados a Oncologia Pediátrica.

Como trabalhos acadêmicos de Mestrado e Doutorado podemos citar:

- Um ambiente Colaborativo de Apoio ao Diagnóstico Médico Assistido por um Computador, trabalho de mestrado de Alice Shimada Bacic, concluído em 2001 (Bacic2001).
- Segmentação e Estimação da Composição Histológica de Massa Tumoral em Imagens de CT, trabalho de Mestrado de Fabio José Ayres concluído em 2001 [Ayres2001].
- A Realidade Virtual no Modelamento e Simulação de Procedimentos Invasivos em Oncologia Pediátrica: Um Estudo de Caso no Transplante de Medula Óssea, trabalho de doutorado de Liliane dos Santos Machado, concluído em 2003 [Machado2002].
- Sistema Colaborativo de Imagens na WEB em Java; trabalho de pesquisa da mestranda Cristina Ferreira Assunção .

Vários outros projetos acadêmicos de mestrado e doutorado, e mesmo de iniciação científica, nesta linha estão em andamento no LSI-EPUSP. Podemos citar entre estes:

- Sistema de Realidade Virtual para Procedimento de Biopsia de Pescoço, trabalho de pesquisa da doutoranda Ilana Almeida Souza

Vários outros trabalhos foram desenvolvidos no LSI-USP como projetos de extensão, onde podemos citar: Projeto S.M.A.R.T., Projeto de Rondônia e Projeto Neuro.

## 1.7 Projeto S.M.A.R.T.

Este projeto foi desenvolvido com financiamento da Comissão Européia visando o uso de sistemas computacionais de alto desempenho para visualização científica e processamento de imagens.

## 1.8 Projeto de Telemedicina de Rondônia

Dentro da cooperação técnico-científica entre o LSI-USP e o ICR-USP, foi proposta em meados de 1999 a realização de um piloto em Telemedicina com o Hospital de Base Dr. Ary Pinheiro de Porto Velho (RO), localidade indicadas na figura 1, que foi batizado de **Telemedicina contra o Câncer Infantil**<sup>1</sup>. O objetivo era oferecer o compartilhamento informações e de serviços médicos especializados à distância voltados à Oncologia Pediátrica, baseados em comunicação digital.

Dentre os vários motivos que nos levaram a escolher o Hospital de Base Dr. Ary Pinheiro de Porto Velho/Rondônia nesta iniciativa de Telemedicina podemos destacar:

- O histórico de intercâmbio e cooperação entre o Hospital de Base de Rondônia e o Instituto da Criança;
- O número relativamente alto de pacientes oriundos de Rondônia - 13% dos pacientes provenientes de outros estados no período de 01/01/94 a 31/12/99 [ICR-HC-FMUSP1999];

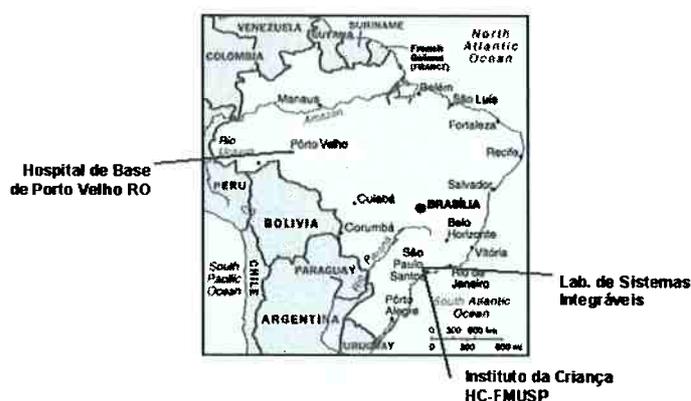
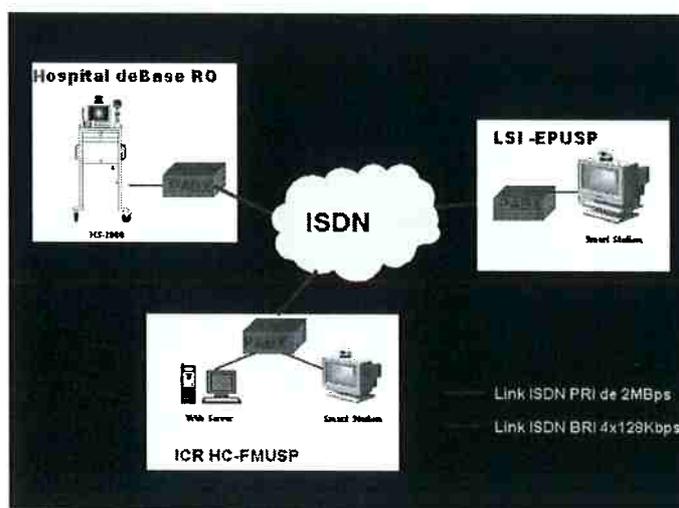


Figura 1 - Localidades da Videoconferência

Um dos desenvolvimentos realizados neste projeto foi de promover a cooperação entre equipes médicas do Instituto da Criança do Hospital das Clínicas da USP (ICR-USP) e do

<sup>1</sup> [www.lsi.usp.br/rondon](http://www.lsi.usp.br/rondon)

Hospital de Base Ary Pinheiro (HBAP) em Rondônia, através do uso de sistemas de videoconferência, mostrado na figura 2. O foco deste trabalho era avaliar o impacto do uso da telemedicina, com o oferecimento de serviços médicos especializados à distância em populações de regiões remotas, onde estes serviços são carentes, de forma possibilitar a minimização a migração de pacientes, possibilitando que a população possa procurar serviços de saúde especializado em sua própria região. O principal serviço oferecido é segunda opinião médica e diagnóstico à distância para pacientes em Câncer Infantil de Rondônia, bem como a prescrição de tratamento à distância. Também foi oferecido um curso por videoconferência de médicos de HC-FMUSP para médicos de Rondônia. Com o compartilhamento de serviços médicos remotamente,



**Figura 2 - Arquitetura do Sistema**

O Projeto de Telemedicina de Rondônia tinha uma série de restrições pois foi adotado um modelo de telemedicina importado, que o tempo mostrou ser inviável:

- Equipamentos de videoconferência e sistemas médicos voltados a assistência remota importados e proprietários
- Sistemas de Telecomunicações incompatíveis com a realidade de condições e realidade da saúde no Brasil
- Modelo pouco extensível e escalável a outras regiões do Brasil, devido custo proibitivo de telecomunicações e equipamentos.

A conclusão deste projeto é que seria necessário encontrar um modelo de telemedicina economicamente viável, criar tecnologia e ter o domínio de aplicações que possam se mostrar

mais compatíveis economicamente a realidade brasileira, isto considera também o custo de comunicações baixo, e um modelo que pudesse ser expansível (replicável) e extensível.

Outra conclusão do projeto, a minimização da migração de pacientes era apenas uma consequência do problema real, que está relacionado a falta de condições das instituições proporcionar atendimento com oferta e qualidade, que em grande se deve a dificuldade de capacitação de médicos e outros profissionais de saúde nas melhores e mais modernas práticas médicas de diagnóstico e prescrição de tratamento. O problema claro relaciona-se à ineficiência de intercâmbio da informação e conhecimento, bem como a gestão do tratamento de pacientes e de recursos na área da saúde.

### 1.9 Projeto Neuro2000

Os Neuroblastomas são tipos de tumores com alta taxa de incidência no Brasil. O projeto Neuro2000, que tem registrado um domínio no endereço: [www.oncopediatria.org.br](http://www.oncopediatria.org.br), tem como objetivo divulgar o **Protocolo Médico de Tratamento Combinado dos Neuroblastomas de Alto Risco (NEURO-IX-2000)** da SOBOPE, através de páginas web, figura 3, através do fácil acesso de qualquer parte do país pela Internet, promovendo a interação entre médicos e especialistas remotos. Este protocolo é resultado do trabalho investigativo de médicos especialistas, onde são divulgados os programas de tratamento de câncer infantil com os melhores índices de cura. Esta proposta visa o oferecimento da informação técnica, procurando a homogeneização dos protocolos de tratamento quimioterápico do Neuroblastoma, disponibilização de registro eletrônico de paciente; e possibilidade de levantamento estatístico de dados demográficos e sobre casos de pacientes em câncer infantil.

A infra-estrutura do NEURO2000 baseia-se em componentes de software orientados a objetos distribuídos da arquitetura J2EE (Java 2 Enterprise Edition). Particularmente este sistema bastante simples, se baseava na utilização uma tecnologias de componentes da Plataforma J2EE: os Servlets, responsável pela interface e a lógica de negócio, e o JDBC (Java Database Connection) , que oferecia a conectividade do sistema para um banco de dados relacional PostGreSQL.

A iniciativa do Neuro2000, mostrou um modelo de telemedicina baseadas em tecnologias livres e sistemas abertos, tais como o LINUX e JAVA, com o uso de outras tecnologias de comunicação mais adequadas, como a Internet e WEB, aliado ao domínio e customização de aplicações. A figura 3 mostra uma interface de registro do Neuro2000.



Figura 3 - Registro de Pacientes de Tumor Neuroblastoma

## 1.10 Projetos TELEONCO e ONCONET

A motivação pessoal desta dissertação, de acordo com as experiências adquiridas historicamente nos projetos do LSI, foi a de pesquisar a modelagem de projetos de telemedicina, considerando um contexto de viabilidade dentro da realidade brasileira. Mas houve a oportunidade de encaminhar a proposta de execução física inspirada neste trabalho de pesquisa para editais da FINEP: são os projetos TELEONCO e ONCONET. Desta maneira a pesquisa se juntou a um caráter de implantação e de produtos, numa oportunidade única de aliar a pesquisa com com aplicações finais voltados ao uso da sociedade. O projeto TELEONCO, têm o objetivo da pesquisa de Protocolos de Tratamento de Câncer dentro de um SIS, com suporte de um Aglomerados de Computadores. O projeto ONCONET, têm como objetivo a implantação de uma Rede Piloto Nacional de Telesaúde, com a agregação no SIS de serviços avançados (visualização de imagens médicas, diagnóstico colaborativo, educação à distância) para auxílio a prática médica remotamente de forma eletrônica.

## 1.11 Tese

*“Sistemas de Telesaúde podem ser implementados dentro de uma abordagem do uso de tecnologias livres”.*

## **1.12 Estruturação da Dissertação**

Esta dissertação está estruturada em 6 capítulos:

O Capítulo 1 apresentou os objetivos, motivação e relevância do trabalho e o contexto do trabalho desenvolvido, bem como os conceitos básicos em Câncer Infantil e uma apresentação do seu cenário no Brasil e conceitos sobre registro e protocolos de câncer.

O Capítulo 2 apresenta a conceituação tecnológico necessária para entendimento do Projeto, bem como o Estado-da-Arte na área: em Telemedicina e Sistemas de Informação sobre tecnologias livres, orientação a objetos, sistemas distribuídos, padrões de arquitetura e padrões de informação.

O Capítulo 3 apresenta a concepção e análise do Sistema de Informação em Saúde, descrições funcionais deste trabalho, e os principais desenvolvimentos relacionados aos processo de oncologia pediátrica de registro de paciente e protocolos de tratamento, juntamente com uma proposta de um modelo de desenvolvimento e integração com outros serviços, e a concepção de uma Rede Nacional de Câncer Infantil.

O Capítulo 4 apresenta a fase de desenvolvimento e detalhes de implementação do trabalho.

O Capítulo 5 apresenta uma análise e avaliação de resultados do trabalho.

O Capítulo 6 apresenta discussões e conclusões sobre o projeto e trabalhos futuros.

E ao final do texto do trabalho serão apresentadas as referências bibliográficas e os anexos.

## **CAPÍTULO 2 Estado da Arte e Conceituação**

---

Neste capítulo estarão os conceitos relacionados ao entendimento do trabalho, bem como o Estado-da-Arte em tecnologias em Telemedicina, Sistemas de Informação em Saúde, Tecnologias Livres, Padrões de informação na área de saúde, infra-estrutura e as principais aplicações relacionadas ao escopo deste trabalho.

### **2.1 Tecnologias Livres**

Neste trabalho, utilizaremos o termo **Tecnologias Livres** definido como o conjunto de tecnologias que promovem a inclusão digital, e que possuem as seguintes características:

- Não proprietárias e independente de fornecedor;
- Promovem difusão do conhecimentos e compartilhamento das informações;
- Definem padrões de interoperabilidade, conectividade e funcionalidade;
- Promover a portabilidade, flexibilidade e reusabilidade;
- Incrementam o trabalho colaborativo e cooperativo.

Como exemplo de tecnologias livres, podemos citar: LINUX, Java, UML, SQL, XML, TCP/IP e Aglomerados.

### **2.2 Telemedicina e Telesaúde**

Encontramos várias definições para Telemedicina (*Telemedicine*) . De acordo com a ATA (American Telemedicine Association), a **Telemedicina** “é o uso de informação médica veiculada de um local para outro, por meio de comunicação eletrônica, visando à saúde e educação dos pacientes e do profissionais médicos, para assim melhorar a assistência de saúde” [ATA1999] .

De acordo com Conselho Federal de Medicina (CFM), define-se a **Telemedicina** como “o exercício da Medicina através da utilização de metodologias interativas de comunicação áudio-visual e de dados, com o objetivo de assistência, educação e pesquisa em Saúde” [CFM2002a]. Sendo que o CFM está procurando ainda regulamentar melhor esta área.

A **Telemedicina**, então, está sempre vinculada a idéia do uso de informação de forma eletrônica, objetivando serviços na saúde remotamente.

Há o termo **Telesaúde** (*Telehealth*), que algumas vezes é entendido com um escopo mais abrangente que a Telemedicina, está ligado a idéias como programas de saúde ou um conjunto de ações associadas a assistência médica remota, saúde pública, educação de profissionais, enquanto a Telemedicina às vezes refere-se a atividade isoladas, entretanto não há uma clara distinção entre dois termos [Maheu2001]. Neste trabalho, o conceito de Telesaúde será ampliado dentro de uma abordagem de uso de tecnologias (protocolos, ferramentas e plataformas)

Neste trabalho, propomos um conceito de Telesaúde ampliado, onde a oferta de serviços de saúde à distância, de forma eletrônica, se faz dentro abordagem do uso de tecnologias livres (protocolos, ferramentas e plataformas). Assim são utilizados novos paradigmas e tendências tecnológicas, como os padrões de informação, orientação a objetos, componentes de software e arquiteturas de sistemas distribuídos, como exemplo: Java, UML, Sistemas baseado em WEB, IP e Aglomerados (*Cluster LINUX*).

### **2.2.1 Realidade da Telemedicina no Brasil**

No Brasil, quando nos referimos à Telemedicina, é necessário levar em consideração as distorções econômicas, sociais e também na oferta ou qualidade em serviços de saúde entre as diversas regiões. Desta forma, isso nos traz a discussão sobre alguns problemas e desafios da telemedicina dentro do contexto brasileiro:

- Diferenças na qualidade do atendimento entre regiões do Brasil;
- Carência de recursos humanos nas regiões mais afastadas;
- Migração da população carente
- Infra-estrutura de comunicação inadequada;
- Aproveitamento da infraestrutura já existente;
- Disparidade na utilização de procedimentos e protocolos médicos;
- Deficiência nos métodos informatizados na saúde;
- Ausência de métodos informatizados nos locais remotos;

- Necessidade de integração de diferentes tecnologias;
- Revisão de expansão segundo evolução tecnológica;
- Necessidade de utilização de padrões abertos e aplicação (*software*) livre;
- Maior domínio tecnológico e das aplicações.

Dessa forma, uma melhor definição de Telemedicina é apresentada como “Intercâmbio de informações para suporte a prática médica à distância, por meio eletrônico, *quando há necessidades por uma das partes*” [Bacic2001], fazendo-nos refletir, que, dentro da realidade brasileira, a aplicação da Telemedicina se faz necessária, ou faz algum sentido o seu uso, quando necessitamos levar informações e serviços de saúde aonde haja carências das mesmas.

### 2.3 Sistemas de Informação em Saúde

As Tecnologias da Informação (TI) são os recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso da informação, que está fundamentada sobre equipamentos (*hardware*) e seus dispositivos e periféricos, aplicativos (*softwares*) e seus recursos, base de dados, telecomunicações e redes, e a Internet. Um Sistema de Informações (SI) pode ser tecnicamente definido como um conjunto de componentes interrelacionados que coleciona, recupera, processa e distribui informação para apoiar a tomada de decisão, coordenação e controle em uma organização . Simplificadamente, temos  $TI = \text{equipamentos (hardware) + aplicativos (software)}$ , e pode-se considerar  $SI = TI + \text{Pessoas} + \text{Procedimentos}$  [Laudon2002].

Os Sistemas de Informação em Saúde (SIS), ou *Healthcare Information Systems* (HCIS), referem-se as várias aplicações de TI no setor de saúde, envolvendo vários tipos de aplicações e vários campos de estudo, como Medicina, Ciência da Computação, Estatística, Engenharia Biomédica, entre outras [Raghupathi97].

Historicamente, quando a informatização não havia chegado à área de saúde, os sistemas hospitalares eram baseados em registro em papel e imagens em filmes. Havia um acúmulo de arquivos volumosos, dificuldade de armazenamento, dificuldade no gerenciamento da informação armazenada e perda de documentos, além das dificuldades para troca de informação entre instituições com o uso de métodos ineficientes de comunicação entre

diferentes entidades de saúde como carta, fax e telefonemas, com uma total ausência de padronizações de processos.

Com a informatização na saúde, os primeiros modelos de informatização em saúde apresentavam pouca interoperabilidade entre diversos sistemas heterogêneos e distribuição de informação complexa. A dificuldade de armazenar, distribuir e gerenciar informações médicas, como registro do paciente e imagens médicas era um problema dentro das instituições de saúde. Desta forma, os primeiros modelos de sistemas de informação médica se caracterizavam por:

- Distribuição de informação complexa e pouco estruturada,
- Sistemas Heterogêneos, com baixa conectividade e interoperabilidade,
- Pouca utilização de padrões de comunicação entre sistemas e de padrões de formatação da informação.

### **2.3.1 Nova Geração de Sistemas de Informação em Saúde**

Os SIS apresentam atualmente uma tendência na utilização de novos padrões tecnológicos e sistemas abertos para a representação de informações médicas, permitindo alto grau de interoperabilidade e conectividade entre sistemas heterogêneos e diferentes plataformas que compõem o ambiente hospitalar.

Desta forma, os estes novos modelos de SIS promovem a integração de tecnologias como o CORBAmed (*CORBA in Medicine*), DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*), HL7 (*Health Level 7*) e XML (*eXtensible Markup Language*). Também trazem novos conceitos para os SIS, como a federação de instituições médicas, bem como considerações necessárias que permitam a implementação de novos serviços e aplicações sobre o registro médico, ou ferramentas que permitam a colaboração entre médicos, além de outras particularidades com o uso de métodos de especificação e projeto de sistemas médicos sob paradigma de padrões de informações, componentes e objetos distribuídos.

Estes novos Sistemas de Informações em Saúde visam proporcionar a melhora a qualidade do serviço prestado no setor, a integração dos processos envolvidos em uma instituição (ou numa federação de instituições) de saúde, facilitando o gerenciamento e o acesso da informação médica, visando agilidade, melhores resultados e diminuição de custos.

A tendência agora é que a nova geração de sistemas de Informação em saúde se baseiem na idéia de facilitar o acesso à informação disponível através da:

- Representação de informações complexas e pouco estruturadas,
- Padrões de Integração de informação distribuídas,
- Interoperabilidade entre sistemas heterogêneos.

Para a viabilização destes novos Sistemas de Informação em Saúde é necessário utilizar a união das seguintes abordagens tecnológicas:

- Componentes e Objetos Distribuídos (ex: JavaBeans, EJB, Corba);
- Padrões para representação e troca de informação ou comunicação (ex: CID, UMLS, HL7, XML);
- Padrão de Troca e Representação de Imagens Médicas (ex: DICOM).

### **2.3.2 Prontuário Eletrônico de Paciente**

O *Institute of Medicine* (IOM, 1997), entende que o Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) é “um registro eletrônico que reside em um sistema especificamente projetado para apoiar os usuários fornecendo acesso a um completo conjunto de dados corretos, alertas, sistemas de apoio à decisão e outros recursos, como links para bases de conhecimento médico”.

Por sua vez, o *Computer-based Patient Record Institute* define o prontuário eletrônico ressaltando que “um registro computadorizado de paciente é informação mantida eletronicamente sobre o estado de saúde e os cuidados que um indivíduo recebeu durante toda sua vida”.

Ao PEP podem ser integrados os serviços como Registro do Paciente, Agendamento, Exames, Laboratório, Imagens, Radiologia, Educação Médica, Telemedicina e Pesquisa. A integração de vários sub-sistemas tendem a tornar o PEP como elemento essencial e integrador do SIS.

### **2.3.3 Sistemas de Armazenamento e Comunicação de Imagens Médicas**

Sistemas de Armazenamento e Comunicação de Imagens Médicas, também denominados de PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*) são partes integrantes de um PEP. Os

PACS são ambientes de gerenciamento distribuídos de armazenamento e acesso de dados e imagens médicas, que utilizam padrões como DICOM (ou HL7).

As principais funcionalidades do PACS são:

- Aquisição de Imagem Digital (multi-modalidades de imagens médicas.)
- Arquivamento (em *Storage Devices*) e Transmissão através de padrões
- Pós-processamento: Visualização e Diagnóstico assistido por computador.

Os principais componentes do PACS são:

- Fonte de Imagens Médicas – são os vários equipamentos e dispositivos de exames de imagens médica. Como exemplos temos : Raio-X, Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética, Microscopia Digital, Ultra-som, entre outros.
- Sistemas de Comunicação – São as redes de computadores e seus protocolos que possibilitam banda larga de comunicação, possibilitando transferência de imagens, segurança de dados, aplicações *Groupware*, videoconferência, aplicações em tempo real, sobre TCP/IP ou aplicações nativas.
- DBMS de Imagens Médicas – este componente de middleware integra e organiza imagens e dados dos pacientes, seleciona características de imagens, registros clínicos. Deve suportar gerenciamento de dados multimídia e conteúdo baseado em indexação,
- Sistema de aplicações de pós-processamento – Deverá existir um sistema de serviços de aplicações multimídia que tenham acesso ao DBMS, e possibilitem aplicações de pós-processamento das imagens. Estas aplicações seriam relacionadas a interpretações qualitativas e semânticas da imagem com algoritmos eficientes que possibilitem segmentação de imagens, análise de textura e correlação de dados em 3D
- Estações Clientes – As Estações clientes, normalmente baseadas em UNIX, integram as aplicações de imageamento médico, apresentação e visualização através das GUI (*Graphical User Interface*) com um mínimo de esforço. Mas com a nova realidade das novas linguagens de programação, como JAVA, a maior capacidade de processamento dos PCs, a Internet e *World Wide Web* (WWW), estão equilibrando as exigências de operações de imageamento médico entre os clientes e servidores.

A figura 4 apresenta um ambiente típico de PACS:

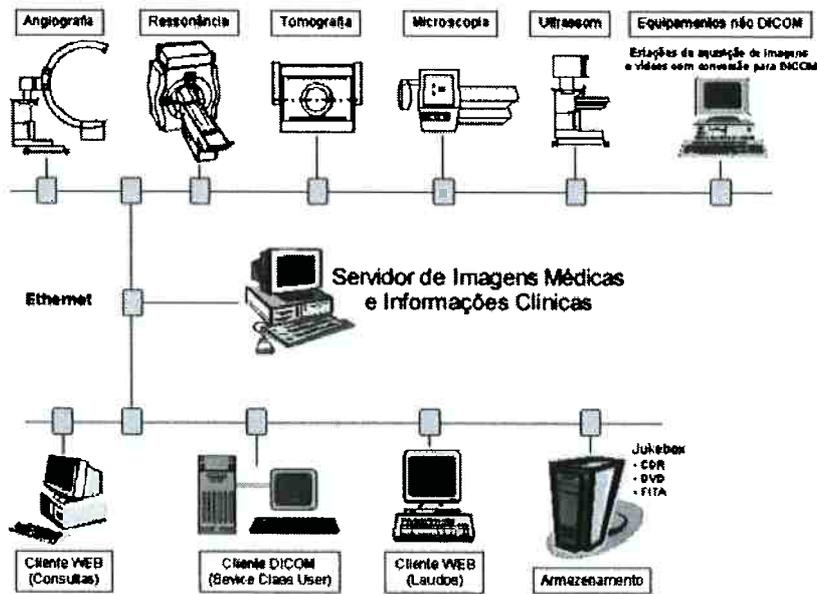


Figura 4 - Ambiente de Imageamento Médico PACS [Bertoazzo2002]

## 2.4 Desenvolvimento de Engenharia de *Software* e Orientação a Objeto

A Engenharia de *Software* é uma disciplina que disponibiliza métodos, técnicas e ferramentas com o objetivo de elevar a qualidade do software produzido, melhorando a relação custo/benefício.

Segundo Pressman, Engenharia de *Software* é a criação e a utilização de sólidos princípios de engenharia a fim de obter software de maneira econômica, que seja confiável e que trabalhe eficientemente em máquinas reais [Pressman2001].

Uma nova abordagem em Engenharia de *Software* se refere a orientação a objetos (OO). O paradigma da orientação a objetos não é uma revolução, mas uma evolução do paradigma estruturado. Ele definiu novas unidades de modularização, que visam permitir a construção de sistemas mais robustos e com maiores facilidades de reutilização, manutenção e evolução do Software.

A orientação a objeto (OO) traz uma nova maneira de pensar nos problemas a partir do mundo real, que combina a estrutura e comportamento em uma única entidade, o objeto. A OO trouxe conceitos novos como Classe, Objeto, Abstração, Encapsulamento, Atributo, Método, Interface, Herança e Poliformismo.

A metodologia de desenvolvimento de Engenharia de Software pode ser apresentada num modelo em fases de cascata com *releases* de desenvolvimento em espiral. Abaixo são descritas as fases e etapas de desenvolvimento em cascata:

- **Engenharia de Sistema:** Modelagem Funcional e Processos, Levantamento de Requisitos e Estudo de viabilidade, representadas pelos diagramas UML (*Unified Modeling Language*) de Casos de Uso ou por estudos em diagramas IDEF0 (*Integrated Definition Language*), visando a análise dos processos de negócios referentes ao domínio do problema.
- **Análise de requisitos OOA (*Object Oriented Analysis*):** Análise das características necessárias para o sistema, representadas pelos diagramas UML de classes e seqüência. Na verdade, a fase de OOA compreende também a fase de engenharia de sistemas.
- **Projeto - OOD (*Object Oriented Design*):** Estruturação do modelo geral, Dimensionamento, Especificações Técnicas do Projeto de Implantação, com diagramas UML de componentes e implantação.
- **Implementação e Construção (*Object Oriented Programming*):** A implementação envolve o processo de programação ou codificação, configuração, integração com HW, Implantação sistema proposto como o uso de uma linguagem orientada a objetos, como o Java .
- **Testes:** Referem-se a estratégias de testes e depuração do sistema implementado, avaliando se o software está de acordo com as especificações e sem que haja erros.
- **Validação :** Após a validação dos testes a homologação do sistema.

#### 2.4.1 Linguagem Unificada de Modelagem

A Linguagem Unificada de Modelagem UML (*Unified Modeling Language*), é uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de artefatos de sistemas complexos de programação. A UML proporciona uma forma-padrão para a preparação de planos de arquitetura de projetos de sistema, incluindo aspectos conceituais tais como processos de negócio e funções do sistema, além de itens concretos como as classes

escritas em determinada linguagem de programação, esquemas de bancos de dados e componentes de software reutilizáveis.

A UML é adequada para a modelagem de sistemas, cuja abrangência poderá incluir sistemas de informação corporativos a serem distribuídos a aplicações baseadas em WEB e até sistemas complexos embutidos em tempo real. É uma linguagem muito expressiva, abrangendo todas as visões necessárias ao desenvolvimento e implantação desses sistemas. Apesar de sua expressividade, não é difícil compreender e usar a UML. Aprender a aplicar a UML de maneira efetiva tem início com a formação de um modelo conceitual da linguagem, o que pressupõe o entendimento de três principais elementos: os blocos básicos de construção da UML, as regras que determinam como esses blocos de construção deverão ser combinados e alguns mecanismos básicos que se aplicam a toda a linguagem.

A UML é apenas uma linguagem baseada em diversos diagramas e, portanto, é somente uma parte de um método para desenvolvimento de programas. A UML é independente do processo, apesar de ser perfeitamente utilizada em processo orientado a casos de usos, centrada na arquitetura, iterativo e incremental.

Um diagrama é a apresentação gráfica de um conjunto de elementos, geralmente representado como gráficos de vértices (itens) e arcos (relacionamentos). São desenhados para permitir a visualização de um sistema sob diferentes perspectivas; nesse sentido, um diagrama constitui uma projeção de um determinado sistema. Em todos os sistemas, com exceção dos mais triviais, um diagrama representa uma visão parcial dos elementos que compõem o sistema. O mesmo elemento pode aparecer em todos os diagramas, em apenas alguns (o caso mais comum) ou em nenhum diagrama (um caso muito raro). Na teoria, um diagrama pode conter qualquer combinação de itens e de relacionamentos. Na prática, porém, aparecerá um pequeno número de combinações comuns, que são consistentes com as cinco visões mais úteis da arquitetura de um sistema complexo de software. A UML inclui os seguintes diagramas:

- **Diagrama de Classe:** utilizado para representar as diversas classes de objetos do sistema, seus atributos e operações, bem como a associação entre cada uma delas (herança, generalização, composição, agregação, etc.).
- **Diagrama de Caso de Uso:** usado para demonstrar o relacionamento entre atores e casos de uso.

- **Diagramas de Seqüência:** tipo de diagrama de interação que apresenta a interação de seqüência de tempo dos objetos que participam na interação.
- **Diagrama de Colaboração:** tipo de diagrama de interação que mostra uma interação dinâmica de um caso de uso e seus objetos relacionados.
- **Diagrama de Estado:** utilizado para demonstrar as seqüências de estados que um objeto assume em sua vida, em função do seu uso no sistema.
- **Diagrama de Atividade:** tipo de diagrama de estado no qual a maioria dos estados são ações. Descreve o fluxo interno de uma operação.
- **Diagrama de Componente:** usado para representar os diversos componentes dos sistemas e suas dependências.
- **Diagrama de Implantação:** utilizado para demonstrar elementos de configuração de processamento.

#### 2.4.2 O Padrão de Modelagem de Processos IDEF0

O padrão de Modelagem de Processos IDEF0 é um metodologia de desenvolvimento concebida para modelar decisões, ações e atividades, processos de um sistema ou organização.

O IDEF (*Integrated Definition Language*) é resultado do programa ICAM (*Integrated Computer Aided Manufacture*) da *U.S. Air Force*. A ICAM procurou identificar as necessidades para melhor análise e técnicas de comunicação para pessoas envolvidas no desenvolvimento e na melhoria de produtividade de manufatura.

A metodologia de desenvolvimento IDEF0 consiste em decompor um sistema progressivamente a partir de uma descrição de alto nível (análise *Top-Down*). O modelo IDEF0 é composto por três tipos de informações: diagramas, gráficos, textos e glossário. Cada diagrama (*parent diagram*) pode ser decomposto por uma série de diagramas mais detalhados (*child diagram*), proporcionando maiores detalhes do sistema, criando um modelo de estrutura hierárquica com incremento de detalhamento do sistema.

O IDEF0 define uma linguagem de modelamento (sintaxe e semântica), e associados a técnicas e regras, para desenvolvimento de uma representação gráfica do sistema. O uso de IDEF0 é uma ferramenta essencial para estudo dos processos de negócios, na fase de

engenharia de sistema do modelo cascata, juntamente com os diagramas de casos de uso do UML.

### **2.4.3 Componentes**

Componentes são unidades binárias – ou pedaços pré-construídos de código de aplicação – destinadas à construção de sistemas de software. Para isso, têm fronteiras bem definidas que facilitam sua combinação com outros componentes, permitindo a produção de aplicações customizadas e completas [Orfalli1998].

#### **2.4.3.1 Desenvolvimento baseados em Componentes**

A reutilização é um princípio essencial na área de Engenharia de Software para garantir a redução de esforços e custos no Processo de Desenvolvimento de Software (PDS) e a redundância de código.

O Desenvolvimento Baseado em Componentes se preocupa com a criação de componentes que possam ser reutilizados em outras aplicações. A reutilização caracteriza-se pela utilização de produtos de software, em uma situação diferente daquela para qual estes produtos foram originalmente construídos. Para aumentar a reutilização de software, pesquisas apontam, como passo fundamental, a sistematização do processo de análise e criação de componentes para um determinado domínio de aplicações. Para que a reutilização possa ser efetiva, deve-se considerá-la em todas as fases do processo de desenvolvimento do software. Portanto, o Desenvolvimento Baseado em Componentes (DBC) deve oferecer métodos, técnicas e ferramentas que suportem desde a identificação e especificação dos componentes, referente ao domínio do problema, até o seu projeto e implementação em uma linguagem executável. Além disso, o DBC deve empregar inter-relações entre componentes já existentes, que tenham sido previamente testados, visando reduzir a complexidade e o custo de desenvolvimento do software. Apesar das recentes e constantes pesquisas na área de DBC, ainda há carência de métodos, técnicas e ferramentas que suportem tanto o desenvolvimento quanto a reutilização de componentes, em aplicações de um determinado domínio. Outro problema importante relaciona-se com a dificuldade de integração das diferentes técnicas e ferramentas que apóiam o DBC. Considerando o caso de componentes distribuídos, como ocorre na rede Internet, com plataforma cliente e servidor, o problema é ainda maior.

Um exemplo de método de DBC é o *Catalysis* [SOUZA1998]. O Processo de Desenvolvimento de Software em *Catalysis* segue as características do modelo Espiral da Engenharia de Software, e está dividido em três níveis lógicos: Domínio do Problema,

Especificação dos Componentes e Projeto Interno dos Componentes, correspondendo às atividades tradicionais do ciclo de vida do *software*: Planejamento, Especificação, Projeto e Implementação.

Podemos usar uma abordagem do uso de técnicas DBC junto com outras técnicas de modelagem, outras ferramentas e customizadas com cada padrão de componente (Corba, JavaBeans, EJB).

#### **2.4.4 Objetos distribuídos**

A próxima geração de sistemas C/S (Cliente/Servidor) deverá ser construída inevitavelmente usando objetos distribuídos. A tecnologia cliente/servidor apenas divide seu problema em duas partes, uma rodando no cliente e outra no servidor. Objetos distribuídos mudam esta realidade. Os objetos ajudarão a subdividir as aplicações em componentes auto-gerenciáveis que podem executar sozinhos ou entre redes e Sistemas Operacionais. Estes componentes representam a última forma de distribuição cliente/servidor e nos prepara para um futuro onde milhares de máquinas serão clientes e servidores [Orfali96].

A tecnologia de Objetos Distribuídos podem trazer vários benefícios, dentre eles:

- Processamento distribuído - Os serviços estando em várias máquinas balanceiam melhor o sistema; replicas de um serviço diminuem a chance de indisponibilidade do mesmo.
- Escalabilidade - O crescimento do número de usuários não implica na queda de qualidade, pois a escalabilidade pode ser alcançada replicando o serviço em outras máquinas.
- Interoperabilidade - Objetos executando em ambientes heterogêneos podem interagir.
- Tolerância a falhas - A replicação de um serviço diminui as chances do mesmo não ser oferecido, pois caso a máquina que o serve não esteja disponível, uma de suas réplicas poderá atender o chamado.
- Portabilidade - O objeto pode executar em diferentes plataformas.
- Coexistência - Coexistir junto a aplicações legadas.
- Transparência - O cliente não percebe a distribuição dos serviços.

## 2.4.5 Padrões de Componentes e Objetos Distribuídos

Genericamente, componentes executam dentro de uma construção denominada *container*, que provê um contexto de aplicação. É esse contexto que habilita a interação entre vários componentes, podendo fornecer também gerenciamento e serviços de controle para os mesmos. Um modelo de componentes, portanto, define a arquitetura básica de um padrão de componentes, especificando a estrutura de suas interfaces e os mecanismos através dos quais o componente interage com seu *container* e com outros componentes. Ou seja, o modelo de componentes especifica como o componente expõe suas interfaces, métodos e eventos, provendo as diretrizes para a criação e implementação dos mesmos [Orfalli998].

Atualmente os padrões de componentes são influenciados pelo mercado e as empresas. Eles devem ser implementados e utilizados por um número significativo de corporações, de forma a permitir portabilidade e interoperabilidade. Existem diferentes modelos de componentes, e cada um define seus próprios contratos e requisitos de arquiteturas. Atualmente, os principais padrões de mercado para componentes são: (1) o CORBA da OMG; (2) o COM / DCOM da Microsoft; e (3) o JavaBean / Enterprise JavaBean da Sun Microsystems e (4) Webservices.

### 2.4.5.1 CORBA

CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*) é padrão que foi criado pelas empresas membro do OMG. A OMG (*Object Management Group*) é um consórcio de empresas interessadas na padronização de arquiteturas de objetos distribuídos, E a OMA (*Object Management Architecture*) á a arquitetura definida pelo OMG, sendo CORBA baseado nessa arquitetura.

O CORBA provê um sistema cliente-servidor (C/S) baseado em OD (objetos distribuídos), sendo que aplicações C/S complexas podem ser construídas através da montagem de componentes adequados

Algumas características importantes do CORBA, como mostrado na figura 2, são a coexistência de aplicações legadas, prover um alto grau de interoperabilidade entre as diversas plataformas de sistemas de computadores e portabilidade em ambientes heterogêneos, e a desenvolvimento de aplicações transparentes aos usuários e componentes que sejam capazes de auto-instalação (*plug-and-play*).

#### 2.4.5.2 CORBAmed

O CORBAmed é o comitê técnico responsável, pela OMG, por definir os serviços horizontais do CORBA na área de medicina e saúde. O CORBAmed sendo totalmente orientado a objeto, proporciona grande flexibilidade para informações médicas, e também está totalmente dentro das tendências futuras da indústria de software. Com a padronização de Componentes de Software, para disponibilizar os serviços de informação médica, o CORBAmed proporcionará a escolha entre diversos provedores de componentes de software, possibilitando, além da melhora da qualidade destes componentes, limitar os custos de software. O CORBAmed também dá a possibilidade de se criar sua própria solução de um componente específico.

As missões e objetivos do CORBAmed são:

- Melhorar a qualidade do serviço e reduzir os custos pelo uso da tecnologia CORBA para a interoperabilidade através da comunidade global de cuidados de saúde
- Utilizar a tecnologia OMG para adotar normas para interfaces para objetos de serviços de saúde
- Assistir e aconselhar o *Subcomite Liaison* com relação a organizações de normas para serviços de saúde e consórcios.
- Educar tanto os fabricantes de sistemas quanto os usuários da indústria de cuidados à saúde (healthcare).
- Agendar os RFIs e RFPs relacionados com a indústria de cuidados de saúde baseados em tecnologias CORBA.

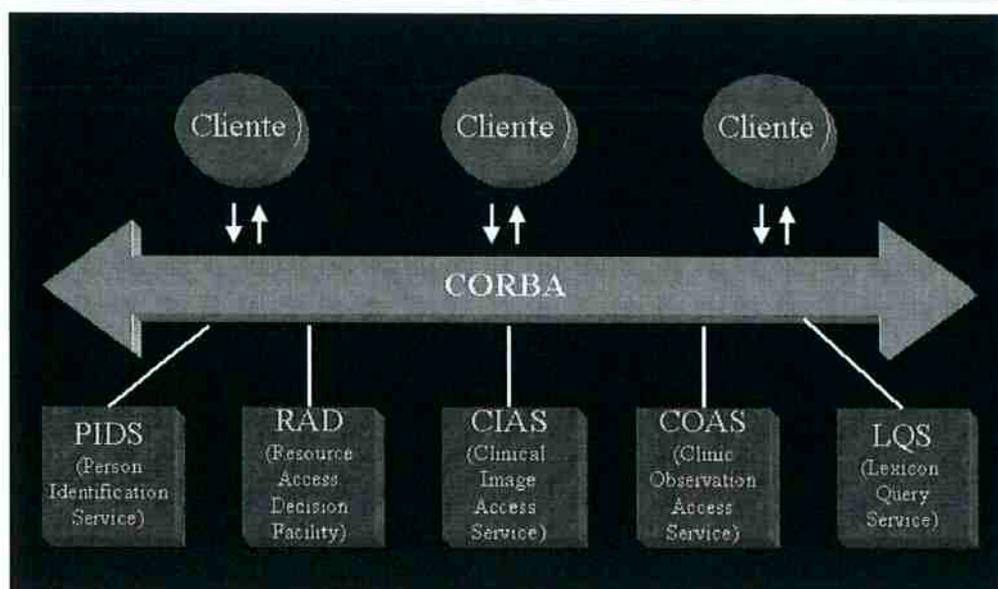
Os RFP (*Request for Proposal*) se referem às propostas de características de padronizações para o CORBA, que estão adotadas ou estão em desenvolvimento. Os RFI (*Request for Information*) visa adquirir maiores detalhes como: arquiteturas já existentes, candidatos a padronização, pesquisas e *White papers* na área.

Na figura 5, são apresentados alguns componentes de serviço padronizados pelo CORBAmed. Algumas das especificações já adotadas são:

- PIDS – *Person Identification Service* (Serviço de identificação de paciente) – têm por objetivo criar um método padronizado de localizar identificadores de pessoas e seus

registros associados, com características de atribuição de identificadores, mapeamento de duplicidades .

- LQS – *Lexicon Query Service* (Serviço Léxico de Consultas) – É o serviço para consultas e mapeamento de vocabulários, define formas unificadas de consultas sobre vocabulários controlados.
- COAS – *Clinical Observation Access Service* (Serviço de Acesso de Observação Clínica) – Define uma forma padronizada de recuperação de observações clínicas (Sinais vitais, Exames de laboratório, Observações médicas, etc). As consultas são por instâncias disponíveis para uma dada observação.
- RAD – *Resources Access Decision* (Serviço de Decisão Acesso aos Recursos – é o serviço de política de controle segurança nos sistemas de informação médica, baseado no CORBA Security Facility..
- CIAS – *Clinical Image Access Service* – (Serviço de acesso de imagens Clinicas) – proporciona o acesso a imagens médicas e seus relatos de informação. O CIAC terá compatibilidade com o COAS para proporcionar acesso de relatos de imagens. O padrão de imagem adotado será o DICOM do ACR/NEMA.



**Figura 5 - Serviços do CORBAMED (baseado em [Furue2002])**

### 2.4.5.3 JavaBean / Enterprise JavaBean

A Plataforma Java 2Enterprise Edition (J2EE) foi construída sobre e portanto herda uma série de vantagens já disponibilizadas por esta, tais como: independência de plataforma, através da Máquina Virtual Java; independência de servidor de banco de dados, através da API JDBC e tecnologia CORBA para a interação com sistemas legados. A Plataforma J2EE foi projetada para suportar a arquitetura multicamada no desenvolvimento de aplicações. Dentre as tecnologias oferecidas pela plataforma, o centro das atenções está na tecnologia JavaBean e EJB (Enterprise Java Bean). A tecnologia JavaBean e EJB permite a construção de componentes da camada intermediária fornecendo toda a infraestrutura necessária à construção de diversos modelos de aplicações, através da utilização e integração com outras tecnologias da plataforma. As demais tecnologias servem basicamente para fornecer a infraestrutura necessária ao desenvolvimento dos componentes EJB e em alguns casos ficam transparentes ao desenvolvedor. Um conceito muito importante para o entendimento da arquitetura J2EE é o Servidor de Aplicações (*Container*). Os Container são ambientes operacionais responsáveis por executar os componentes da plataforma J2EE.

Podemos destacar os seguintes componentes da tecnologia J2EE:

- o Os componentes Java Beans e EJB são denominados de *Beans*, dando a idéia de unidades funcionais e independentes. Estes componentes têm a característica de uso de interfaces e de conter as regras de negócio operando sobre os dados do ambiente corporativo. A diferença que os EJBs já possuem serviços de controle de processos, controle de distribuição, controle de transação e segurança,
- o Os Servlets correspondem a uma API representando a extensão para servidores Web e permitindo a geração dinâmica de páginas Web através de programas Java. Permite interação com o usuário via protocolo HTTP. É um programa Java o qual estende a API servlet e é executado no lado servidor e permitindo acesso a toda tecnologia e API Java.
- o Os Java Server Pages (JSP) correspondem a mecanismos para geração de conteúdo Web, baseado na tecnologia Servlet, trazendo maiores facilidades na construção de interface Web, pois associa conteúdo HTML com código Java, através de rótulos pré-definidos.

#### **2.4.5.4 Serviços WEB**

Os Serviços Web (ou *WEB Services*) são representações XML de programas, objetos, mensagens ou documentos que são acessíveis pela Internet para interação aplicação-para-aplicação. *Web Services* combinam aspectos da tecnologia de componentes com a *World Wide Web*, e facilitam a integração das diversas plataformas e modelos de programação existentes.

SOAP é o protocolo de comunicação standard para os XML Web Services. Procurando simplificar, podemos dizer que o SOAP é a especificação que define o formato de XML para as mensagens.

O WSDL é representado por um documento XML que descreve uma série de mensagens SOAP e a forma como funciona a troca/comunicação dessas mensagens.

### **2.5 Padrões de Representação e Troca de Informação na Saúde**

Serão apresentados alguns padrões utilizados para representação e troca de dados dentro dos SIS. Se referem a padrões de informação textuais e imagens. Estes padrões servem como um conjunto de regras comuns que são fundamentais para integração e interoperabilidades de sistemas na saúde. Nas próximas seções teremos uma visão geral dos principais padrões de informação são utilizados para os mais diversos setores de um sistema de saúde ou hospitalar.

#### **2.5.1 Sistemas de Linguagem Médica Unificada**

A fim de representar o conhecimento médico em um nível mais complexo e promover a integração dos diversos sistemas existentes, a Biblioteca Nacional Americana iniciou em 1989 o Projeto de Sistemas de Linguagem Médica Unificada UMLS (*Unified Medical Language System*). Este é um projeto que envolve diversas universidades, em um esforço para unificar e mapear todos os vocabulários existentes. A UMLS incorpora os seguintes vocabulários: CID, SNOMED, MeSH, DSM, CPT, Costar, LCSH e outros. Todos os termos são listados em um thesaurus e relacionados através de uma rede semântica. Existe um mapeamento entre os diferentes vocabulários que permite a identificação e a codificação de termos segundo diversos sistemas. A UMLS é extremamente complexa e serve para diversos propósitos nas áreas de assistência, ensino e pesquisa.

## 2.5.2 Padrão do Código Internacional de Doenças CID

O CID é uma Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde. Esta classificação é elaborada pela Organização Mundial da Saúde e se destina à codificação de diagnósticos. Tal classificação possui revisões periódicas para permitir atualizar a nomenclatura ou o conhecimento sobre a histogênese natural; há, por exemplo, o CID-10, que é a décima revisão da Classificação Internacional de Doenças.

Um subgrupo dessa classificação é o CID-O, que se refere a uma Classificação Internacional de Doenças para Oncologia. E este é de vital importância para a modelagem, pois o registro de câncer infantil que será implementado no sistema se baseará nessa classificação.

## 2.5.3 Padrão de Registro Câncer Infantil ICCC/IARC

A *International Agency for Research on Cancer* (IARC) da Organização Mundial de Saúde (OMS) propôs em 1987 o *International Classification of Childhood Cancer* (ICCC), um padrão para registro para tumores na Infância [IARC1997], é uma extensão do CID-O, onde são definidos os seguintes dados básicos:

Destacamos alguns conceitos a seguir.

- Diagnóstico - Conhecimento ou determinação de uma doença de acordo com seus sintomas e exames [INCA2000] (ex: tumor Neuroblastoma);
- Grupo de Diagnóstico – Os diagnósticos de tumores foram agrupados em 12 grupos de acordo com suas características. Os grupos mais importantes em incidência são os linfomas, as leucemias e os tumores de sistema nervoso central (ex: o tumor Neuroblastoma está no grupo de diagnóstico Sistema Nervoso Simpático). Os grupos são:

I. Leucemia;

II. Linfomas e Neoplasias Retículo-Endoteliais;

III. Snc e Miscelânea de Neoplasias Intracranianas e Intra-Espinhais;

IV. Tumores do Sistema Nervoso Simpático;

V. Retinoblastoma;

VI. Tumores Renais;

VII. Tumores Hepáticos;

VIII. Tumores Ósseos Malignos;

IX. Sarcomas de Partes Moles;

X. Neoplasias de Células Germinativas, Trofoblásticas e outras Gonadais

XI. Carcinomas e outras Neoplasias Malignas Epiteliais;

XII. Outros e Tumores Malignos não Especificado

- Morfologia (ou Histologia) - Fornece especificação do tipo de célula do tumor, diferenciação celular e comportamento biológico, e é expressa por um código alfanumérico (ex: Neuroblastoma M9490/3).
- Topografia - Fornece a localização do tumor em relação aos órgãos do sistema do corpo humano, e é também expressa através de código alfanumérico. (ex: Retina C69.2).

Um trabalho importante realizado pelo IARC é a correlação de dados de diagnóstico, morfologia e topografia, ou seja, a partir dessa classificação sabemos quais são as possíveis morfologias e topografia para cada diagnóstico de tumor.

#### **2.5.4 O Padrão de Nomenclatura Sistematizada de Medicina - SNOMED**

O SNOMED (Nomenclatura Sistematizada de Medicina) foi desenvolvido devido à necessidade de se obter informações que a CID não podia fornecer, e também para estender o domínio conceitual. Abaixo as categorias, grupos ou classes de objetos que estão relacionados com a informação médica, de acordo com o SNOMED. As nomenclaturas diferem das classificações no sentido que uma nomenclatura é simplesmente uma lista ordenada de nomes. Esta lista de nomes ou conceitos pode estar organizada segundo tipos semânticos e hierarquias de classes de objetos.

Tipicamente, as nomenclaturas apresentam dois tipos de relações entre os conceitos representados: relação hierárquica partitiva (objeto a é parte de objeto b); e relação hierárquica genérica (objeto a é um tipo de objeto b).

Um exemplo de relação partitiva é: ‘Os neurônios são parte do sistema nervoso’. Um exemplo de relação hierárquica genérica é: ‘Infarto do miocárdio é um tipo de doença isquêmica do coração’. Outro aspecto peculiar das nomenclaturas é que são compostas de várias subclassificações. A categorização é feita de acordo com a classe semântica a que pertence determinado conceito.

## 2.5.5 O Padrão HL7

O Padrão HL7 (*Health Level 7*) é uma organização ANSI (*American National Standard Institute*) com o objetivo de desenvolver protocolos clínico-administrativos para serviços de saúde e registros clínicos como farmácias, dispositivos médicos, dispositivos de imagem e transações de seguro entre outros. O nome HL7, é devido ao fato de ser uma aplicação sobre a camada 7 do modelo OSI. Basicamente o HL7 padroniza a troca eletrônica de informações de saúde, tem como objetivo simplificar a comunicação entre equipamentos e aplicações de diferentes fabricantes.

Os protocolos HL7 fornecem um formato de armazenamento de registros clínicos e de mensagens que são trocadas entre dois ou mais formulários e, através de segmentos de campos delimitados em ordem e código pré-estabelecidos, desse modo, diferentes serviços de saúde podem trocar dados clínicos e administrativos mais facilmente e com maior praticidade. Por exemplo, um código PID (Identificação do Paciente) contém informações sobre nome, endereço e número, como mostrado na figura 6.

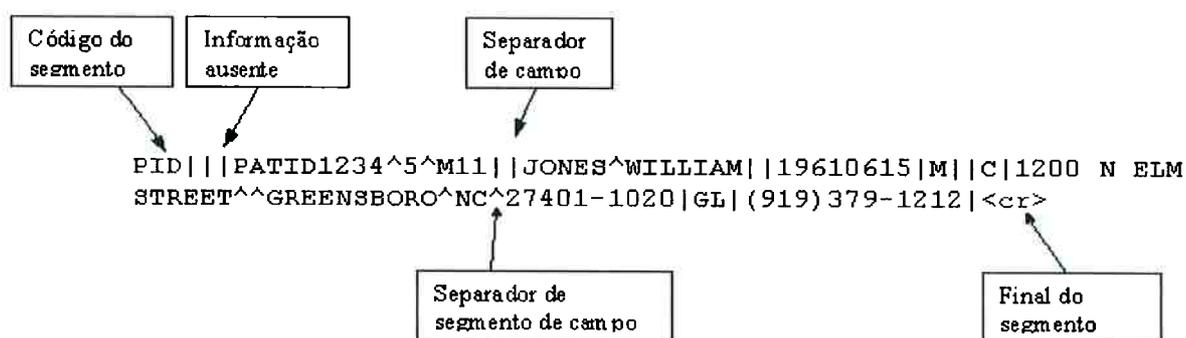


Figura 6 - Exemplo de Mensagem HL7

## 2.5.6 O Padrão DICOM

Com a introdução da Tomografia Computadorizada (CT) seguido por outras modalidades nos anos 70, e o incremento do uso de computadores em aplicações clínicas, a *American College of Radiology* (ACR) e a *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) reconheceu a necessidade emergente para um método padrão para transferências de imagens e informações associadas entre dispositivos de diversos fabricantes. Estes dispositivos tinham uma variedade de formatos.

A ACR e a NEMA formaram um consórcio em 1983, a ACR-NEMA, para desenvolver um padrão para:

- Promover um padrão de comunicação de informação de imagens digitais entre diversos equipamentos e fabricantes.
- Facilitar o desenvolvimento e expansão dos *Picture Archiving and Communication System* (PACS) que podem também interfacear com outros sistemas de informação hospitalar (HIS)
- Permitir a criação de base de dados de informação de diagnósticos que podem acessados por uma ampla variedades de dispositivos distribuídos geograficamente.

A ACR-NEMA publicou a versão DICOM 1.0 em 1985, e a versão 2.0 em 1988. Estas publicações de padrões especificaram uma interface de hardware, um mínimo de comandos de software, e um conjunto consistente de formatos de dados.

O padrão DICOM foi sendo desenvolvido nos anos 90, com o objetivo de resolver o problema de interoperabilidade e conectividade entre os vários equipamentos médicos (de diversos fabricantes) e interfaceamento com:

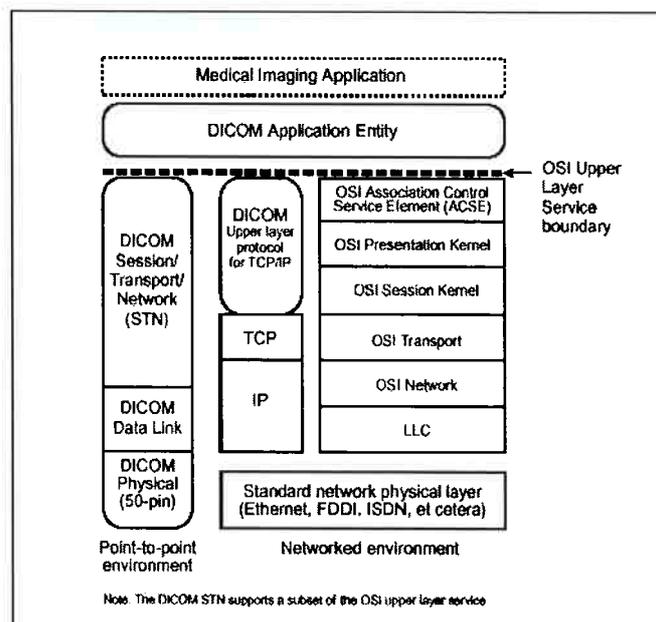
- Sistemas de aquisição de imagem, workstations de exibição,
- Sistemas de arquivamento, e Sistemas de informação em hospitais e áreas de saúde (ex: PACS, prontuário eletrônico)

O DICOM 3.0 incorpora os seguintes melhoramentos em relação a versões anteriores:

- É aplicável em ambiente de rede, como protocolos OSI e TCP/IP, antes só era aplicável ponto-a-ponto.

- Especifica a classe de serviços, e semântica dos comandos associados e intercâmbio de dados.
- Especifica os níveis de conformidade, e como um implementador (fabricante) deve estruturá-la de acordo com suas opções e necessidades específicas dos equipamentos em DICOM.
- Introduce explicitamente um modelo de objetos de informação tanto para imagens, como para os dados textuais (registros, históricos, etc.).

A seguir temos o modelo de camadas do DICOM 3.0, figura 7:



**Figura 7 - Arquitetura do DICOM v.3.0**

O DICOM é um padrão completo baseado no modelo OSI (*Open System Interconnection*) de 7 camadas. Embora, normalmente, usa-se a camada de aplicação, de apresentação e de sessão do DICOM, interfaceado com TCP/IP (aproveita-se a rede local do hospital normalmente baseado em Ethernet/Fast/Giga, FDDI ou ATM). O equipamentos médicos digitais de imagens, hoje possuem seus padrões de imagens proprietários, mas atualmente todos estes podem suportar o DICOM, como padrão livre e aberto.

### 2.5.7 O Padrão XML

O XML (*eXtensible Markup Language*) utiliza o padrão SGML (*Standard Generalized Markup Language*) para WEB. O SGML é um padrão internacional para formatos de textos e documentos, sendo que é uma aplicação derivada do HTML. Enquanto o HTML oferece um

conjunto limitado de TAGS, o SGML oferece a possibilidade de criação de qualquer conjunto de tags. Só que o SGML é de difícil adoção pela WEB pela sua complexidade. O XML otimiza a entrega de informações pela WEB de informações SGML.

O XML possui dados estruturados independentes dos aplicativos utilizados ou de fornecedores de software, suportando todas as funcionalidades do SGML mais difundidas.

Para a interpretação de documentos XML, existe uma API chamada DOM (*Document Object Model*) que cria a visão de uma árvore do documento XML.

Os Documentos devem estar no formato DTD (*Document Type Definition*). Um DTD é como um formulário padrão que é preenchido. Os dados podem vir de uma consulta a um banco de dados, busca de um documento, ou pesquisa num catálogo. O sub-comitê E31.25 da ASTM (American Society for Testing and Materials) estão normalizando o padrão do XML para a área de registros e dados na área de saúde.

O XML é uma tecnologia que pode ser usada tanto em Intranets ou Internet. Dessa forma, o XML tem o seu uso possível em muitas aplicações em registros médicos. Desta forma, o XML será muito importante para a implantação do cartão SUS (Sistema Único de Saúde), onde haverá a necessidade de trocas de informação em Internet e banco de dados distribuídas em toda rede hospitalar do Brasil.

O XML está sendo adotado com o CORBAMED na Gerenciamento de Transcrição de Documentos Médicos, está sendo adaptado para interoperabilidade com outros padrões como o DICOM e HL7.

### **2.5.8 Padronização de Registros Clínicos do Datasus**

O Padronização de Registros Clínicos (PRC) apresenta recomendações para sistemas de saúde de registro da informações relativas ao paciente de acordo com DATASUS, que têm por objetivo o estabelecimento de padrões para a construção de registros e prontuários informatizados, definindo o conteúdo e a estrutura lógica da informação em saúde, a fim de que a mesma possa ser compartilhada através de meios eletrônicos [DATASUS2001].

### **2.5.9 Certificação Digital de Sistemas Informatizados de Saúde SBIS/CFM**

O Conselho Federal de Medicina (CFM), através de sua Câmara Técnica, e a Sociedade Brasileira de Informação em Saúde (SBIS), elaboraram um documento que contém o detalhamento dos requisitos de segurança, conteúdo e funcionalidade que um sistema de

Registro Eletrônico de Paciente (RES) deve atender para estar em conformidade com as resoluções do CFM, Nos. 1638 [CFM2002b], 1639 [CFM2002c] de 2002. A proposta é Certificar sistemas informatizados para a guarda e manuseio do prontuário do paciente, com a aderência a requisitos do “Manual de Requisitos de Segurança, Conteúdo e Funcionalidades para Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde (RES)”, divulgado em fevereiro de 2004 [SBIS2004].

## 2.6 Padrões de Projeto (Design Patterns) para Software

A definição clássica para Padrão (*Pattern*) foi dada por *Christopher Alexander*: "um Padrão (*Pattern*) descreve um problema que se repete várias vezes em um determinado meio, e em seguida descreve o núcleo da sua solução, de modo que esta solução possa ser usada milhares e milhares de vezes" [Alexander2001].

Padrões (*Patterns*) são soluções genéricas e reutilizáveis, aplicáveis em classes de problemas bem conhecidos. Soluções que um dia funcionaram, tornam-se receitas para situações similares (desde que estas soluções tenham sido projetadas com flexibilidade), e por isso estes são publicados como sendo as melhores práticas de projeto e programação para solução de problemas especificados.

A idéia de armazenar informação sobre padrões observados em um contexto pode ser atribuída ao arquiteto *Christopher Alexander* e foi elaborada no contexto de arquitetura. *Alexander* define um ordem para a aplicação de *patterns*, trazendo o conceito da teoria que *patterns* podem gerar arquiteturas completas. No seu livro *The Timeless Way of Building*, mostra como *patterns* podem ser aplicados na construção de casas, assim como no planejamento de bairros e cidades.

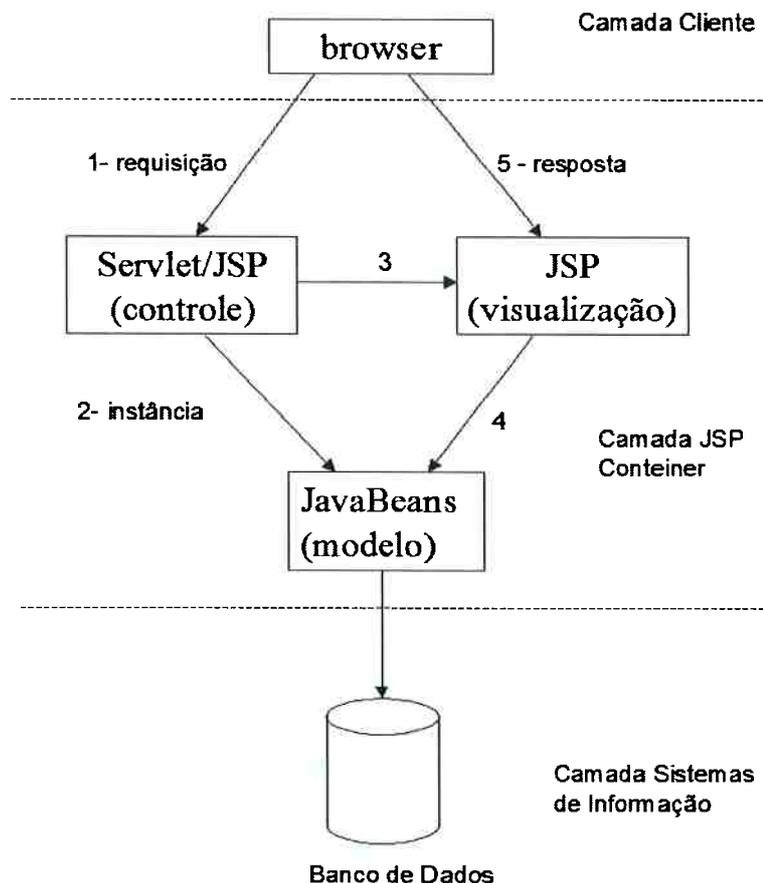
Em 1994, 4 autores – *Erich Gamma*, *Richard Helm*, *Ralph Johnson* e *John Vlissides* - publicaram o primeiro catálogo de Padrões de Projeto (*Design Patterns*) para programas orientado a objetos: *Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software* [Gamma1994].

A seguir vamos apresentar 2 padrões de projetos bastante úteis a este trabalho: o MVC e *Martin Fowler*.

## 2.6.1 O Padrão MVC

O padrão MVC, que significa Modelo-Visualização-Controler, reafirma a importância da clara separação de: Modelo, que é uma representação interna do problema tratado, Visualização, que exibe o modelo numa certa representação visual, e Controlador, que permite que o usuário controle e altere o modelo, em três componentes desacoplando estas três representações de modo que mudanças em um deles possam afetar outros, mas que possam conversar entre si, sem com isso criar dependências.

Particularmente, em ambientes WEB com tecnologia Java, existem diversas formas de organizar uma aplicação WEB, a figura abaixo descreve a forma mais adotada, este modelo explora a *design pattern MVC* visando uma clara separação entre a lógica da resolução do problema e a interface do usuário.



**Figura 8 - Padrão de Projeto MVC para Java em WEB**

O modelo possui a seguinte dinâmica de eventos, como mostrado na figura 9. O usuário, através de seu browser, requisita uma página (evento 1) ao servidor JSP. A requisição é recebida por um servlet ou página JSP que atua como controlador. A requisição pode implicar na instanciação ou uso (evento 2) de um JavaBean que implementa a lógica de

resolução do problema. Este JavaBean pode acessar o banco de dados através da API JDBC (Java Database Connection). O controlador redireciona (evento 3) o fluxo de execução para uma página JSP responsável por montar a página requisitada pelo usuário. Esta página JSP pode acessar (evento 4) o JavaBean para obter informações (conteúdo dinâmico). Finalmente a página JSP é enviada (evento 5) de volta para ser exibida.

### **2.6.2 Padrões de Projetos para Medicina (Martin Fowler)**

Martin Fowler apresentou alguns padrões relacionados a projetos de aplicações médicas, trazendo recomendações das melhores práticas de arquitetura da informação na área de saúde. Martin propôs a separação de classes referente a descrição do evento médico das classes referentes ao acontecimento deste eventos. Por exemplo, podemos ter classes que descrevam as quimioterapias, que podem ter atributos relacionados aos medicamentos a serem usados, mas devemos ter outras classes referente a aplicação destas em quimioterapias, os quais possuem atributos como data e dose de medicamento aplicada ao paciente.

## **2.7 Qualidade de Software**

A Engenharia de Software é a responsável pelo controle da qualidade, fazendo com que o sistema atenda a todos os requisitos e atributos (Ramamoorthy *et al.*, 1984), assumindo assim papel crítico na produção dos sistemas. A garantia de qualidade de software (*Software Quality Assurance – SQA*) é uma atividade que deve ser aplicada ao longo de todo o processo de desenvolvimento; envolvendo revisões técnicas formais, múltiplas fases de teste, controle da documentação de software e das mudanças, procedimentos para garantir a adequação aos padrões e mecanismos de medição e divulgação (Pressman, 1995).

A avaliação de um sistema de informação médico, como um PEP, é um processo que deve ser feito por toda a "vida" do software, devendo-se avaliar itens como: desempenho, custo, efetividade, aceitação do usuário e segurança.

### **2.7.1 A Metodologia CMM**

Um dos métodos mais modernos que visam o aumento da qualidade de software é o modelo proposto pelo *Software Engineering Institute* (SEI) da *Carnegie Mellon University* conhecido como *Capability Maturity Model* (CMM) que visa a melhoria da qualidade de serviços de desenvolvimento de programas de computador. Esse modelo divide em cinco níveis a situação de amadurecimento no processo de desenvolvimento de software de uma

organização, bem como oferece os meios de se atingir esses estágios. Segundo o SEI, apenas 1% das empresas se encontram no nível 4 ou no 5.

## **2.8 Metodologia de Processos de Software**

Atualmente RUP e XP são as duas principais metodologias de desenvolvimento de sistemas sendo adotadas ou cogitadas por equipes de desenvolvimento de software. Ambos tem muitas características comuns, como requerer seqüências de atividades ou fases onde pessoas desempenham papéis bem definidos para gerar artefatos que são encaminhados ao cliente e/ou realimentam o ciclo. Entretanto, distinguem-se bastante em uma análise mais detalhada, o que torna cada uma mais indicada para um determinado perfil de projeto.

### **2.8.1 A Metodologia RUP**

O *Rational Unified Process* (RUP) vem sendo refinado ao longo de anos, coletando as melhores práticas de desenvolvimento de software e agrupando-as em um *framework* que basicamente visa: desenvolver software iterativamente, gerenciar requisitos, usar arquiteturas baseadas em componentes, modelar o software visualmente, verificar a qualidade de software e controlar mudanças no sistema (RUP Best Practices). RUP permite ser configurado de modo a se ajustar às necessidades individuais de cada projeto ou características de equipes de trabalho.

### **2.8.2 A Metodologia XP**

O *eXtreme Programming* (XP) surgiu recentemente como uma alternativa para equipes de desenvolvimento menores que precisam de agilidade para lidar com constantes mudanças em requisitos. XP baseia-se em iterações curtas e orientadas a funcionalidades com *releases* freqüentes para o cliente, programação em pares, *design* simples e emergente do próprio processo de programação e ausência de propriedade individual do código por parte de cada desenvolvedor. XP é mais adequado para projetos com número limitado de desenvolvedores, e de habilidade equivalentes e projetos não muito longos.

## **2.9 Redes de Comunicação Médica Mutlimídia**

As redes de comunicação para aplicações médicas necessitam de uma grande largura de banda, devidos a suas várias aplicações multimídia, como exames tomográficos possuem de

tamanho na ordem de 100 a 250 Mbytes. ou necessidades de transporte áudio e vídeo, como *Video on Demand* (VoD), em videoconferências ou *Vídeo Stream*.

Os protocolos de redes mais utilizados são: Fast/Giga Ethernet, ISDN ou ATM. Atualmente há uma tendência em desenvolvimentos em aplicações wireless, visando possibilitar a mobilidade do profissional médico. A seguir apresentaremos as tecnologias principais.

### **2.9.1 Padrão Fast / Giga Ethernet**

O Ethernet é uma rede de topologia de barramento, que usa o método de controle de acesso a meio de transmissão CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). É um padrão para LANs, segundo o modelo ISO/OSI para as camadas 1 e 2 (físico e enlace), especificados respectivamente pelas normas 802.3 e 802.2 da IEEE.

O Fast Ethernet é uma opção simples para migrar do Ethernet para uma taxa de 100 Mbits/s, podendo inclusive se manter a estrutura de cabeamento.

O Gigabit é uma tecnologia padronizada pela norma IEEE 802.3z, opera a uma taxa de 1.000 Mbits/s (1 Gigabit) em par trançado (com série de restrições como distância) e fibra óptica (com restrições menores).

O Fast e Gigabit Ethernet não oferecerem qualidade de serviço (QoS), necessárias em algumas aplicações médicas, embora alguns fabricantes ofereçam serviço onde o QoS é emulado, um grande problema destas soluções de QoS é que são proprietárias, de difícil interoperabilidade entre eles.

### **2.9.2 Padrão FDDI**

O FDDI é uma tecnologia antiga, é cara mas é confiável. Sua utilização maior era a interligação de redes locais (*backbone*) dada a sua alta velocidade (100Mbit/s) para os padrões de alguns anos atrás. O FDDI provê uma topografia opcional de anéis primário e secundário, com os dados fluindo em sentidos opostos. Se a linha cai, o segundo anel é usado para contornar a falha. Seu forma de acesso se baseia na captura de um *token* para que uma estação possa transmitir.

### **2.9.3 Padrão ISDN**

O ISDN (*Integrated Services Digital Network*) é uma tecnologia de comutação de circuitos com serviços fim-a-fim. Basicamente é um rede baseada em telefonia digital em que pode se

integrar transmissão de dados, voz e vídeo. Utiliza interfaces de comunicação básica BRI de configuração 2B+D (2 canais de dados de 64 kps, totalizando 128kps, mais 1 canal de sinalização de 16kps), ou interfaces primárias com configuração 23B+D com 2Mbps para dados. Atualmente o ISDN é a tecnologia mais utilizada em projetos de telemedicina. No Brasil o ponto negativo da tecnologia é fator custo de tarifação.

No ISDN pode ser usada para encapsulamento do protocolo TCP/IP, o que possibilita criar redes WAN TCP/IP sobre esta tecnologia.

Uma grande utilização do ISDN atualmente é seu uso em videoconferências médicas, como diagnóstico à distância e segunda opinião médica, auxiliadas por ferramentas telecolaborativas. Uma vantagem do ISDN, é que fornece QoS em soluções nativas como em videoconferências. Com ISDN a partir de 512Kbps, a videoconferência possui qualidade de TV.

#### **2.9.4 Padrão ATM**

O ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) é uma tecnologia de transmissão e comutação de dados que pode ser usada em aplicações de natureza e requisitos de performance distintos, desde as de tempo real (voz e vídeo) até as de transmissão de dados entre computadores.

A tecnologia ATM tem uma característica relevante de poder ser aplicada tanto em redes de computadores locais (LANs) como em redes de longo alcance (WANs), e de possuir bandas que compreende de 25Mbps a 2,5Gbps. Por isso, o ATM é utilizado tanto localmente para as redes LANs dentro dos hospitais, como poder ser utilizado em MANs ou WANs para implementar redes de telemedicina, por exemplo, interconectando à distância hospitais em localizadas remotas em cidades diferentes.

A essência do ATM é chavear pequenos pacotes (células) de tamanho fixo de 53 bytes, que possibilitam alta velocidade de transmissão, baixa latência de comutação e colocação de prioridades, características que possibilitam transmissão multimídia e aplicações interativas com QoS.

O grande problema do ATM é que ele é ainda uma tecnologia cara, embora seja uma das tecnologias de rede mais indicadas a aplicações que necessitem suporte multimídia. O ATM é uma das tecnologias mais usadas para implementações de redes Internet 2, aqui no Brasil e nos Estados Unidos. A RNP2 (Rede Nacional de Pesquisa de Banda Larga) possui *backbone* ATM.

## 2.9.5 Tecnologias de Comunicação Sem Fio

Estão surgindo outras aplicações na área de informação médica com as novas tecnologias *wireless*.

As principais tecnologias *wireless* utilizadas são o Ethernet Wireless e a tecnologia celular:

O Ethernet Wireless, é o padrão IEEE 802.11, que utiliza o protocolo CSMA/CD, permite uma banda de até 11 Mbits/s até a distância de 100 a 300 metros, do ponto de acesso. O ponto de acesso é uma espécie de roteador *Wireless*. A largura de banda diminui de acordo com a distância que se está do ponto de acesso. Existem cartões tanto para *Notebooks*, como para *Palms e PDA's*.

A tecnologia celular (os princípios são CDMA, TDMA, GSM, iMODE, iDEN) funcionam com uma banda de 14 kbps, mas as tecnologias 2,5 G (segunda geração e meio) terão 128kps, e os 3 G (terceira geração) terão 2 Mbps de banda. Estas novas tecnologias suportarão protocolo IP(internet).

Eles estão possibilitando aplicações médicas como:

- Acesso a banco de dados médicos ou prontuário eletrônico, podendo o médico fazer consulta ou inserir registros,
- Aquisições de sinais vitais a distância à distância (ex: uso de equipamento wireless em carros de resgate ou ambulância, ou uso em sistemas pessoais em *wareble computers*) e fazer envio ao banco de dados ou prontuário eletrônico) do hospital;

A grande vantagens das tecnologias wireless incluem: mobilidade por parte do profissional de saúde, e não haver a necessidade de fazer grandes investimentos relacionados a infraestrutura física (principalmente cabos elétricos ou ópticos).

## 2.10 Guia de Condutas

O Guia de Condutas (*Guideline*) é um sistema que possui um banco de dados que permite ao médico que está encaminhando o paciente acessar um acervo de informação contendo fluxogramas e padronização de diagnóstico. O sistema de protocolos do SIS do câncer infantil é um *guideline*.

## 2.11 Aspectos de Segurança Digital

Tendo em vista os requisitos de confidencialidade, surge a necessidade de implementação de mecanismos de segurança. Com a rapidez com que são criadas e utilizadas novas tecnologias e metodologias de aquisição, armazenamento, transporte e difusão de dados é imprescindível que sejam implementados mecanismos de salvaguarda e proteção, tanto desses dados e informações como das pessoas e instituições que os originam.

Segurança é um termo bastante difundido e muitas vezes possui um significado diferente para as pessoas, para evitar que a segurança em sistemas de saúde centrados na Internet seja tratada de forma subjetiva, o *Health Insurance Portability and Accountability Act* (HIPPA), nos Estados Unidos, impôs uma regulamentação, definindo quatro requisitos [Jagannathan2001]:

- A comunicação entre clientes e os servidores deve ser criptografada, usando uma rede virtual privada (*virtual private network*) ou protocolos de segurança (*secure socket layer*);
- Autenticação e controle de acesso devem ser utilizados para que somente pessoas autorizadas acessem informações e somente as necessárias;
- Registros de auditoria devem ser gravados;
- A integridade dos dados deve ser garantida através do processo.

### 2.11.2 Soquete de Comunicação Segura - SSL

*Secure Socket Layer* é uma tecnologia desenvolvida pela Netscape, utilizada para encriptar os dados transmitidos entre servidores e clientes na WEB. É talvez a tecnologia mais difundida e utilizada em praticamente todos os *sites* que fazem transações on-line (bancos, lojas de CD, livrarias e etc.). Trata-se de uma camada de rede adicionada ao protocolo HTTP entre as camadas de transporte e aplicação, transformando as conexões HTTP em HTTPS.

Uma transação SSL é efetuada após uma série de passos iniciais. Primeiramente o cliente envia uma solicitação ao servidor e este retorna um certificado que contém uma chave pública. Para provar sua identidade, o servidor gera a partir de sua chave privada uma mensagem encriptada e envia esta ao cliente. O cliente verifica a identidade do servidor decryptando esta mensagem utilizando a chave pública enviada anteriormente. Neste

momento, o cliente se sente seguro para enviar ao servidor uma chave que vai ser utilizada para encriptar o resto da comunicação. O cliente encripta esta chave utilizando a chave pública e envia esta ao servidor, desta forma ambos possuem uma chave e podem se comunicar.

### 2.11.3 Assinatura Eletrônica

Alguns algoritmos criptográficos de chave-pública permitem que estes sejam utilizados para gerar o que se denomina de *assinaturas digitais*. Estes algoritmos têm a característica de, além da operação normal de cifrar com a chave-pública e decifrar com a chave-privada, eles permitem também que, “cifrando-se” com a chave-privada, a “decifração” com a chave-pública resulta na recuperação da mensagem. Obviamente esta forma de uso não assegura o sigilo da mensagem, uma vez que qualquer um pode “decifrar” o criptograma, dado que a chave-pública é de conhecimento público. Entretanto, se esta operação resulta na “mensagem esperada” podemos ter a certeza de que somente o detentor da correspondente chave-privada poderia ter realizado a operação de “cifração”. Assim, uma assinatura digital é o criptograma resultante da cifração de um determinado bloco de dados (*documento*) pela utilização da chave-privada de quem assina em um algoritmo assimétrico. A verificação da assinatura é feita “decifrando-se” o criptograma (*assinatura*) com a suposta chave-pública correspondente. Se o resultado for “válido”, a assinatura é considerada “válida”, ou seja, autêntica, uma vez que apenas o detentor da chave-privativa, par da chave-pública utilizada, poderia ter gerado aquele criptograma. Na figura 10 ilustramos este procedimento.

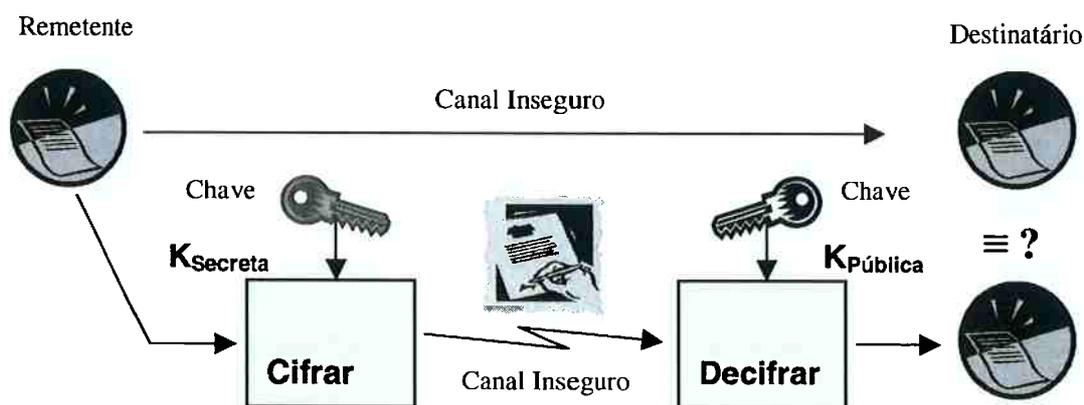


Figura 9 - Geração de Assinatura Digital de um documento.

## 2.12 Aglomerado de Computadores

O Aglomerado de Computadores (*cluster*) é um sistema PAD (Processamento de Alto Desempenho) que compreende um conjunto de computadores, denominados nós ou nodos [Dantas2004], normalmente estes computadores são do tipo *comodities*, que preferivelmente são interligados em redes de alta velocidade (ATM, Gigabit Ethernet, Myrinet, Fiber Channel). Este conjunto de máquinas trabalham para executar aplicações ou realizar outras tarefas de forma paralelas e distribuídas, de tal modo que os usuários que os utilizam tenham a impressão que somente um único sistema responde para eles, criando assim uma ilusão de um recurso único, um computador virtual. Este conceito é denominado transparência do sistema. Como características fundamentais para a construção destas plataformas inclui-se elevação da: confiabilidade, disponibilidade, distribuição de carga e performance

Em relação de algumas características funcionais dos aglomerados importantes para este trabalho, podemos citar:

- Alta Disponibilidade - estes modelos de aglomerados (clusters) são construídos para prover uma disponibilidade de serviços e recursos de forma ininterruptas através do uso da redundância implícitas ao sistema. A idéia geral é que se um nó do aglomerado vier a falhar aplicações ou serviços possam estar disponíveis em outro nó. Estes tipos de aglomerado são utilizados para base de dados de missões críticas, como servidores de arquivos e aplicações.
- Balanceamento de carga - este modelo distribui o tráfego entrante ou requisições de recursos provenientes dos nós que executam os mesmos programas entre as máquinas que compõem o *cluster*. Todos os nós estão responsáveis em controlar os pedidos. Se um nó falhar, as requisições são redistribuídas entre os nós disponíveis no momento. Este tipo de solução é normalmente utilizado em camadas de servidores web.
- Combinação de Alta Disponibilidade e Balanceamento de carga - como o próprio nome diz combina as características dos dois tipos de aglomerados, aumentando assim a disponibilidade e escalabilidade de serviços e recursos. Este tipo de configuração de aglomerado é bastante utilizado em servidores para web e corporativos.
- Alta Performance de Computação - este modelo de aglomerado, caracteriza-se pelo Processamento Distribuído ou Processamento Paralelo, e aumenta a disponibilidade e performance para as aplicações, particularmente as grandes tarefas computacionais. Podemos associar este tipo de aglomerado ao projeto Beowulf da NASA (National

Aeronautics and Space Administration). Estes aglomerados são usados para computação científica ou numérica.

Há um outro aspecto de caracterização dos nós dos aglomerados que deve ser considerado a partir da seguinte classificação:

- o Homogêneo - os nós do aglomerado sistema operacional, configuração). Voltadas principalmente para aplicações numéricas, como o aglomerado Beowulf.
- o Heterogêneo – os nós do aglomerado são heterogêneos, ou seja, as máquinas são diferentes umas das outras. Podendo ser de diferentes arquiteturas, diferentes gerações ou até mesmo diferentes sistemas operacionais. Este tipo de aglomerado é adequado para aplicações corporativas, onde se envolve sistemas n-camadas.

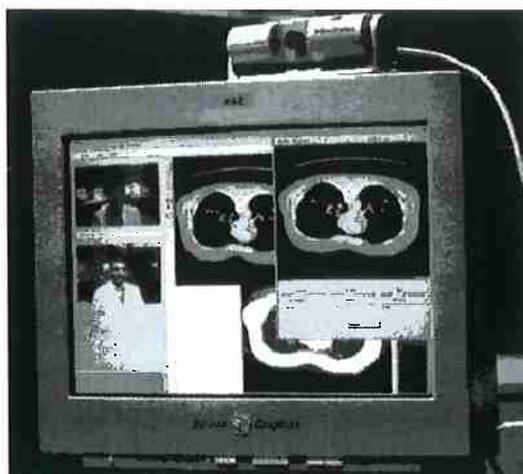
Devido ao uso de computadores *comodities*, os aglomerados possuem custo muito inferior a computadores de maior porte com processamento equivalente. Devido ao fator custo-benefício, isto é, alto desempenho de processamento e baixo custo, o uso de aglomerado para aplicações médicas torna-se uma opção bastante atraente, uma vez que estes processamentos geralmente se relacionam a grande quantidade de dados médicos, e por vezes imagens. Também pode-se fazer adaptações ou *upgrade* do aglomerado de acordo com a necessidade para aumento de desempenho, com o aumento do número de nós ou na substituição dos processadores dos nós (ou mesmo nós completos) por outras máquinas de maior desempenho. Dessa forma, a solução aglomerado permite nos acompanhar a evolução tecnológica dos componentes e as novas necessidades de processamento. Esta flexibilidade se torna maior ao desenvolvedor, se considerarmos a possibilidade de utilizar software freeware e opensource, e a customização de acordo com as necessidades.

## **2.13 Outras aplicações relacionadas a Telemedicina e SIS**

### **2.13.1 Videoconferência**

A videoconferência pode ser definida como transmissão de áudio e vídeo entre dois ou mais pontos, em ambas as direções e em tempo real, permitindo interatividade entre os participantes. É uma das principais tecnologias utilizadas na telemedicina, permitindo estudos de casos, diagnóstico de pacientes a distância, tele-aulas, etc.

### **2.13.2 Sistemas Colaborativos CSCW/Groupware**



**Figura 10: Interface de uma aplicação CSCW para  
2ª. Opinião Médica [WONG1997]**

Na figura 11, temos um exemplo de interface CSCW/Groupware para permitir a Colaboração Médica, tanto para estudo de casos, auxílio ao diagnóstico ou laudo, ou para disseminação de conhecimento.

O CSCW trata-se de um sistema organizacional que integra o processamento de informações e atividades de comunicação, buscando-se analisar o trabalho em grupo do ponto de vista de como as tecnologias, em especial os computadores, possam auxiliar este trabalho. A pesquisa de CSCW é essencialmente multidisciplinar, envolvendo disciplinas de educação, psicologia, sociologia e ciência da computação.

O *Groupware* é definido como o sistema ou ferramenta baseado em computadores, com suporte ao trabalho em grupo entre pessoas que desempenham uma tarefa em comum ou buscam um mesmo objetivo, através de uma interface para o compartilhamento de um ambiente.

### **2.13.3 Educação à Distância**

O Ensino à Distância, também conhecido como Tele-educação, é um modelo de educação no qual professor e alunos não se encontram fisicamente no mesmo local, ou seja estão geograficamente em lugares diferentes sendo a transmissão dos conteúdos educativos efetuada através da utilização de meios eletrônicos de comunicação. Ele pode ser considerado um dos modos mais eficientes de capacitação médica os profissionais médicos quando estão dispersos geograficamente. Na figura 12, apresentamos o Tele-educ, uma ferramenta para a criação, participação e administração de cursos na Internet desenvolvido pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Unicamp. A sua característica principal é que ela

disponibiliza atividades e com isso o aprendizado de conceitos é feito a partir da resolução de problemas, com o subsídio de material de apoio, leituras sugeridas e perguntas mais frequentes [Rocha2002].

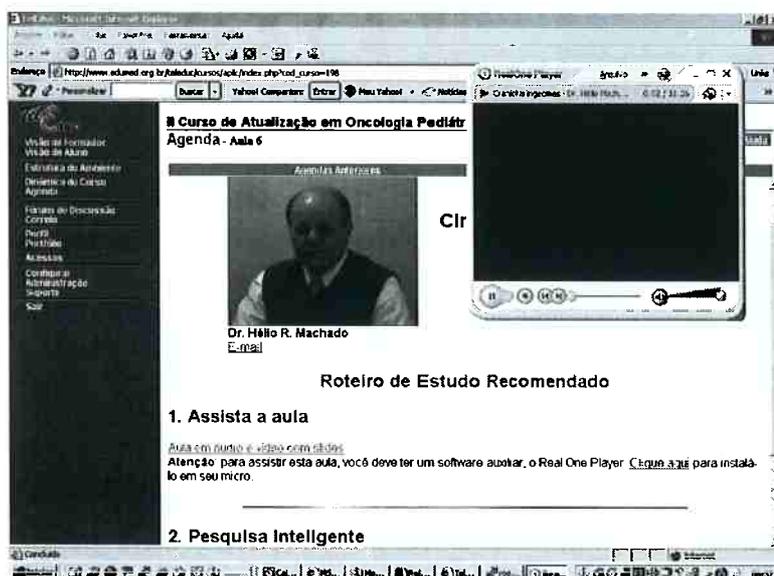


Figura 11: Interface de Ferramenta de Educação a Distância Tele-educ

## 2.14 Alguns exemplos de projetos similares

Dentre projetos similares, que utilizam tecnologias relacionadas a este trabalho, destacamos os seguintes projetos:

- **TELEMED** – Este projeto desenvolvido no Laboratório de Los Alamos no Novo México, EUA, foi um dos trabalhos pioneiros do CORBAMED voltada a telemedicina, com a pesquisa de várias aplicação em saúde a distância, como prontuário virtuais em saúde e ferramentas colaborativas [Kilman1997]. O maior benefício deste projeto é de representar um caso de sistema em saúde baseado em componentes de software, no caso usando o modelo CORBA, e uso da WEB.
- **INCOR** – Este projeto do Instituto do Coração da Universidade de São Paulo (INCOR-FMUSP), é um dos projetos brasileiros de prontuário de pacientes na WEB de maior sucesso [Furuie2002]. Integrando diversos sistemas heterogêneos dentro do ambiente hospitalar, o sistema também possui um PACS. Este projeto se baseia-se no CORBAMED e em interfaces WEB em Java.

- **SCNS** – O projeto Sistema Cartão Nacional Saúde (SCNS) é um sistema de grande porte e de abrangência nacional no Brasil, visando integrar o Sistema Único de Saúde (SUS) entre estados e municípios de maneira cooperativa, definindo como premissa a identificação única do paciente e o controle de procedimentos médicos realizados [Grein2002] [Hexsel2002]. Terminais de Atendimento SUS (TAS) são utilizados pelos profissionais de saúde para captura de dados do cartão do paciente e registro do atendimento. Na proposta do projeto, propõe-se o uso do XML como forma de transmissão e intercâmbio das informações.
  
- **Cure4kids** – Este é um projeto de sítio WEB educacional, desenvolvido pelo St. Jude Children's Research Hospital, Memphis, EUA. Cure4Kids é um programa de ensino online que contém: biblioteca com informações digitalizadas, debates, seminários e palestras [Quintana2004]. Os objetivos deste programa são:
  - prover informações sobre doenças infantis catastróficas para profissionais de saúde, pacientes e familiares,
  - fornecer assessoria e consultoria através do corpo docente do hospital St. Jude,
  - oferecer tecnologia e especialização no gerenciamento de informações de pacientes.

## 2.15 Síntese do Capítulo

Neste capítulo vimos os conceitos relacionados à conceituação teórica deste trabalho, bem como o estado-da-arte em tecnologias livres em Telemedicina, Sistemas de Informação em Saúde, Prontuário Eletrônico de Paciente, Padrões representação e troca de informação na área de informática médica, engenharia de software, orientação a objetos, componentes, redes e de outros tópicos tecnológicos relevantes a este trabalho.

# **CAPÍTULO 3    Concepção    e    Proposta    de Modelagem de SIS em Oncologia Pediátrica**

---

## **3.1 Introdução**

Este capítulo apresenta a concepção de um SIS voltado ao problema da Oncologia Pediátrica, onde apresentamos as suas características essenciais desta proposta, bem como a análise do sistema proposto. O SIS permitirá o uso remotamente de serviços de saúde. Propomos neste trabalho, a Telesaúde com o uso de tecnologias livres, visando a inclusão digital de pacientes e profissionais de saúde através do compartilhamento de serviços de saúde e informações remotamente em-linha, sendo que o SIS é o integrador e arcabouço destes serviços.

A característica geral da proposta do SIS baseia-se nos novos paradigmas e tendências tecnológicas, como os padrões de informação, a orientação a objetos, componentes de software e as arquiteturas de sistemas distribuídos. Estas tendências permitem que estes sistemas sejam baseados em WEB, possibilitando fácil acesso às informações e serviços através da Internet e das redes de computadores. Este sistema visa o oferecimento de serviços avançados a distância, que visam o auxílio a prática médica de forma eletrônica, melhoram os serviços de atendimento na saúde e ao problema da Oncologia Pediátrica, e a disseminação dos conhecimentos na área médica. Consideramos também que este SIS têm o propósito de apresentar um modelo compatível com problemas e as necessidades da realidade brasileira.

## **3.2 Características do Sistema**

Seram definidos para o sistemas alguns requisitos funcionais (relativo a lógica de negócios e aos processos) e não funcionais. O principal objetivo do trabalho é permitir que médicos possam acessar informações e serviços para suporte ao tratamento do paciente em oncologia pediátrica através da WEB. A internet propicia fácil acesso ao sistema, com uso de login e senha. O ambiente do sistema deve possuir características multimídias, ser interativos e ter interfaces “amigáveis”, e adaptados com o trabalho dos profissionais médicos.

No levantamento das características essenciais do sistema podem ser relacionadas as seguintes atividades

- encontros periódicos e reuniões técnicas com médicos de grupos cooperativos da SOBOPE,
- pesquisa e leitura de artigos, experiências e trabalhos nacionais e internacionais
- pesquisa e estudos de referências aos padrões de registro na área de Câncer Infantil, tais como do DATASUS e IARC,
- Experiências anteriores de trabalhos em oncologia infantil do LSI-EPUSP.

Os principais serviços correspondem ao oferecimento de:

- cadastramento e credenciamento de Instituições médicas voltadas ao tratamento de pacientes em Câncer Infantil e profissionais de saúde para fazerem uso do sistema.
- registro geral de paciente em Câncer infantil, que deverá possibilitar o armazenamento de informações demográficas do paciente e também informações do tumor. O registro de paciente deverá ser universal, ou seja, independente do diagnóstico do tumor, pois objetiva se obter o modelo de registro para um banco de dados global relativo aos 40.000 pacientes hoje no Brasil
- Oferecimento de protocolos de tratamento de tumores. O sistema deverá possibilitar um guia de condutas, bem como registro destas informações para cada tumor com protocolos especificados pela SOBOPE. Hoje são 37 protocolos de tratamento da SOBOPE.
- Aplicações e ferramentas de estudos estatísticos sobre resultados pacientes e dos casos de tumores.
- Oferecimento de serviços remotos relacionados à capacitação de médicos ou apoio ao diagnóstico médico. Podemos destacar ferramentas de diagnóstico radiológico, aplicações de educação à distância, ferramentas colaborativas e instrumentos voltadas a estatísticas de dados.

Sobre a infra-estrutura física computacional necessária, considerando a natureza dos serviços do SIS:

- disponibilidade do sistema, que devemos entender a capacidade de provimento dos serviços (mapeados em aplicações executadas) ininterruptamente aos seus usuários.

Sistemas na área médica são predominantes de missão-crítica e de alta confiabilidade e precisam ter um funcionamento 24 horas em 7 dias por semana. O sistema deve ter características de alta confiabilidade, tolerante a falhas e redundância.

- escalabilidade do sistema, que deve se ocupar com a qualidade do atendimento (o nível de serviço) e como esta deverá variar (ou mais desejável, permanecer constante) com a variação de diversos fatores, como o número de clientes simultâneos, o volume de dados ou tráfego de rede. também visando possibilitar aliar na plataforma deste trabalho características de grande capacidade de processamento de dados ao sistema e alto desempenho,
- segurança, que se refere aos requisitos de confidencialidade e privacidade das informações, considerando-se aquisição, armazenamento, transporte e difusão dos dados, e a implementação de mecanismos adequados de proteção informações de pacientes, profissionais e instituições médicas.

Vários fatores dão razões para que uma boa opção tecnológica é a utilização de plataformas servidoras através de técnicas de aglomerados de computadores (*clustering*) para execução das aplicações que mapeiam os serviços objetivos do SIS, devido aos aspectos de disponibilidade, confiabilidade, escalabilidade e baixo custo.

Este trabalho promoverá o uso de software livre e padrões abertos, para torná-lo compatível com a realidade nacional e o baixo custo.

A características do sistema também devem considerar o uso tecnologias de redes de alta velocidade para permitir que o usuário médico possa acessar os serviços médicos em com qualidade. Temos que considerar que o trabalho aqui descrito faz uso intenso de recursos multimídia, e que as imagens médicas demandam uma banda elevada.

Neste trabalho também é considerada a necessidade do sistema estar de acordo com códigos de ética médica relativo ao tratamento do Câncer, relacionadas às instituições de saúde, médico e paciente. São aspectos como segurança ou privacidade de informações, ou mesmo esclarecimento dos riscos do tratamento do paciente.

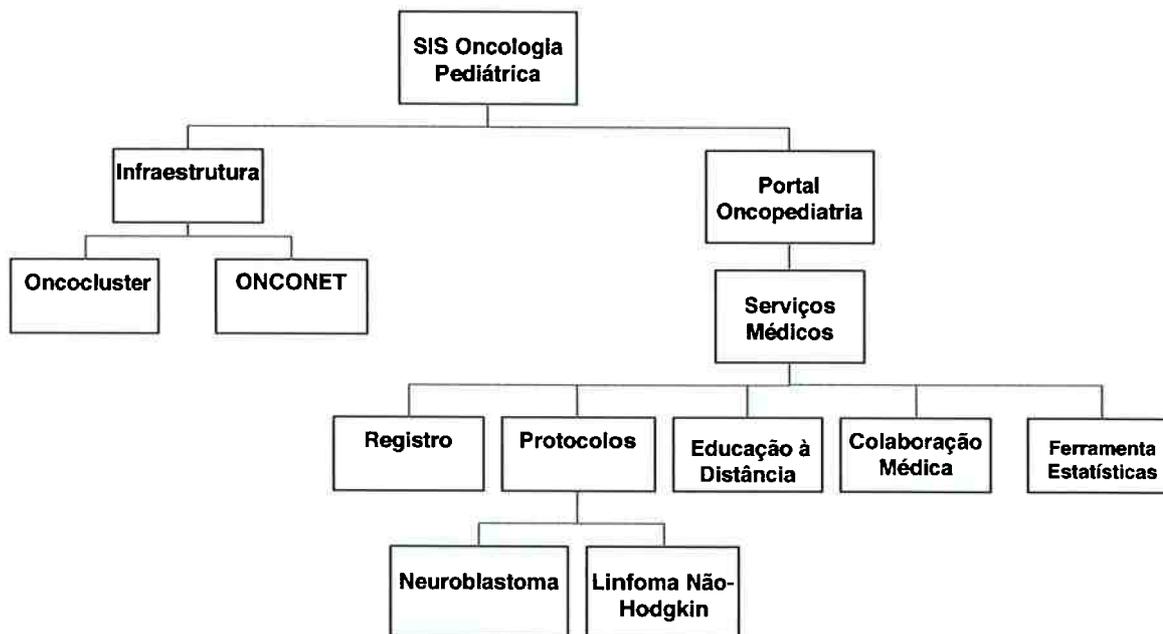
- Carta de aprovação da ética médica do Hospital – Todos os protocolos de tratamento em uso no hospital ou serviço devem ser validados pela comissão de ética do hospital
- Autorização ao médico para usar o protocolo de tratamento dentro do serviço

- Termo de consentimento livre e esclarecido – todo paciente ingressante em um protocolo, ou ser responsável, deve assinar um contrato que conhece os possíveis benefícios e riscos de tratamento a ser submetido.

Na concepção, consideramos os seguintes básicos atores ou usuários principais: Médicos, Enfermeiros e Pacientes. O ator médico pode ter as seguintes especializações, coordenador de protocolo ou supervisor. O coordenador é o responsável pela equipe de pesquisa do protocolo de tratamento de tumor, mas que no SIS será responsável em autorizar ou não o uso dos Protocolos Multimídia em-linha para as instituições médicas e outros usuários do sistema. O supervisor será o responsável por autorizar os uso do SIS para os seus profissionais, bem como solicitar que um novo protocolo em-linha possa ser utilizado na sua instituição médica.

### 3.3 Proposta do SIS em Oncologia Pediátrica

A proposta deste trabalho, pode ser apresentada através do seguinte diagrama representativo abaixo, figura 13:



**Figura 12: Proposta de Arquitetura Geral do Sistema**

O SIS será composto aplicativos (Software) e infra-estrutura (Hardware). Os aplicativos se relaciona a parte de aplicações voltadas a serviços médicos remotos, através do Portal WEB (Oncopediatria.org.br), e a infra-estrutura está relacionada ao servidor baseado em Aglomerados (Oncocluster) e pela rede de Telemedicina (ONCONET).

### 3.3.1 Portal em Câncer Infantil

O **Portal Oncopediatria**<sup>2</sup>, que será a interface dos serviços do SIS, será o arcabouço dos desenvolvimentos de componentes de SW de Serviços e das ferramentas definida nesta proposta. O Portal compõe-se de páginas estáticas (baseadas em documentos tipo texto gravadas no servidor) e dinâmicas (páginas dinamicamente montadas a partir de resultado de um código do servidor a partir de uma requisição WEB).

Os principais objetivos do Portal Oncopediatria são:

- melhorar o fluxo de informações dos programas investigativos e protocolos cooperativos de tratamento da SOBOPE.
- disseminar e homogeneizar os tratamentos através do uso dos protocolos com melhores índices de cura;
- estabelecer as bases para um Registro Nacional Demográfico de Câncer Infantil;
- disponibilizar estatísticas de dados demográficos e análises de resultados de tratamentos com uso de protocolos.

Devem ser utilizadas normas de sistemas de saúde no registro das informações que seguem as recomendações do DATASUS, que têm por objetivo o estabelecimento de padrões para a construção de registros e prontuários informatizados, definindo o conteúdo e a estrutura lógica da informação em saúde, a fim de que a mesma possa ser compartilhada através de meios eletrônicos.

Adicionalmente, o Portal também deve ter linha editorial e o usuário poderá encontrar várias informações relacionadas ao Câncer Infantil, técnicas ou não, noticiário sobre cronograma importantes e eventos, entrevistas, e um área científica com artigos ou teses na área.

### 3.3.2 Registro de Pacientes Multimídia em-linha

O **Registro de Pacientes Multimídia em-linha** é um serviço básico do SIS proposto, utiliza padrões de registro DATASUS, que têm por objetivo o estabelecimento de normas para a construção de registros e prontuários informatizados, definindo o conteúdo e a estrutura lógica da informação em saúde, a fim de que a mesma possa ser compartilhada através de meios eletrônicos [Datusus2001]. O registro têm a finalidade de cadastrar os dados demográficos do pacientes e as informações básicas dos pacientes de Câncer Infantil, onde o

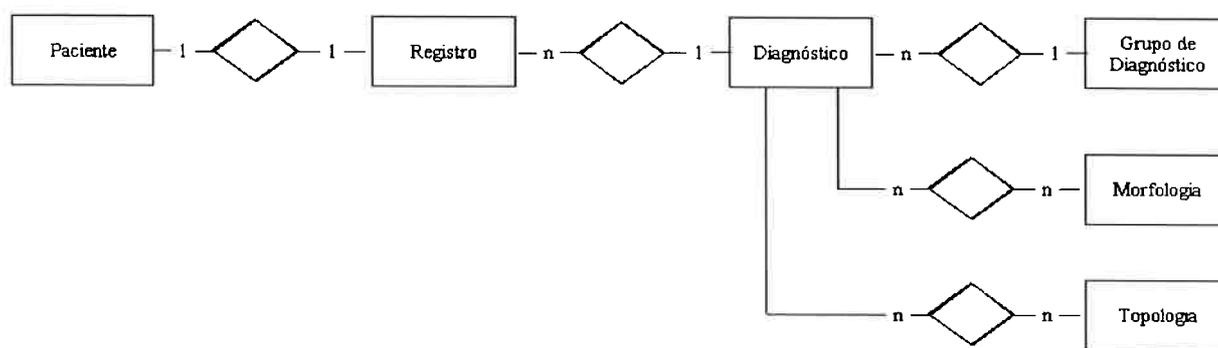
---

<sup>2</sup> [www.oncopediatria.org.br](http://www.oncopediatria.org.br)

paciente recebe um ID (identificação) único. Todas as informações do restante do SIS proposto são relacionadas a este ID do paciente.

Foi adotado no sistema o padrão de registro de tumores da *International Classification of Childhood Cancer* (ICCC) proposta em 1987 pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) da Organização Mundial de Saúde (OMS). O registro da ICCC/IARC define os seguintes dados básicos: Diagnóstico, Grupo de Diagnóstico, Morfologia e Topografia.

A partir das informações obtidas com os documentos de Classificação Internacional, foi possível elaborar um modelo Entidade-Relacionamento, mostrado na figura 14, que descreve os relacionamentos pressuposto dentro do modelo de Registro de Câncer Infantil associado ao paciente descrito pelo padrão IARC.



**Figura 13: Modelo Entidade Relacionamento de Classificação de Tumor**

### 3.3.3 Protocolos Cooperativos de Tratamento Multimídias em-linha

Os **Protocolos Cooperativos de Tratamento Multimídia em-linha** oferecidos no portal tem como meta principal disseminar os **Protocolos Cooperativos de Tratamento da SOBOPE**, figura 15, não somente com a informação e com a descrição do protocolo, mas também com o oferecimento de uma aplicação que modela todos os eventos das fases de tratamento relacionados como: diagnóstico, ciclos de quimioterapia, sessões de radioterapias, reavaliações cirúrgicas, transplante de medula óssea, exames médicos laboratoriais e de imagens. Dessa forma, é um sistema que funciona como um guia de condutas (*guideline*) [WANG2002] de protocolo para os médicos. Os **Protocolos Cooperativos de Tratamento Multimídia em-linha** juntamente com o **Registro do Paciente Multimídia em-linha** são os sistemas básicos do SIS em Oncologia Pediátrica para acompanhar o tratamento do paciente. Os demais serviços visam dar suporte ao médico principalmente na melhora da capacitação, facilidades ao diagnóstico de imagens e acesso a estatísticas.

## NB AR – NEURO IX-2000

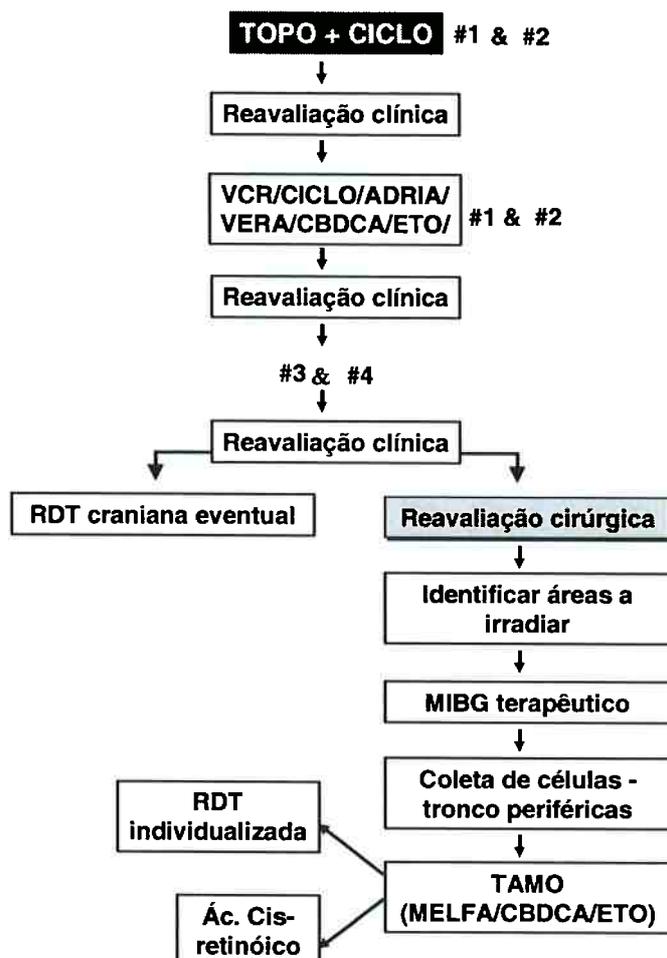


Figura 14- Esquema de Tratamento do Protocolo Neuroblastoma de Alto Risco Neuro-IX-2000

### 3.3.4 Outras Serviços do SIS

Os **Protocolos Cooperativos de Tratamento Multimídia em-linha** juntamente com o **Registro do Paciente Multimídia em-linha** são os sistemas básicos do SIS em Oncologia Pediátrica para acompanhar o tratamento do paciente. Os demais serviços visam dar suporte ao médico principalmente na capacitação ao tratamento, facilidades ao diagnóstico de imagens e acesso a estatísticas.

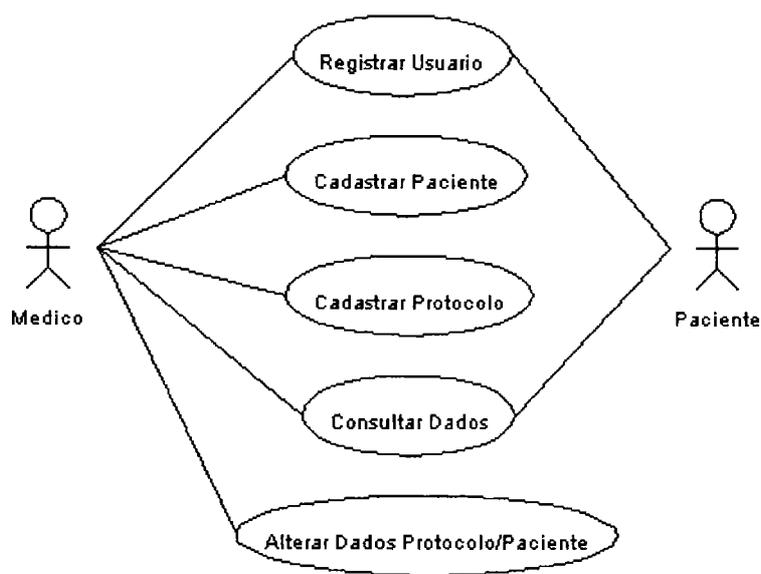
- **Diagnóstico e Laudo** - O sistema de suporte ao diagnóstico remoto através de visualização de imagens médicas, e ferramentas para emissão de laudos;
- **Ferramenta de Colaboração Médica** - O sistema de diagnóstico cooperativo remoto à distância, é um sistema CSCW, voltado a segunda opinião médica, ou para capacitação de médicos com especialistas;

- **Educação à Distância** - O sistema de educação à distância visa possibilitar o oferecimento de cursos remotos de capacitação em tratamento em oncologia pediátrico;
- **Ferramenta de Quantificação Estatísticas** - Este sistema permitirá o levantamento, a partir do banco de dados de registros dos pacientes, de informações estatísticas de sobrevida ou mortalidade.

### 3.3.5 Domínio do Problema

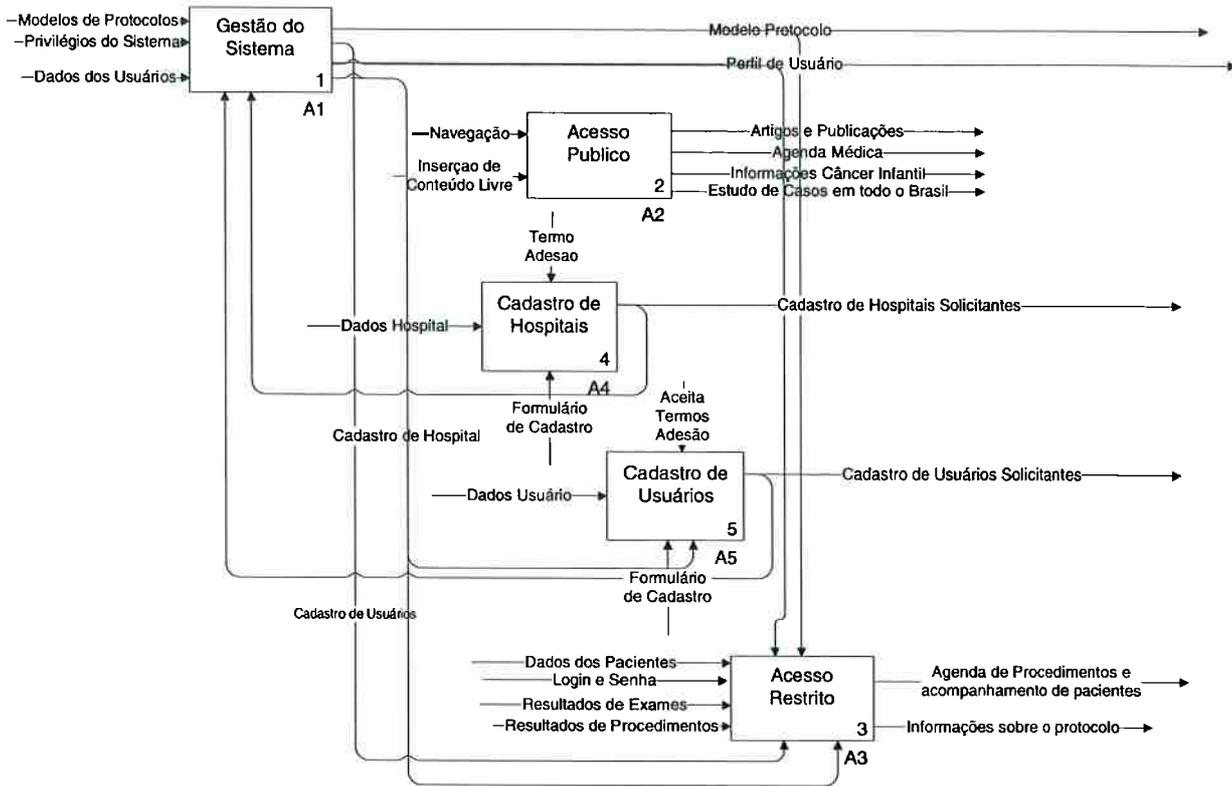
A análise do sistema utilizou metodologias de Engenharia de Software. Na etapa do análise do domínio do problema do sistema de informação em saúde utilizamos técnicas relacionadas a diagramas de casos de uso de UML e IDEF0.

Em relação aos digramas casos de uso do UML, são utilizados para identificar as principais ações realizadas pelos atores do SIS. Como no exemplo abaixo, na figura 15:



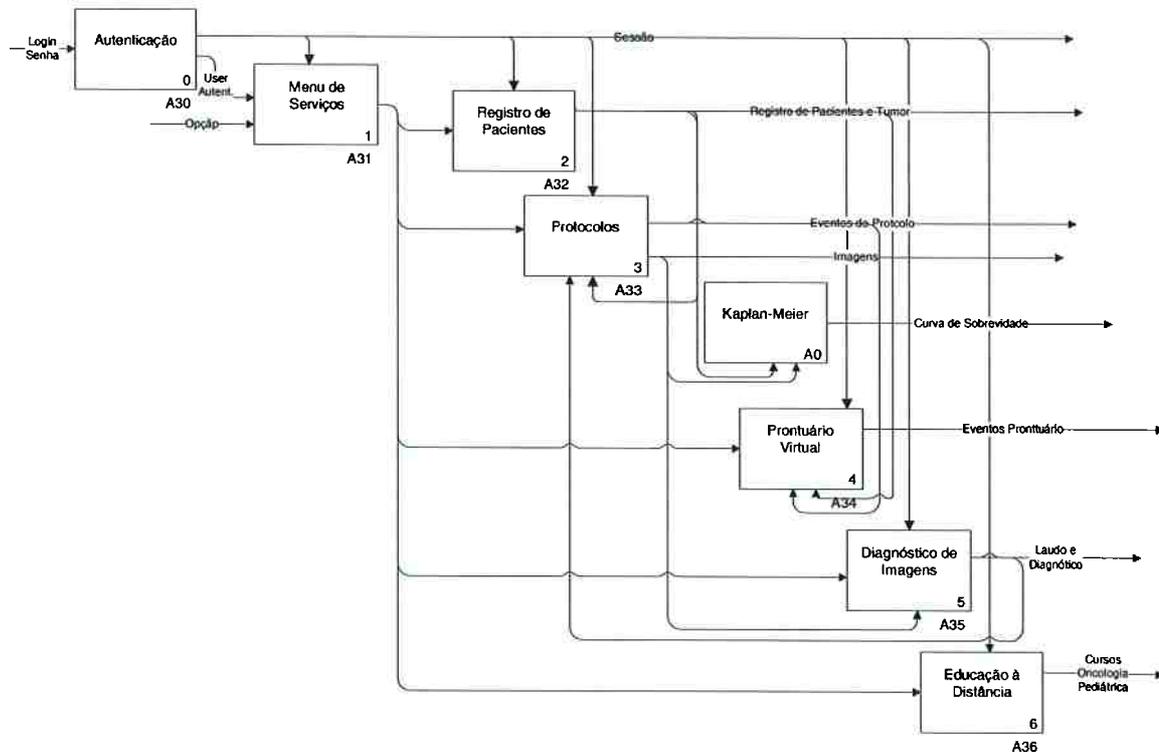
**Figura 15 - Diagrama de Caso de Uso UML do Médico e Paciente**

Podemos fazer um levantamento de processos com bastante detalhes pelos diagramas IDEF0, muitos deste diagrama se apresenta na seção de anexos ao final deste trabalho. Cada usuário terá privilégios de acesso a serviços de acordo com o perfil. Abaixo são mostrados os processos de gerência das regras de acesso para cada usuário. Os privilégios do usuário dependem do perfil de cadastro de usuário na sua instituição, bem como de contratos para adesão para ter direito a acesso ao registro e aos protocolos, como mostrado na figura 16.



**Figura 16: Diagrama IDEF0 de Fluxo Geral do SIS**

Um dos processos, se refere a autenticação e autorização do usuário a partir de *login* e senha permitindo o acesso aos serviços, como mostrado na figura 17 .



**Figura 17: Modelo IDEF0 de acesso aos serviços**

Após o usuário autenticado e autorizado, ele poderá acessar os serviços através de um menu,

O processo de registro relativo ao padrão do ICCC/IARC, é mostrado na figura 18:

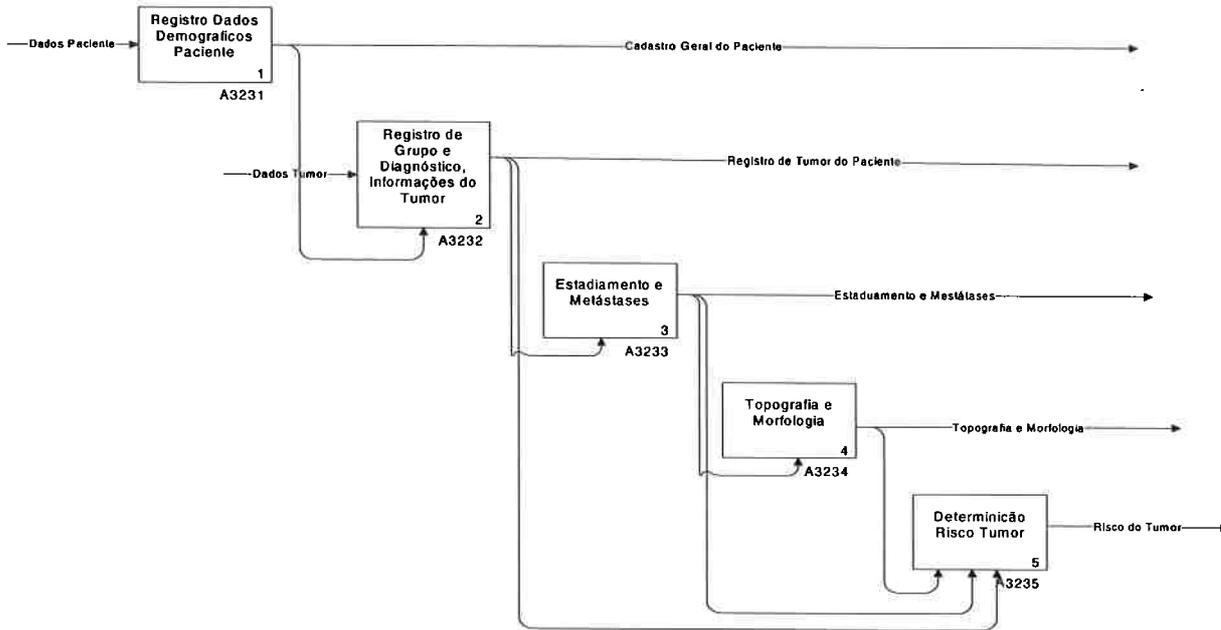


Figura 18 : Modelo IDEF0 para Registro IARC/ICCC

Segue um exemplo de processo específicos de registro do protocolo de tumores, na figura 19, é o processo relacionado ao tumor Neuroblastoma de alto risco NEURO-IX-2000:

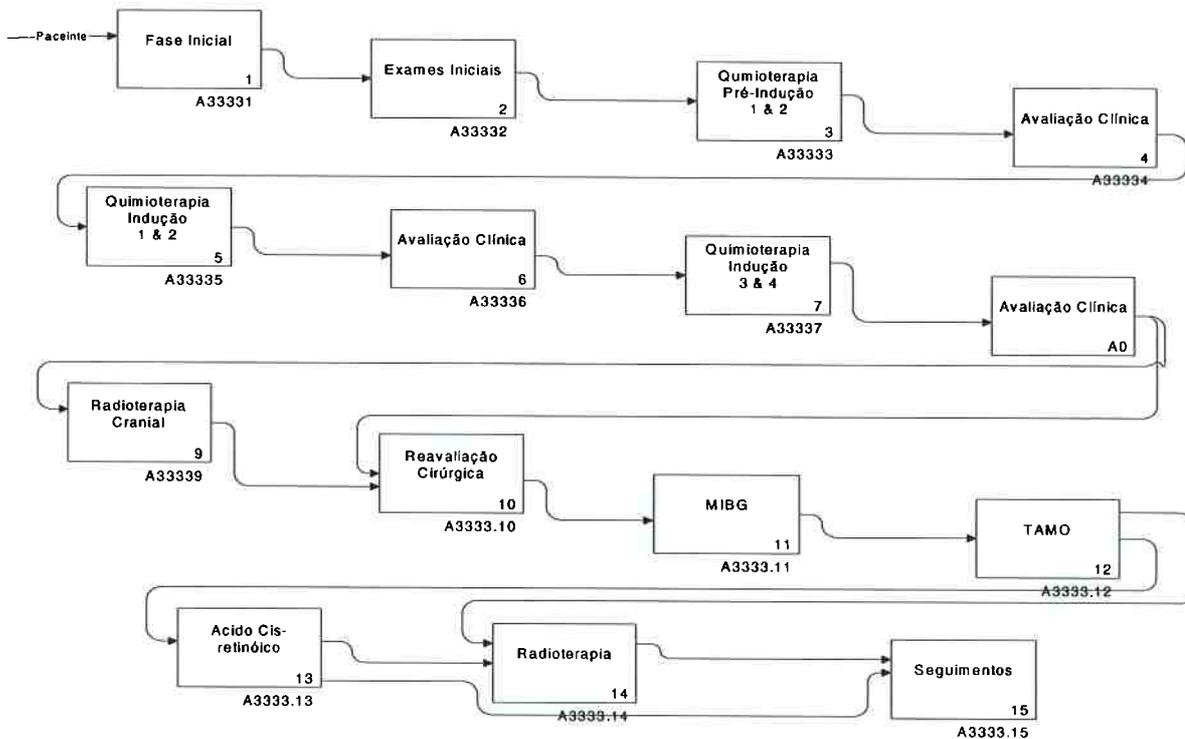


Figura 19: Diagrama IDEF0 Protocolo Neuroblastoma

### 3.3.6 Análise de Requisitos de Software

Para a análise de requisitos de software, a partir dos diagramas IDEF0 e de Casos de Uso do UML, utilizamos a modelagem da arquitetura da informação em diagramas de classes UML.

Apresentamos abaixo o diagrama de classes básico do Registro de Pacientes e Protocolos de Tratamento, figura 20, outros diagramas estão na seção de anexos do trabalho.

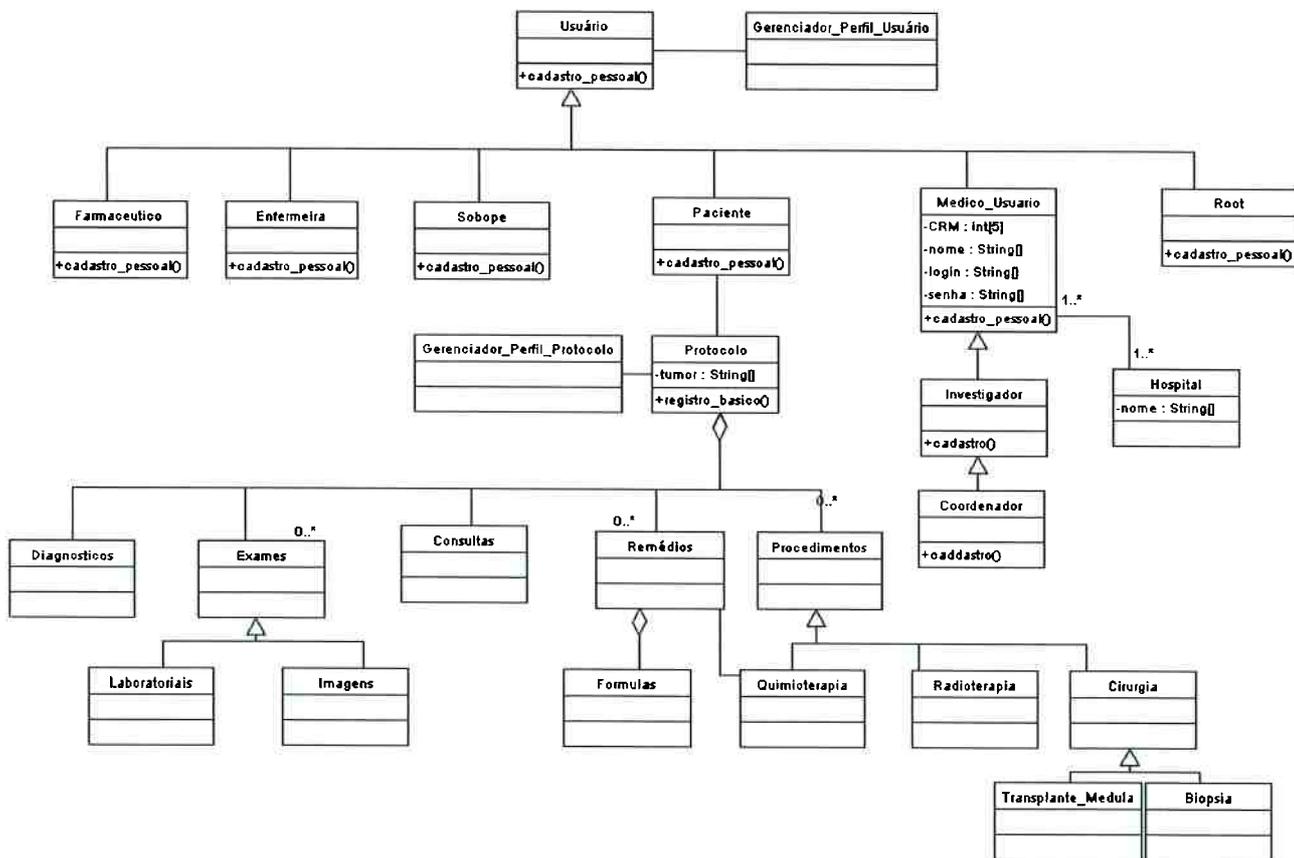
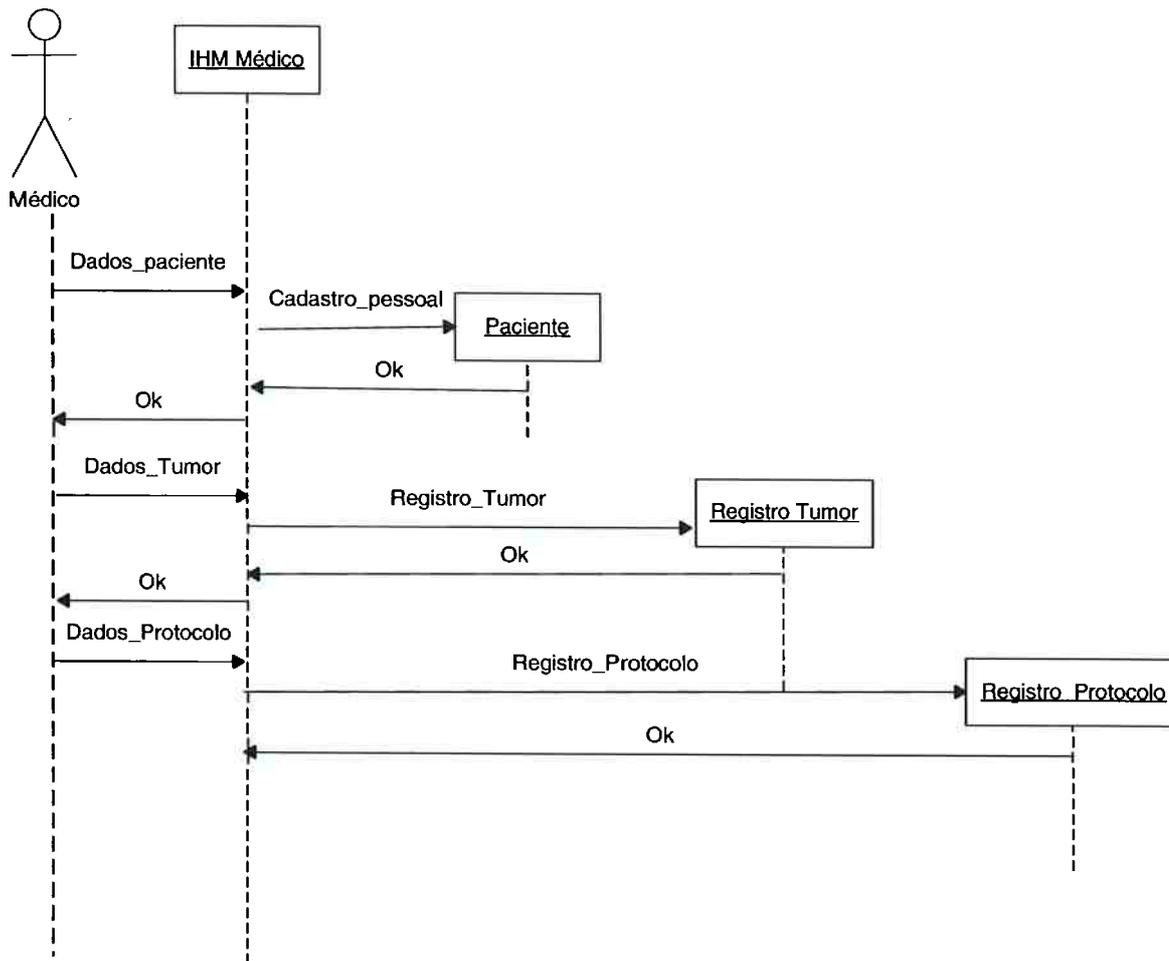


Figura 20: Diagrama UML Geral do Registro e Protocolos

Adicionalmente, utilizamos na análise do Software os modelos de diagramas UML de Sequência, para obtenção dos principais atributos e métodos necessários as classes, como apresentado abaixo para o exemplo de diagrama de seqüência para o cenário de registro de paciente, figura 21:



**Figura 21: Cenário de Cadastro do Paciente**

Na análise outros métodos utilizados são os de diagramas estados do UML, como podemos observar no exemplo do figura 22, o registro do protocolo é representa um diagrama de seqüência de estados:

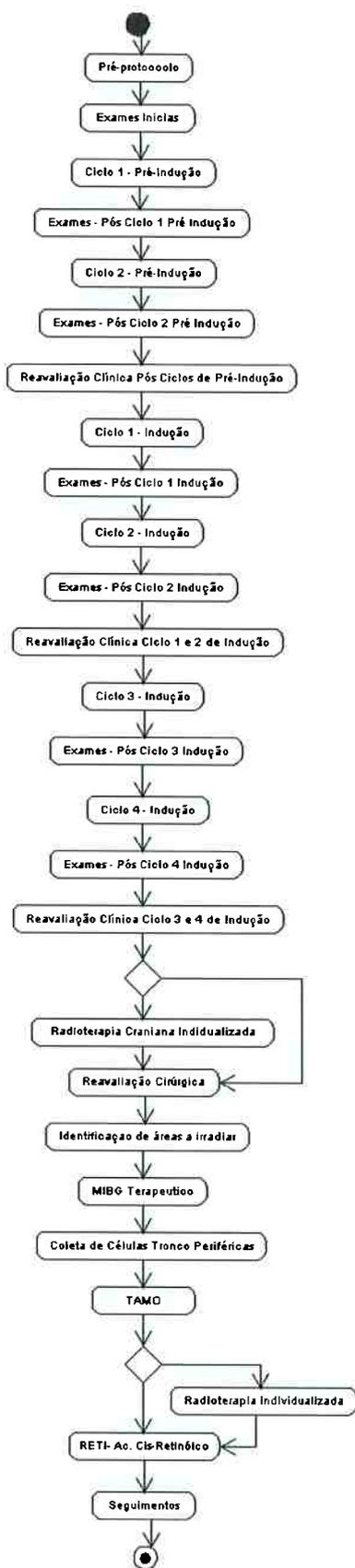


Figura 22 Diagrama de Estados UML do Protocolo Neuroblastoma

### 3.3.7 Aglomerado para Oncologia Pediátrica - Oncocluster

O uso de sistemas de alto desempenho baseado em aglomerado é adequado às necessidades de oferecer um sistema com o objetivo de atender a crianças portadoras de câncer infantil 40.000, sistema de missão crítica, alta disponibilidade. E termos uma solução escalável em serviços. A este sistema se faz necessário uso de software livre e padrões abertos.

Neste caso este aglomerado será responsável pela incorporação e execução dos vários serviços de telemedicina que serão gradualmente disponibilizados na rede. Ao final do projeto pretende-se disponibilizar um aglomerado composto de pelo menos computadores convencionais.

O aglomerado apresenta características de camadas de nós funcionais, portanto é um aglomerado híbrido, mostrado na figura 23:

- Camada de WEB: Esta camada é responsável em receber as requisições e enviar as respostas aos usuários
- Camada de Aplicação: Esta camada processa os serviços solicitados.
- Camada de Banco de dados: Esta camada é responsável por armazenamento de dados
- Camada de *Storage*: Esta camada é responsável pelo armazenamento em massa

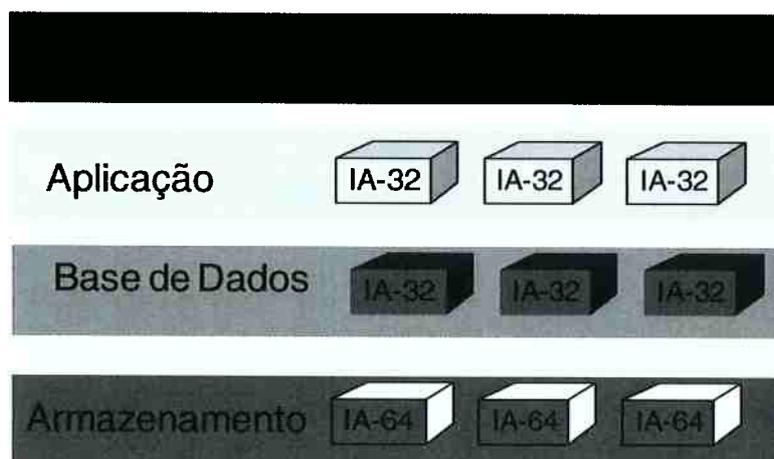


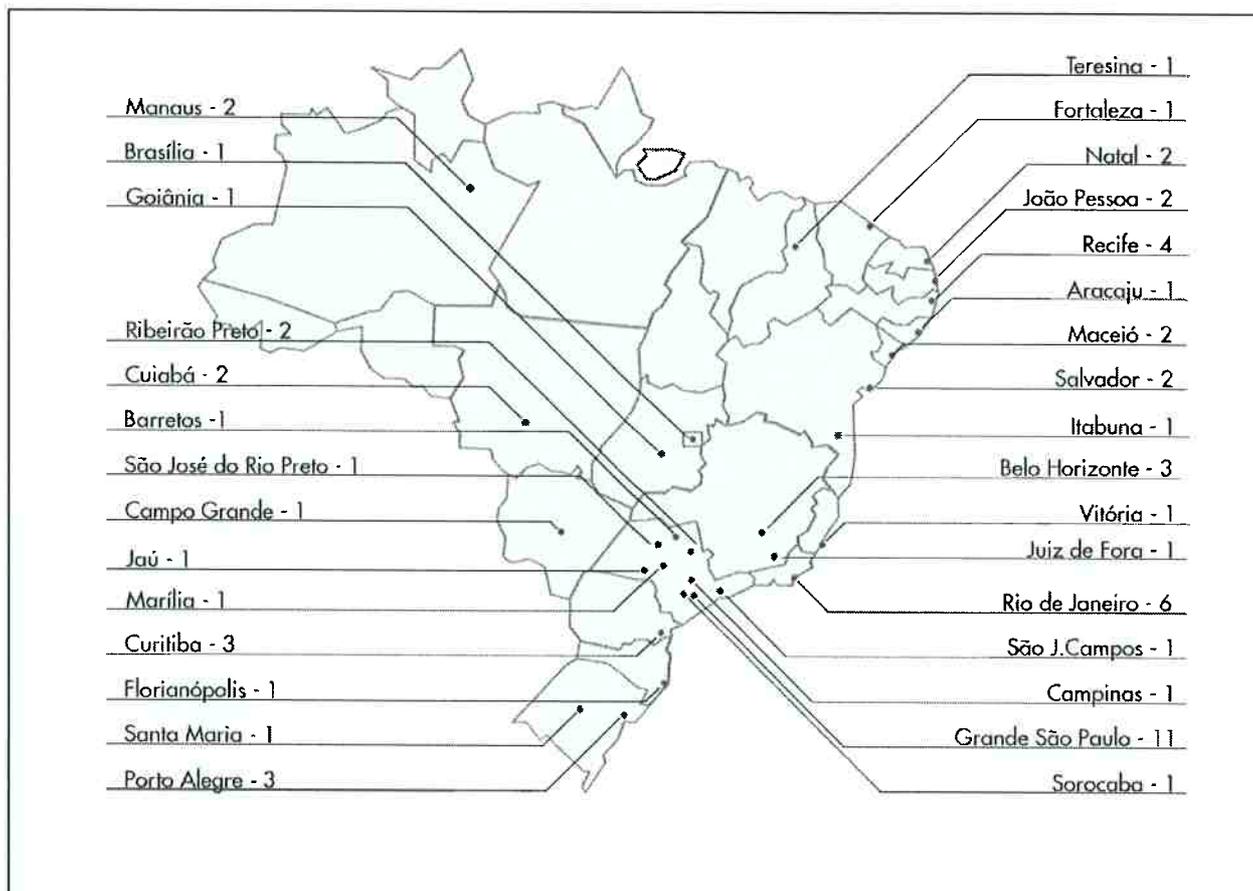
Figura 23: Detalhe funcional dos Nós do Oncocluster

O Oncocluster deverá ter como um dos requisitos básicos a alta disponibilidade. Por disponibilidade do sistema devemos entender a capacidade de provimento dos serviços

ininterruptamente aos seus usuários, o que implica em preocupações com os elementos de rede, hardware e software que constituem pontos únicos de falha, os quais devem ser eliminados, ou ao menos identificados e contidos. A eliminação dos pontos de falha da rede de serviço deve se dar pelo uso de enlaces lógicos/físicos redundantes, pelo uso de elementos de rede (firewalls, roteadores e switches) com fontes de energia redundantes (assumindo a disponibilidade contínua do fornecimento de energia, ainda que através de unidades de *Uninterruptible Power System* ou UPS), algum tipo de proteção contra erros de memória e CPUs e portas de rede redundantes. Finalmente, é essencial que os SOs embutidos em cada um destes elementos sejam capazes do chaveamento automático de componentes em caso de falha (estamos admitindo que o sistema opera em uma configuração ativo-passivo), bem como atualização de versões deste SOs sem interrupção.

### 3.3.8 Rede de Telesaúde em Oncologia Pediátrica

A implantação de uma rede é muito importante para o acesso aos serviços, temos de considerar que os serviços de saúde fazem uso intenso de recursos multimídia e estes necessitam de banda larga.



**Figura 24: Número de instituições médicas por cidade da Rede de TeleSaúde em Oncologia Pediátrica– relacionado aos 58 hospitais associados a SOBOPE**

Esta rede têm o propósito de interligar o servidor do projeto às instituições de saúde que possuem serviços de tratamento oncológico pediátrico. Desta forma a meta do projeto é oferecer serviço através da rede de computadores a todos os hospitais associados a SOBOPE, hoje num total de 58 instituições médicas, como mostrado na figura 24.

### **3.4 Síntese do Capítulo**

Neste capítulo apresentamos os conceitos a respeito da concepção do SIS em oncologia pediátrica, como um sistema que integra e oferece serviços de suporte ao tratamento de câncer infantil remotamente. Nesta abordagem de Telesaúde, o SIS é o arcabouço do serviços de saúde. O serviços do SIS serão agregados em um servidor tipo aglomerado e serão disponibilizados em rede. A integração de vários sistemas e sua evolução, como reuso de código, promovem o uso de modelos de componentes de software. Nas próximas seções serão apresentados aspectos do desenvolvimento do sistema e soluções adotadas.

# CAPÍTULO 4 Propostas e Estratégias de Desenvolvimento e Implantação dos SIS em Oncologia Pediátrica

---

## 4.1 Introdução

Este capítulo apresentará detalhes de especificações de desenvolvimento, apresentando as soluções adotadas e implementações do trabalho.

## 4.2 Considerações de Arquitetura e Implementação

A análise, modelagem e projeto do sistema seguiu a metodologia de engenharia de software orientada a objetos, utilizando-se métodos do padrão UML (*Unified Modeling Language*) [Booch2000], como apresentado no capítulo anterior.

A implementação e desenvolvimento das aplicações se baseiam em software livre e sistemas abertos, com o uso da linguagem de programação JAVA, e Sistema Operacional LINUX, e linguagens como HTML (*Hyper Text Markup Language*), XML (*eXtensible Markup Language*) e SQL (*Structured Query Language*), possibilitando inclusive a diminuição de custos de desenvolvimento deste trabalho. O sistema baseia-se numa arquitetura em N camadas para WEB, mostrado na figura 25, com o uso de componentes distribuídos de software orientados a objetos do padrão J2EE (Java 2 Platform Enterprise Edition) [Bodoff2001], que é uma plataforma completa para elaboração de aplicações distribuídas na WEB em linguagem JAVA. Dentro desta arquitetura, um padrão de projeto (*design pattern*) adotado foi o MCV (Modelo-Control- Visualização) [Sedrachi2002].

No início da fase de desenvolvimento, teve que se optar entre duas soluções de servidores de aplicações Java livres, o Tomcat e o JBoss. Optou se pelo Tomcat pela familiaridade com a ferramenta já obtida no projeto Neuro2000, e pela ferramenta JBoss, na época não apresentar uma certeza em relação a sua robustez e confiabilidade. A desvantagem que para o JavaBean, componente usado pelo Tomcat, se faz a necessidade de que a persistência dos objetos relativos aos componentes JavaBeans serem realizados através de um banco de dados relacional. Enquanto no Jboss, a persistência dos objetos poderia ser realizada pelo seu próprio componente, o EJB.

Dessa forma, a arquitetura do sistema servidor consiste em um servidor WEB Apache com um servidor de Aplicação Jakarta Tomcat. São utilizadas tecnologias de três componentes da Plataforma J2EE: os *Servlets* e os *JSP* para interface da lógica de apresentação da WEB, e o uso do componentes *JavaBeans*, que executam a lógica de negócios do sistema. A persistência dos objetos relativos aos componentes *JavaBeans* é realizada pelo uso da API (*Application Programming Interface*) do Java JDBC (*Java Database Connection*), que oferece a conectividade do sistema para um servidor de banco de dados relacional SQL, o SGBD (Servidor de Gerenciamento de Banco de Dados) adotado foi o PostgreSQL. Foi adotada o uso de comandos parametrizados no Java para chamada de *stored procedures* no Banco de Dados.



**Figura 25: Arquitetura N Camadas do Sistema**

### 4.3 Desenvolvimento Tecnológico

Consideramos que para o desenvolvimento foi adotado a metodologia do modelo em espiral (*releases* de desenvolvimento) [Pressman2001]. As fases serão as seguintes:

- **Engenharia de Sistema** : Modelagem Funcional e Processos e Estudo de viabilidade
- **Análise de requisitos**: Levantamento das características necessárias para sistema
- **Especificação**: Estruturação do modelo geral, Dimensionamento, Especificações Técnicas.
- **Projeto**: Projeto detalhado para o protocolo e definição dos serviços oferecidos.

- **Implementação e Construção:** A implementação envolve o processo de programação / codificação / configuração, Integração com HW, Implantação e Teste do sistema proposto.

#### 4.4 Desenvolvimento baseado em Componentes

Os bancos de dados de Componentes se relacionam aos componentes de *software* resultantes dos desenvolvimentos (especificar, projetar, implementar e testar) de software dentro do domínio do problema do Câncer Infantil a partir de:

- Requisitos básicos – Para (IARC, Dados textuais, consultas, quimioterapias, Imagens, etc). Em que você pode também fazer reuso de outros componentes básicos existentes. Por exemplo fazer reuso de um componente de SW de registro de reavaliação clínica do Neuroblastoma para um registro de reavaliação clínica do Linfoma.
- Requisitos específicos (Protocolos, serviços, etc) – Para desenvolver aplicações de serviços específicos e de maior complexidade, como protocolos de tratamento completos. Podemos fazer reuso de outros componentes básicos e específicos existentes, como reuso de um protocolo para otimizar o desenvolvimento de um outro.

O esquema da figura 26 mostra os passos de desenvolvimento dos componentes de SW das aplicações básicas e específicas.

A metodologia de modelagem e desenvolvimento de processos de tratamento oncológico e o banco de dados de componentes de SW criado neste projeto darão condições e possibilitarão que sejam desenvolvidos futuramente todos os 37 protocolos divulgados e em pesquisa pela SOBOPE, hoje estes protocolos são em papel.

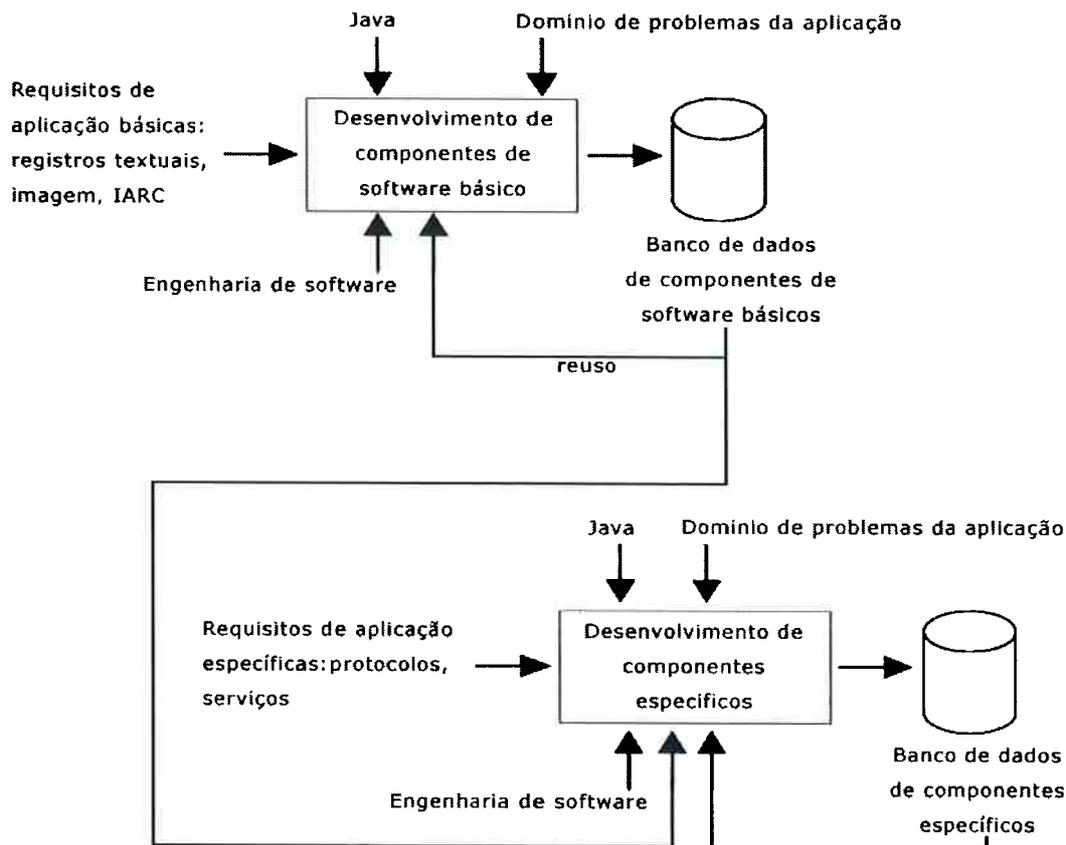
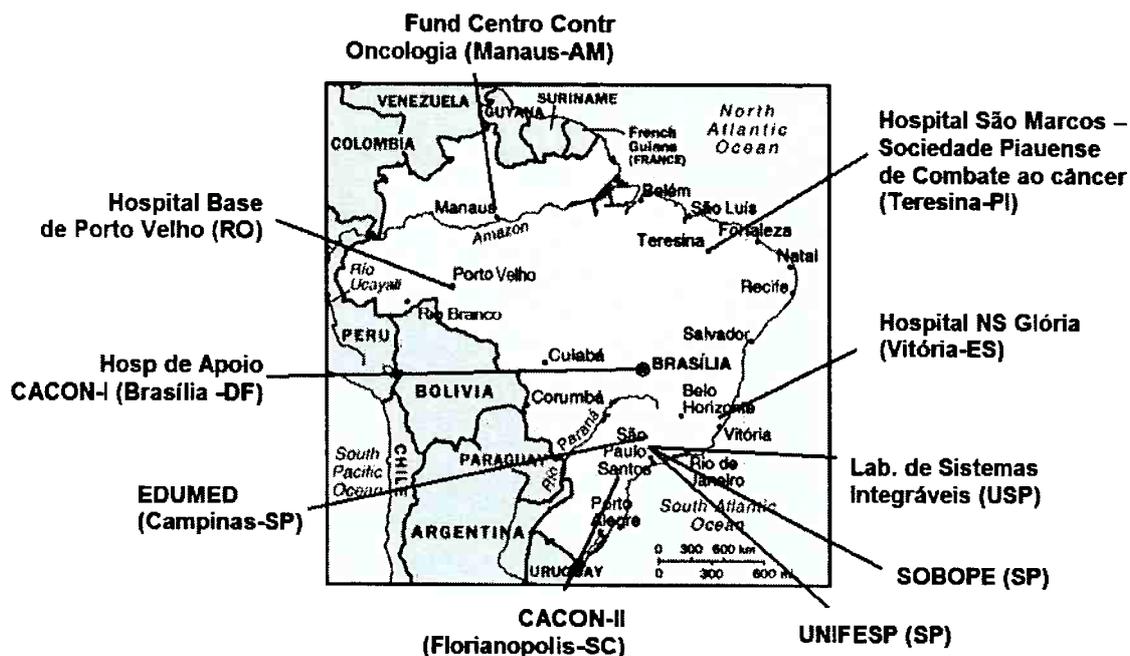


Figura 26 – Desenvolvimento de Componentes de SW – para Aplicações em Câncer Infantil

#### 4.5 Rede Piloto de Telesaúde em Oncologia Pediátrica - ONCONET

A Rede Piloto Nacional de Telemedicina em Oncologia Pediátrica (ONCONET) será estabelecida por rede de alta velocidade (banda larga) aos pontos remotos de 6 hospitais dos 58 hospitais da SOBOPE pelo Brasil através da RNP2 (Rede Nacional de Pesquisa 2), figura 27, devido ao fator custo. As questões como QoS (Quality of Service) serão importantes pela característica de dados multimídia (imagem médicas, videoconferência ou dados textuais) a serem trafegadas na rede. Neste piloto foram considerados 10 localidades remotas (3 universidades, SOBOPE e 6 hospitais). Os demais hospitais (total de 52), farão uso do Portal Oncopediatria através de *links* próprios de internet convencional, com a ressalva que tecnologias em banda larga é recomendável para suporte das aplicações multimídias já mencionadas.

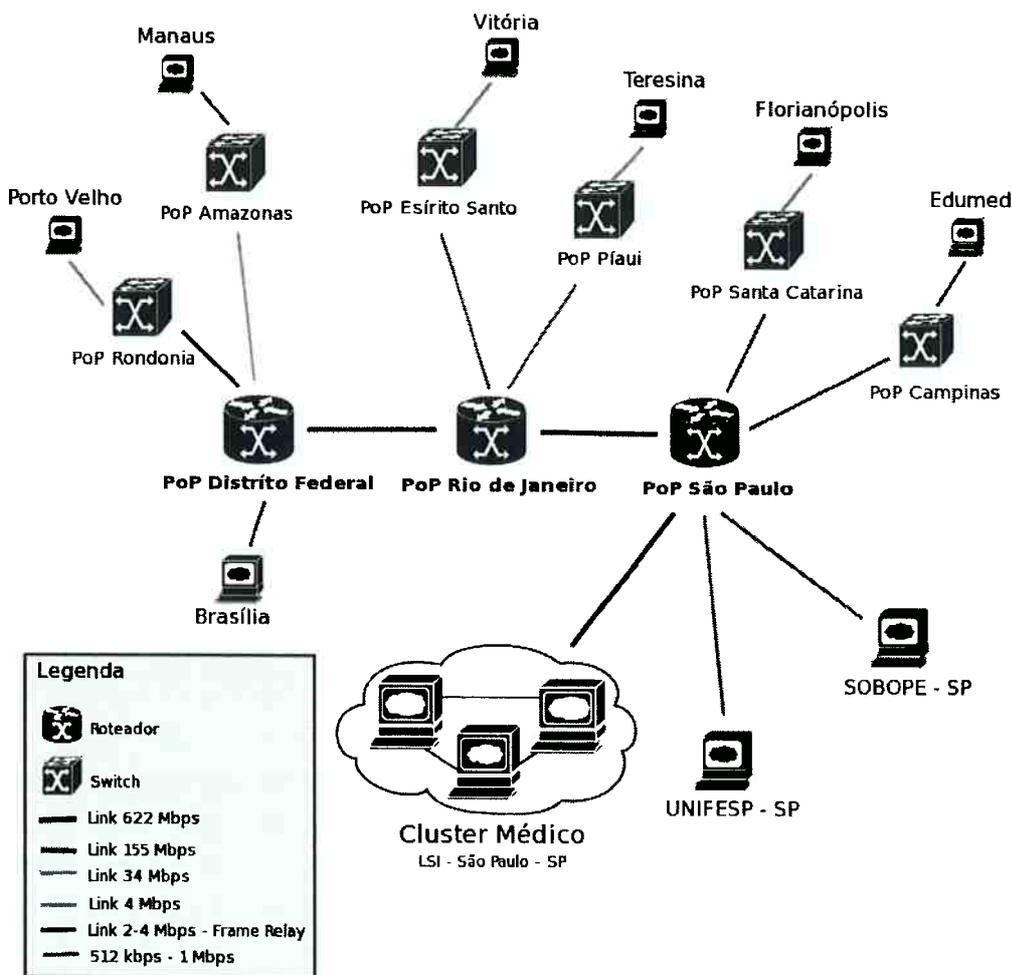


**Figura 27– Pontos da Rede ONCONET**

Todas as aplicações desenvolvidas pelo projeto ONCONET utilizam a mesma infra-estrutura localizada no Oncocluster do LSI-USP.

A largura de banda mínima especificadas para cada unidade hospitalar é de 512 Kbps, e a largura de banda ideal para estes até o momento é de 1 Mbps. Estes valores de banda são necessários devido ao fluxo de dados médicos multimídia (texto, voz, vídeo, imagens).

Em cada localidade a RNP chega a um PoP (Ponto de Presença) regional, a conexão entre o PoP e a instituição hospitalar foi estabelecida pelo projeto. Como na figura 28 a seguir:



**Figura 28- Rede ONCONET**

Algumas instituições já estavam qualificadas a RNP, como LSI-USP, UNIFESP, por serem universidades e instituições acadêmicas, ou hospitais interligados a algum centro universitário como o CACON-II de Florianópolis ligados a UFSC. Mas as demais tiveram que ser credenciadas e cada instituição teve que fazer um estudo de viabilidade local para a conexão ao PoP mais próximo, através de tecnologias como Frame Relay, Rádio 802.11b, Microondas ou fibra óptica, possibilitando link mínimo de 512Kbps

É fundamental para o bom funcionamento do sistema que o Oncocluster seja ligado a maior largura de banda presente na RNP, que está localizado na USP (Universidade de São Paulo) e tem largura de Banda de 622 Mbps, por que nesta conexão de rede transita todas as informações da Onconet no *backbone* da RNP.

O Oncocluster do LSI-USP em breve possuía 7 (sete) nós, sendo 6 (seis) nós Intel Xeon 2.4 GHz dual processado, 1GB de RAM, dois discos de 36GB trabalhando com espelhamento, duas interfaces de rede Gigabit Ethernet, Fonte redundante. Um nó Intel Itanium 2 de 1GHz dual processado, 8GB de RAM, 3 discos de 36 GB sendo um disco para o Sistema

Operacional e 2 discos trabalhando com espelhamento, Fonte redundante, 2 interfaces de rede Gigabit Ethernet.

Além disso, possui rede Gigabit Ethernet interligada com um switch com 24 portas modelo 3Com SuperStack 3 Switch 4900 com suporte a tecnologia XRN (eXpandable Resilient Network) e um NAS (Network Appliance Storage) para armazenamento de dados auxiliar com capacidade de 150GB.

#### 4.6 Servidor baseado em Aglomerados para Telemedicina

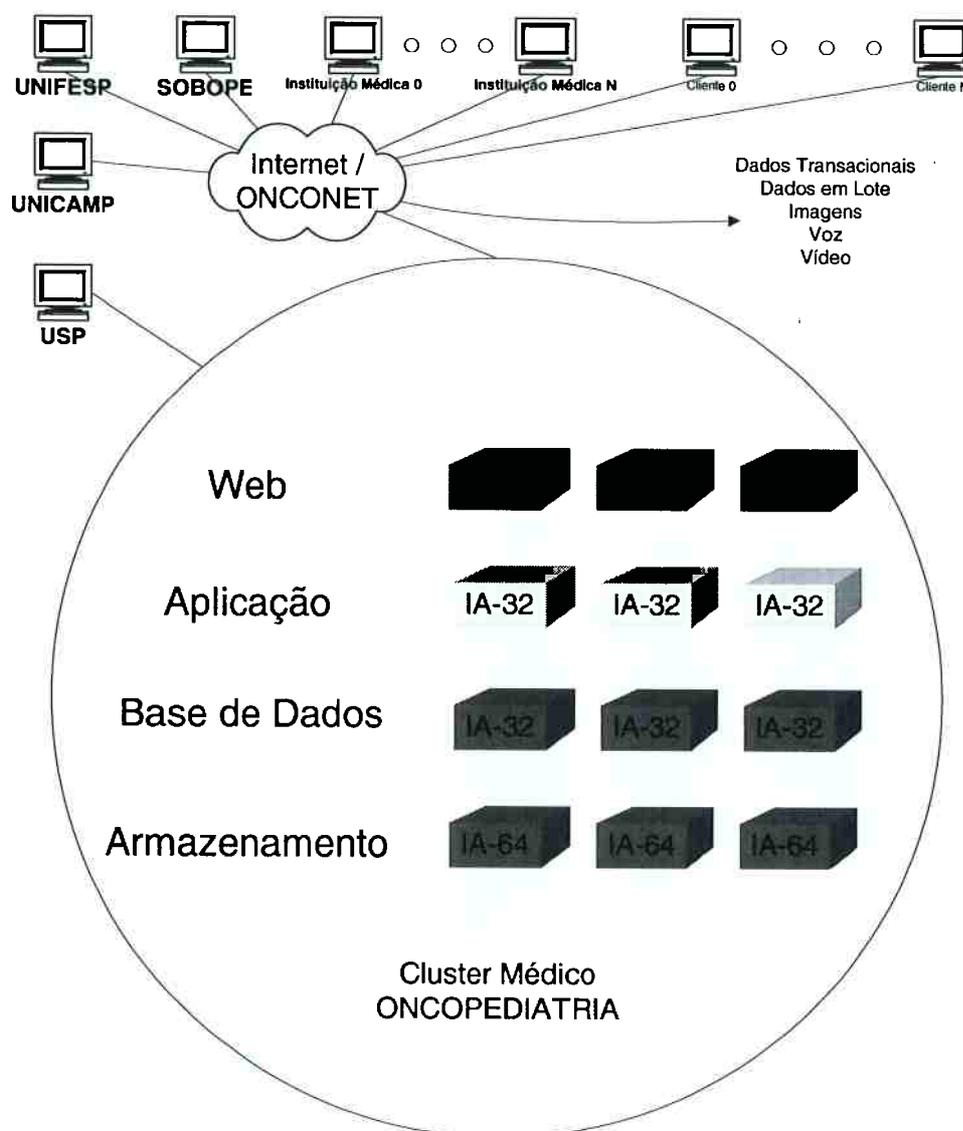
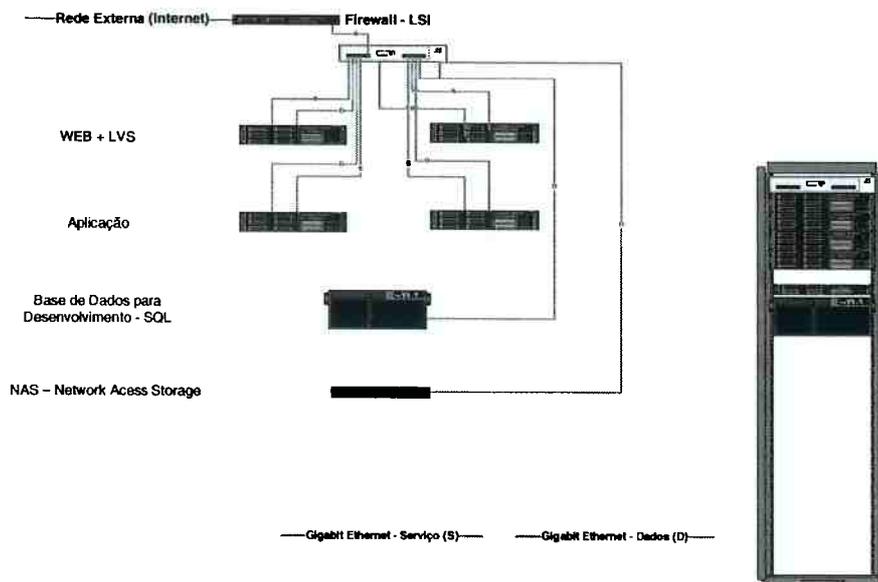


Figura 29- Acesso ao Oncocluster da arquitetura desejada

A arquitetura de *software* do Oncocluster se refere a um modelo largamente adotado para o serviço remoto de aplicações que é o modelo de n-camadas (*multi-tier*), este modelo

arquitetural apresenta escalabilidade horizontal e vertical, podendo com isso inserir novos nós na camada que está sobrecarregada, outro ponto chave desta arquitetura é a manutenibilidade do sistema, onde operações de manutenção dos nós podem ser realizadas sem que o serviço fique indisponível, figura . Desta forma a decisão de projeto da adoção da arquitetura de camadas na composição do Oncocluster soa naturalmente. É utilizado o Heartbeat para prover a disponibilidade.

Temos como premissa do projeto o uso de ferramentas de software de código aberto e distribuição livre, do sistema operacional ao servidor de aplicação. No que tange ao Sistema Operacional (SO), adotou-se o uso da distribuição RedHat para os nós XEON, e Debian para o Itanium. A plataforma básica de software nos nós do Oncocluster baseou-se na seleção de componentes de apoio que tenham a mesma natureza do Linux, como o servidor Web Apache, o servidor de Aplicação Tomcat, que integra a tecnologia Java ao Apache.



**Figura 30 - Diagrama Físico do Oncocluster Atual**

A implementação física do protótipo do aglomerado inicial devido a uma restrições de Hardware, isto é, de números de nós, e é apresentada na figura 30, com 4 nós dual XEON e 1 nó ITANIUM.

Para realizar o balanceamento das requisições na camada WEB, proporcionando melhor desempenho ao aglomerado, será utilizado **LVS** (Linux Virtual Server) que é uma extensão do kernel Linux para criar um balanceador de carga. O **Heartbeat** será utilizado para prover alta disponibilidade, desta forma será possível eliminar possíveis falhas de software e

hardware. Usa-se um **NAS** ( *Network Attached Storage*), que se refere a uma solução de hardware e software que compõe um servidor específico para armazenar e gerenciar dados. Esse equipamento dedicado possui interface de rede e serviços embutidos que o deixam pronto para ser ligado à rede. A Figura 30 demonstra a organização do aglomerado.

Na camada de Aplicação do Tomcat, usa-se um sistema de servidores JSP para criar um aglomerado (*clustering*) e replicação de sessão, para balanceamento de carga [Penchikala2003b]. Na camada de Banco de Dados, foi uma camada que não foi usado técnicas de aglomerado por que o nó desta camada é de arquitetura INTEL de 64 bits (IA-64), e muito superior que os nós XEON de 32 bits (IA-32) [INTEL2004], tipos de nós que são usados em outras camadas de nós.

#### 4.7 Portal Oncopediatria

O arcabouço do sistema será um portal ou sítio web na internet, no endereço [www.oncopediatria.org.br](http://www.oncopediatria.org.br) (figura 31), possibilitando fácil acesso a profissionais médicos aos serviços desenvolvidos disponibilizados para o apoio ao tratamento do Câncer Infantil remotamente. Além dos hospitais no ONCONET, como o sistema é baseado em WEB, também é oferecidos a outros 52 hospitais associados a SOBOPE através da internet convencional.

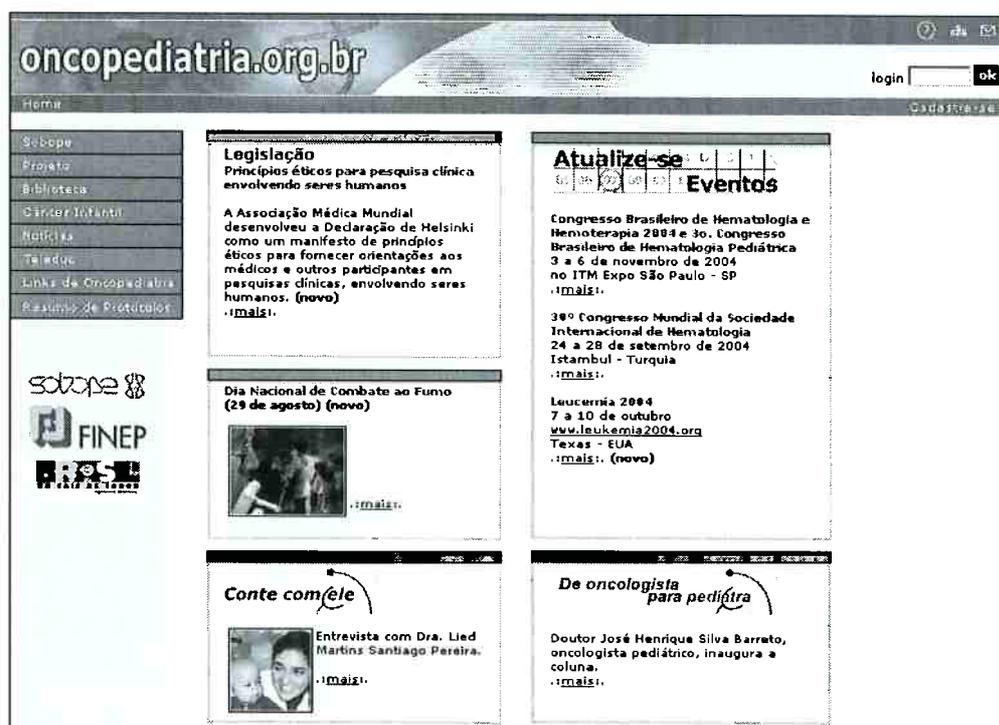


Figura 31: Portal Oncopediatria – Página Inicial

Todas aplicações de software e serviços de saúde serão integrados ao “Portal Oncopediatria” através da metodologia de componentes de Software, e serão acessadas pelos usuários médicos através do menu do Portal.

#### 4.8 Registro Básico de Pacientes em Oncologia Pediátrica em-linha

Foi implementado uma interface para registro de dados demográficos ou informações pessoais do paciente, de acordo com as Recomendações do PRC do Datasus, como mostrado na figura 32:

**oncopediatria NET** Sistema de Saúde em Câncer Infantil

São Paulo, sexta-feira 21 de agosto de 2003 19h13

Paciente: Cadastrar, Visualizar, Atualizar, Kaplan Meier, Dados Cadastrais, Alterar Login/Senha

Dados Pessoais | Registro | Protocolo | Eventos | Imagens

**Formulário de Cadastro de Pacientes**

**Passo Final - Validação**

Passo 01 de 03 - Dados Pessoais e Contatos

Nome: joão  
RG: 12.345.678-98  
CPF:  
ID SUS:  
Telefone: 11-1234-5678  
Email:  
Data de Nascimento: 2/5/1988  
Local de Nascimento (UF):  
Mãe:  
Pai:  
Sexo: Masculino  
Peso: 1.0  
Altura: 1.0  
Raça: Sem

Passo 02 de 03 - Endereço

País: Brasil  
Estado: Acre  
Município: Acrelândia  
Bairro:  
Rua: rua 12  
Numero: 456  
Complemento: casa 2  
CEP: 01212-312

Passo 03 de 03

Login: login inválido  
Senha:

Figura 32- Registro Clínico Eletrônico de Pacientes em Câncer Infantil na WEB

Para a implementação do registro básico de paciente, foi realizado um levantamento junto com a SOBOPE (Sociedade Brasileira de Oncologia Pediátrica) da forma como os médicos realizam o registro dos casos de neuroblastoma [SOBOPE2000], linfomas LNH [SOBOPE1999], além de outros protocolos não implementados agora mas que ajudaram na compreensão do problema e na parte de análise, como Osteossarcoma [SOBOPE1999] e Tumor de Células Germinativas [SOBOPE1999].

Em conjunto com médicos oncopediatras, foram analisados os processos para pertinentes ao registro, e a melhor forma de como poderiam ser portados para o sistema. Durante a análise os dados a serem coletados pelo sistema foram classificados como comuns e específicos.

The screenshot displays the 'Registro Médico do Paciente' form within the 'oncopediatria NET' system. The interface includes a top navigation bar with 'Home', 'São Paulo, quarta-feira 2 de março de 2005 13h10', and 'sair'. A left sidebar contains various menu items such as 'Mensagens', 'Meus pacientes', and 'Modo Supervisor'. The main form area has tabs for 'Dados Cadastrais', 'Registro', 'Protocolo', and 'Eventos'. The 'Registro' tab is active, showing fields for 'Médico: Dr. Rodrigo' and 'Paciente: Alfonso Bovero Nunes'. Below this, there is a dropdown for 'Estadiamento' and a section titled 'Áreas de Comprometimento' with checkboxes for 'Esqueleto', 'Linfonodos Distancia', 'Linfonodos Aderidos', 'SNC', 'Fígado', 'Medula Ossea', and 'Pulmoes'. Further down, there are dropdowns for 'Subtipo Histológico' and 'Ampliação do MYCN', a text input for 'Número de Cópias', a dropdown for 'Expressão de MDRG', a text input for 'DNAi' with an example 'ex: 1.2', and a dropdown for 'Outras Alterações'. At the bottom, there are dropdowns for 'Marcadores' (Enolase, Sinaptofisina, Outros) and two buttons: 'voltar' and 'confirmar'.

Figura 33- Interface de Registro DNAi e MDRG

A idéia que o registro possa fazer de uma forma básica todos os tumores na infância, considerando os dados comuns que são encontrados em todos registros, sendo alguns como categoria de diagnóstico, por exemplo, de caráter obrigatório. Mas implementamos a possibilidade de registro de dados específicos, como o próprio nome deixa claro, não estão presentes de forma comum, em geral diz respeito apenas ao registro de certo tipo de tumor, como é o caso dos campos DNAi e expressão de MDRG de registro do tumor do sistema nervoso simpático com diagnóstico de neuroblastoma, mostrado na figura 33. Estes dados específicos de registro são detalhados nos próprios textos dos protocolos da SOBOPE.

Em resposta a análise, o registro foi implementado de forma flexível, onde os campos comuns aparecem a todos enquanto que os específicos aparecem em função do diagnóstico do tumor.

Apenas os registros específicos de neuroblastoma, e linfomas não-hodgkin estão implementados, para os demais registros, o sistema oferece o registro básico com os campos comuns aos registros, porém existe a perspectiva de implementação dos registros específicos de todos os tumores, de acordo com o estudo mais detalhados dos demais protocolos da SOBOPE.

Outra análise realizada foi quanto ao sistema informar, baseado nos dados inseridos pelo profissional de saúde, qual é o grupo de risco do paciente. Foi necessário realizar um levantamento de quais os dados pertinentes pra a classificação do grupo de risco, e como eles devem ser interpretados pelo sistema, para que este seja capaz de executar tal tarefa automaticamente.

A implementação também segue o modelo do padrão de registro de tumores da *International Classification of Childhood Cancer* (ICCC) proposta em 1987 pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) da Organização Mundial de Saúde (OMS). O sistema faz a validação de entrada do registro, não permitindo que o profissional médico possa inserir dados sejam inseridos fora do relacionamento definido pelo ICCC/IARC, mostrado figura 34.

Dados Pessoais    Registro    Protocolo    Eventos    Imagens

**Registro Médico do Paciente**

\*Data do primeiro tratamento:    /    /

\*Categoria de diagnóstico: TUMORES HEPÁTICOS

\*Diagnóstico: Neuroblastoma e Ganglioneuroblastoma

\*Data do diagnóstico:    /    /

CID Histológico: 9500/3 Neuroblastoma SOE

CID Topológico: C02.3 Dois terços anteriores da língua, parte não especificada

TTO: Paciente encaminhado por um serviço não credenciado

Hospital que encaminhou:

Data da primeira consulta:    /    /

TNM: T -- N -- M --

pTNM: pT -- pN -- pM --

Metástase:

<input type="checkbox"/> Esqueleto	<input type="checkbox"/> Linfonodos aderidos ao tumor
<input type="checkbox"/> Fígado	<input type="checkbox"/> Ausentes
<input type="checkbox"/> Linfonodos à distância	<input type="checkbox"/> Pulmões
<input type="checkbox"/> Medula Óssea	<input type="checkbox"/> SNC

Status de doença: remissão completa

voltar    continuar

Figura 34: Interface de Registro de Tumor de Paciente baseado no padrão ICCCIARC

#### 4.9 Protocolo Cooperativo Multimídia em Neuroblastoma

Na implementação, temos uma interface que apresenta uma visualização de todas as etapas (ou seguimentos) do tratamento, como quimioterapias (ciclos de pré-indução ou indução), radioterapias, cirurgias, etc, mostrado na figura 35.

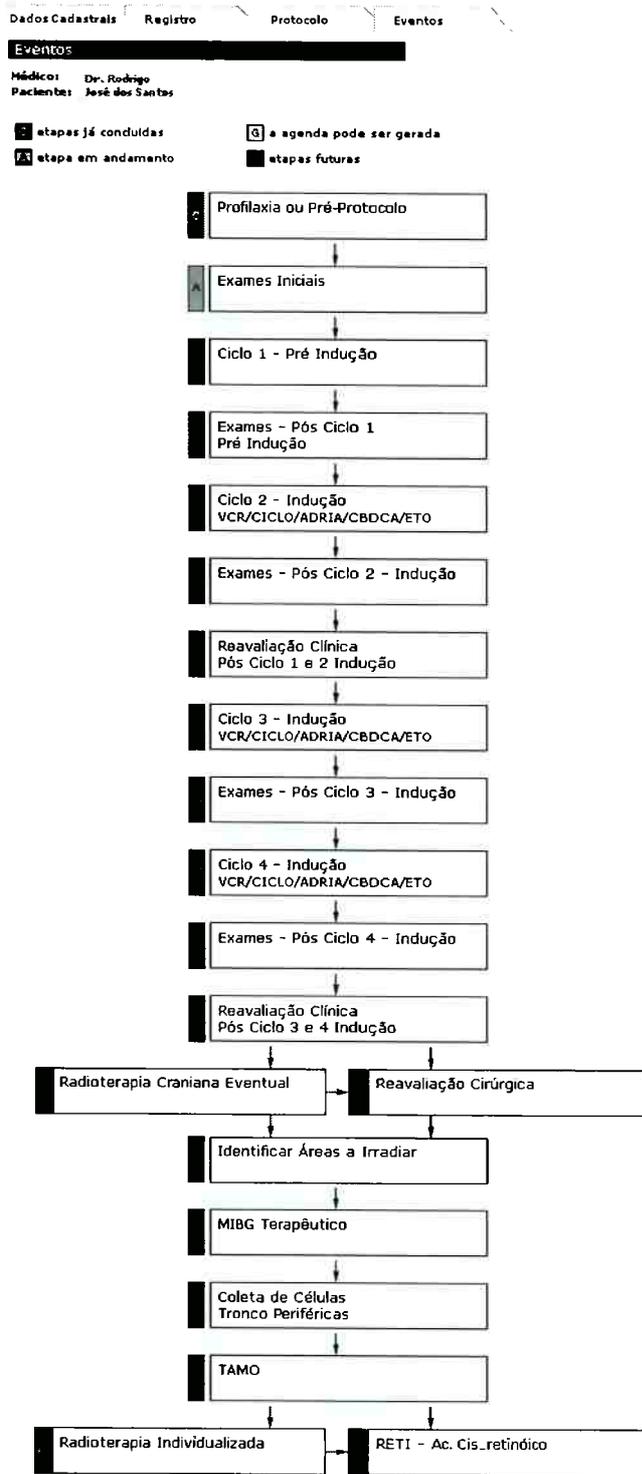
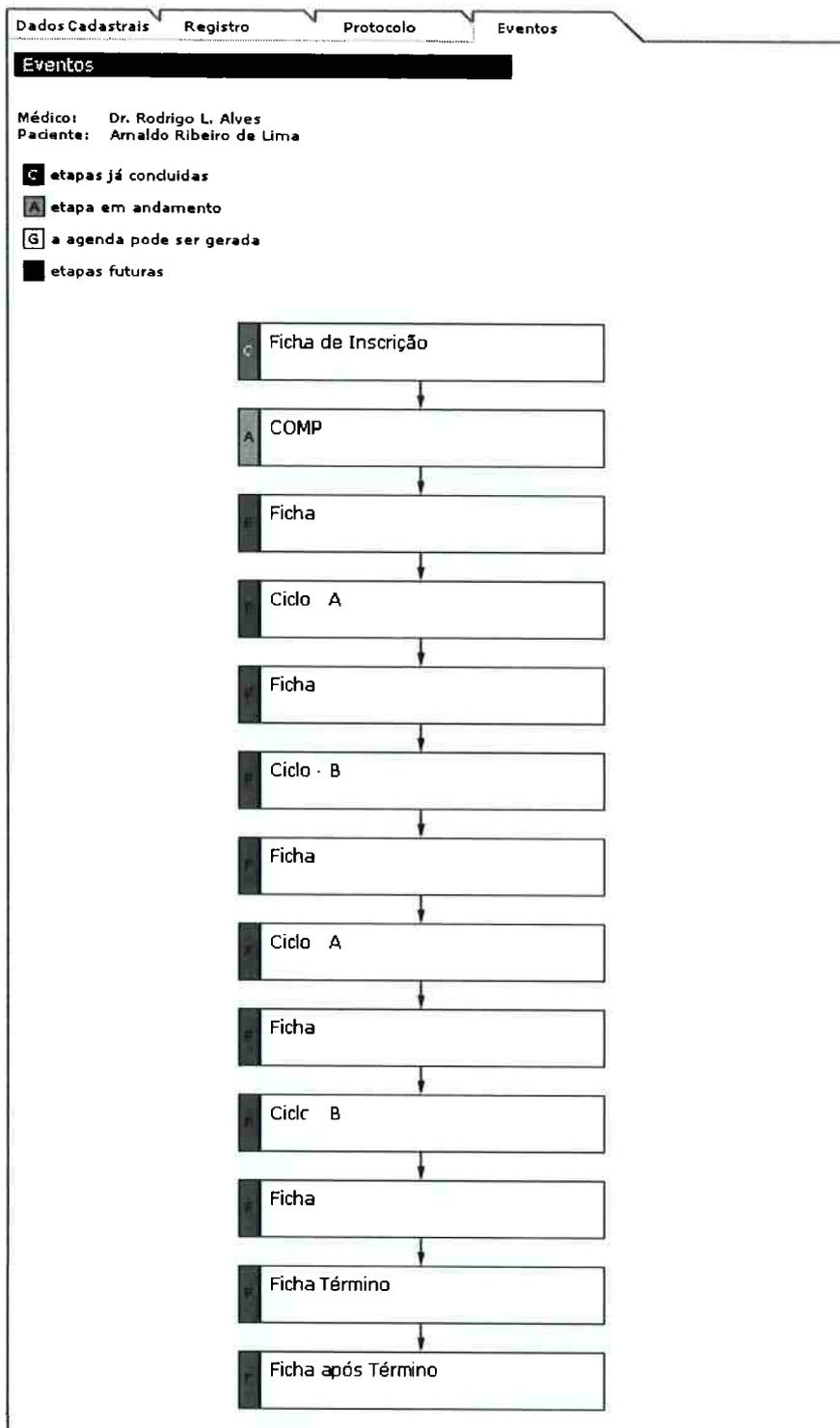


Figura 35: Interface Protocolo Cooperativo Multimídia Neuroblastoma

#### 4.10 Protocolos Cooperativos Multimídia em Linfoma

Segue uma interface de registro de protocolo Linfoma Não-Hodgkin, na figura 36:



**Figura 36: Interface do Protocolo de Linfoma Não-Hodgkin Burkitt**

### 4.11 Agenda Médica e Eventos do Protocolo

Segue uma interface de agendamento de eventos de um seguimento do protocolo, mostrado na figura 37.

**oncopediatria** NET Sistema de Saúde em Câncer Infantil

Home São Paulo, quarta-feira, 16 de junho de 2004 14h43

**Oncopediatria Net**

- Novos Pacientes
- Cadastrar
- Visualizar
- Alterar
- Passar Mensagem
- Acesso a Serviços
- Acesso a Protocolos
- Dados Cadastrais
- Alterar senha
- Educação a Distância
- Cursos
- Inscrições
- Quem já se inscreveu
- Inscreva um novo curso

**Dados Cadastrais** **Registro** **Protocolo** **Eventos**

**Eventos**

Médico: Dr. José G. de Souza  
 Paciente: Antonio Bueno dos Santos

**Legenda**

- inserir adendo
- realizar evento
- induzir resultados de um evento já realizado
- visualizar resultados reagendar evento
- avaliação clínica - consultas
- Exames
- Quimioterapia
- MIBG
- Reti ac Cis-retinóico
- Radioterapia
- Coleta de células tronco
- Transplante de medula
- Cirurgia

[voltar para o encerramento](#)

grupo	nome do evento	data	etapa
	Ciclofosfamida	15/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Topotecan	15/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Ciclofosfamida	16/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Topotecan	16/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Ciclofosfamida	17/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Topotecan	17/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Ciclofosfamida	18/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Topotecan	18/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Ciclofosfamida	19/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Topotecan	19/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	20/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	21/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	22/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	23/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	24/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	25/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	26/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	27/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	28/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução
	Q/GM-CSF	29/5/2004	Ciclo 2 - Pré Indução

**Figura 37 – Eventos agendados para uma etapa do Protocolo**

A seguir é mostrado uma interface de um evento de quimioterapia, na figura 38, o valor de dose do medicamento é calculada a partir da massa corpórea do paciente:

**Eventos - Quimioterapia**

visualizar dados referentes a esse evento:  
[anteriores a esse adendo](#)  
[posteriores a esse evento/adendo](#)

**Data:**  
 12 / 12 / 2002

**Dosagem:**  
 mg

**Nome do medicamento:**

**Observação:**

**fechar**

**Figura 38- Interface de Quimioterapia**

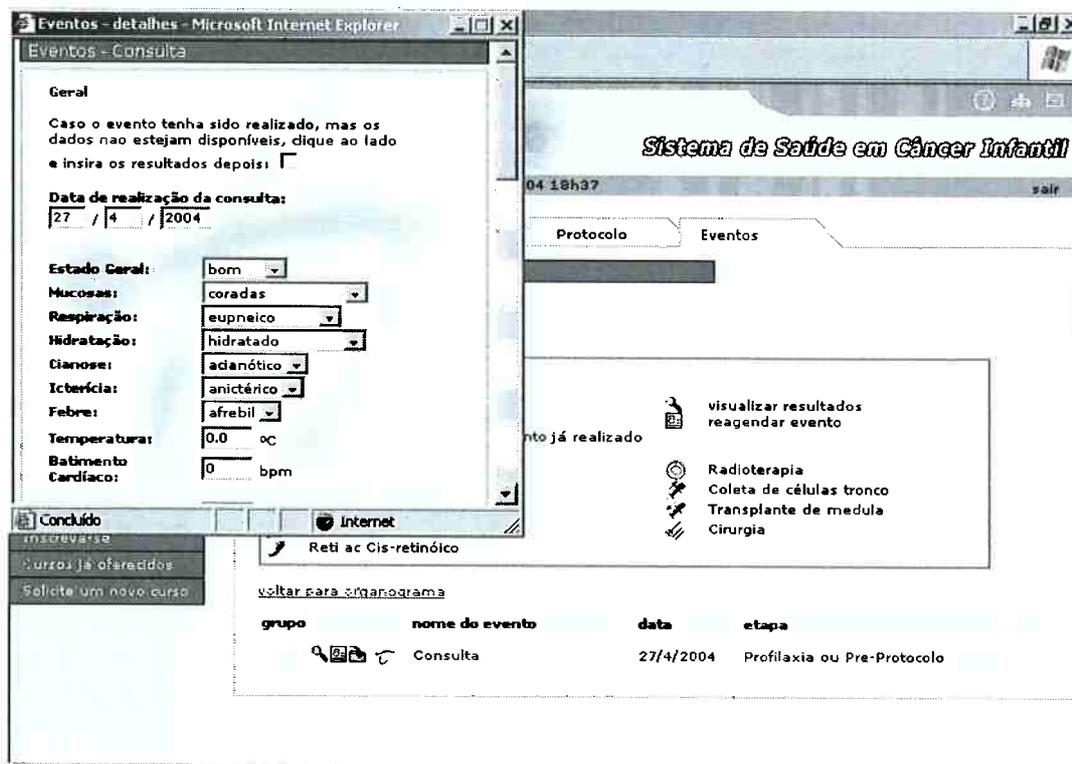
Também são considerados valores peso, altura e de exames para avaliar a toxicidade da quimioterapia no paciente. É feito o Calculo de Área Superficial Corpórea (Body Surface Área), mostrada na fórmula1:

$$ASC(m^2) = \frac{kg^{0,425} .cm^{0,725} .71,84557}{10.000}$$

**Fórmula 1- Área de superfície corpórea**

A dose padrão é dada pela simples multiplicação do ASC com a dosagem de bula do medicamento quimioterápico (dado em mg/m<sup>2</sup>) da bula, mas a este valor deve ser considerada um fator da toxicidade causada pelos efeitos do tratamento quimioterápico ao paciente, que pode ser avaliada a partir dos exames de sangue que mostram o indicativo de funcionamento de órgãos como fígado e rins. Caso seja percebida a toxicidade, a dose de quimioterapia deverá ser reduzida, ou em alguns casos suspensa.

A seguir é mostrado uma interface de um evento de consulta, na figura 39, uma grande parte dos dados da consulta já são pré-formatados.



**Figura 39: Interface de Consulta Médica**

A seguir é mostrado uma interface de um evento de imagem DICOM, na figura 37.



Figura 40: Visualização de Tomografia em DICOM

## 1.12 Integração de outros serviços do SIS – Portal ONCOPEDIATRIA

Outros serviços estão em desenvolvimento e integradas ao Portal ONCOPEDIATRIA, dentro de um modelo de desenvolvimento em componentes de software.

- *Sistema de Educação à Distância* – o software de educação a distância do “Tele-educ”, desenvolvido na UNICAMP, foi customizado para operar no Oncocluster. Os conteúdos dos cursos oferecidos, que são voltados para atualização médica e capacitação em oncologia pediátrica, estão sendo gerados por pesquisadores do Instituto EDUMED (figura 41);

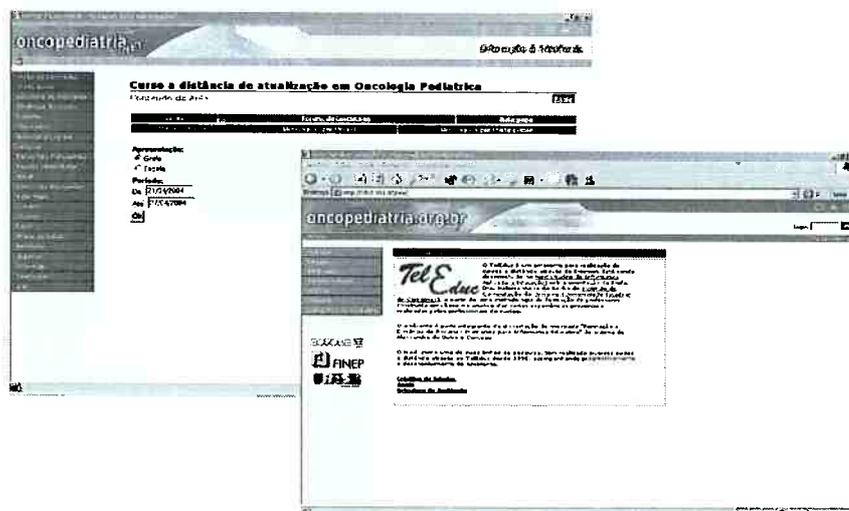


Figura 41: Interface do Sistema de Educação à Distância

- *Sistema de Colaboração Médica* – sistema com chats de imagens médicas e , além de videoconferência, que visa oferecer suporte a Segunda Opinião Médica e diagnóstico a distância. Está em fase final de desenvolvimento (figura 42).



**Figura 42 Interface para Imagens DICOM**

- *Prontuário Virtual de Saúde* - atividade de colaboração com equipe da UNIFESP se iniciaram, para que o Sistema de Registro e de Protocolos do Portal ONCOPEDIATRIA possam se integradas numa aplicação completa de Prontuário Eletrônico de Pacientes (PEP).
- *Quantificação estatística de Dados Médicos* - uma aplicação desenvolvida é a curva do estimador estatístico de Kaplan-Meier, método estatístico largamente utilizado pela comunidade em oncologia pediátrica para levantar a curva de estimativa de sobrevida do paciente , que está descrito no próximo seção 4.12 do texto.

#### **4.12 Ferramenta Estatística - Curva de Kaplan-Meier**

Um recurso importante oferecido no registro, é a curva do estimador estatístico de Kaplan-Meier.

Este método estatístico é largamente utilizado pela comunidade em oncologia pediátrica para levantar a curva de estimativa de sobrevida do paciente. A curva é traçada a partir de dados dos registros de pacientes, considerando o número total de pacientes, número de pacientes em óbito e suas respectivas datas de diagnóstico e de óbito. A figura 6, apresenta a curva de

Kaplan-Meier a partir de dados de cerca de 1000 pacientes que já estão registrados no banco de dados.

O Método de Kaplan-Meier, é descrito a seguir, fórmula 2, usa-se o instante exato do evento morte. Para cada instante  $t_i$  em que o evento ocorre, a probabilidade de sobrevivência até  $t_i$  dado que estava vivo no instante  $t_{i-1}$  é dada por:

$$q_i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos vivos em } t_i}{\text{n}^\circ \text{ de vivos em } t_i + \text{n}^\circ \text{ que morre em } t_i}$$

**Fórmula 2- Probabilidade de Vida  $q_i$  em  $t_i$**

Um indivíduo censurado em  $t_i$  é considerado vivo até o instante  $t_i$ . A curva de sobrevivência é (fórmula 3):

$$\hat{S}(t_i) = \hat{S}(t_{i-1})q_i = q_1q_2\dots q_i$$

**Fórmula 3- Sobrevivência  $\hat{S}(t_i)$**

A variância de  $\hat{S}(t_i)$  é (fórmula 4)

$$\text{var}[\hat{S}(t_i)] = [\hat{S}(t)]^2 \sum_{k=1}^i \left( \frac{1}{\text{n}^\circ \text{ de vivos em } k} - \frac{1}{\text{n}^\circ \text{ de mortes} + \text{n}^\circ \text{ de vivos em } k} \right)$$

**Fórmula 4- Variância de  $\hat{S}(t_i)$**

Segue o diagrama de classe do Kaplan-Meier, figura 43:

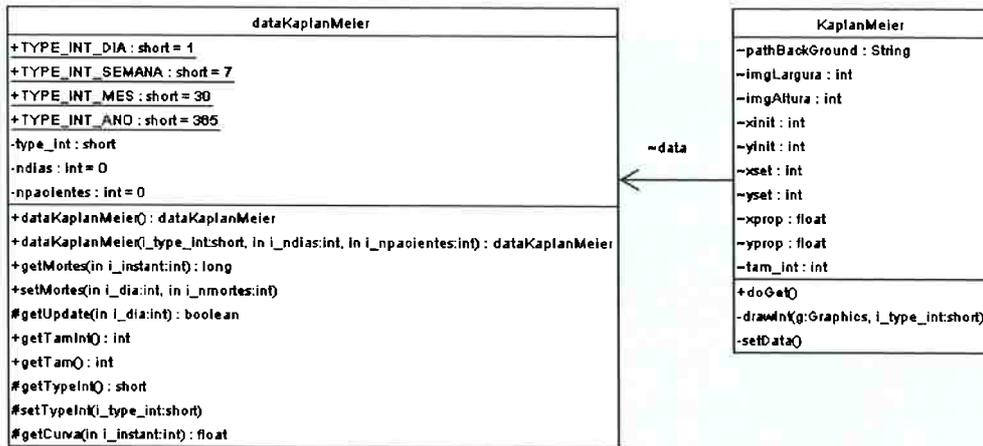


Figura 43: Modelagem UML Aplicativo Estatístico de Kaplan Meier

A seguir é mostrada uma interface da prototipação do sistema da curva de Kaplan-Meier dentro do Portal [www.oncopediatria.org.br](http://www.oncopediatria.org.br). Esta curva na figura 44 se refere a dados de sobrevida de cerca de 1.000 pacientes cadastrados no sistema.

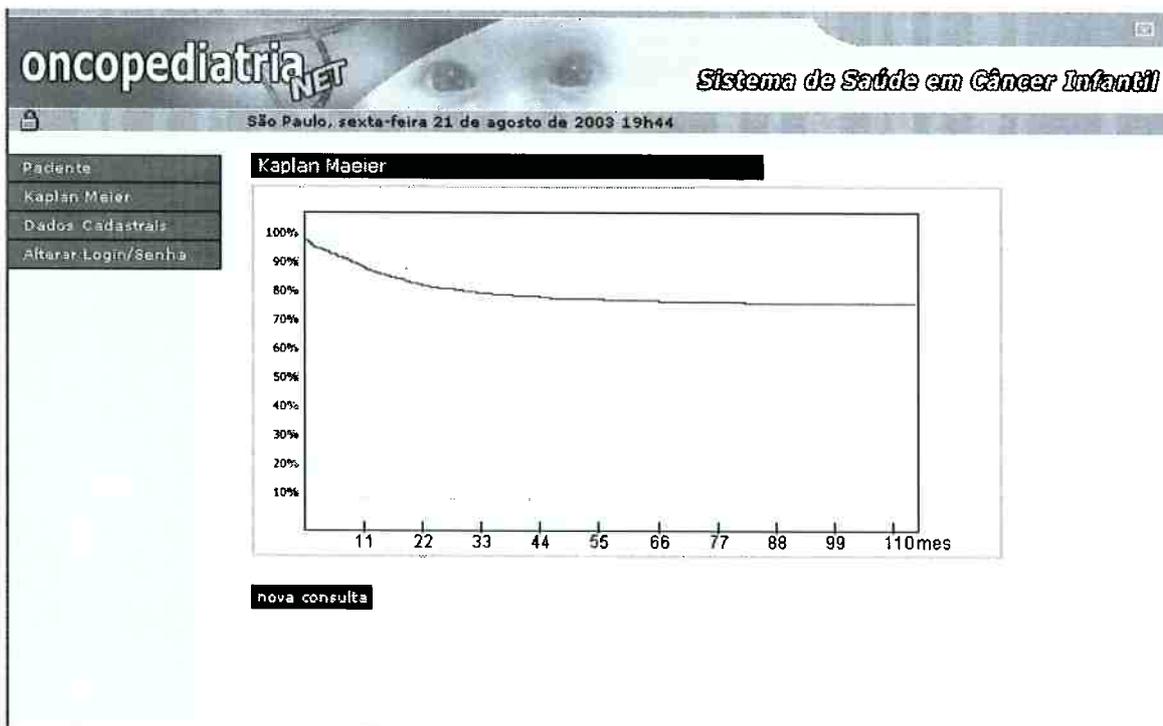


Figura 44: Interface de Curva de Sobrevida de Kaplan-Meier

#### **4.13 Equipe de Desenvolvimento**

Houve um equipe multi-disciplinar de desenvolvimento envolvida neste trabalho, formada por engenheiros, bacharéis de computação, *web designers* e médicos, o candidato foi responsável pela concepção do sistema e pela gerência e bem como a condução coordenação técnica dos trabalhos de desenvolvimento, com a orientação acadêmica da Roseli de Deus Lopes e supervisão científica de Marcelo Knörich Zuffo.

#### **4.14 Síntese do Capítulo**

Neste capítulo vimos aspectos de desenvolvimento e implementação do Portal Oncopediatria, o arcabouço do SIS, do Oncocluster e da Rede de Telesaúde ONCONET.

## **CAPÍTULO 5 Resultados e Análises**

---

O Portal Oncopediatria trata-se de uma ambiente de trabalho e gestão para médicos da área de oncologia pediátrica. Nesta ferramenta são disponibilizadas diversas funções, como: o cadastro de pacientes, registros, protocolos permitindo-o acompanhá-lo e trata-lo de qualquer parte do Brasil através de fácil acesso a WEB.

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema o registro geral de pacientes de câncer on-line baseado no padrão IARC (International Agency Research on Cancer) possibilita a coleta de dados referentes aos casos de câncer infantil no Brasil, através do qual é possível criar estatísticas referentes à doença em âmbito nacional.

Os protocolos de tratamento disponíveis no portal contribuem na disseminação e homogeneização do tratamento do câncer pediátrico no Brasil. Através deles, os médicos, são orientados em como proceder durante o tratamento. Com o uso dos protocolos o tratamento torna-se menos passível a erros, além de que possibilita uma melhor distribuição da capacitação técnica e tecnológica. Até esta fase foram implementados 2 protocolos no sistema: Protocolo Cooperativo Multimídia em Neuroblastoma, Protocolo Cooperativo Multimídia em Linfoma. Outros protocolos estão em fase de análise para desenvolvimento: Tumor de Wilms. Um sistema de registro horizontal de Transplante de Medula Óssea, para uso por parte de todos os protocolos de tumores, também está em fase de análise.

Dos 58 hospitais propostos na fase de concepção, o projeto ainda em fase inicial de operacionalização, 27 instituições médicas já se cadastraram e muitas já fazendo uso intenso do sistema, como podemos verificar na figura 45:

- Oncopediatria Net
  - Manter agenda
  - Gerenciar Serviços
  - Sistema
  - Protocolo
  - Relatório
  - Gerenciar Coordenador
  - Pesquisa
- 
- Educação a Distância
  - Cursos
  - Inscriva-se
  - Cursos já oferecidos
  - Solicite um novo curso

Relatório

**Relatório Geral de Serviços**

Nome da Instituição	UF	Num. Médicos	Num. Pacientes	Status
Centro de Tratamento e Pesquisa Hospital do Câncer - A.C. Camargo	SP	1	0	Autorizado
Faculdade de Medicina do ABC	SP	1	0	Autorizado
Fundação Pio XII - Hospital de Câncer de Barretos	SP	2	0	Autorizado
Fundação Sobeccan	SP	2	0	Autorizado
GOP Grupo de Oncologia Pediátrica	SP	1	0	Autorizado
GRUPO DE APOIO AO ADOLESCENTE E A CRIANÇA COM CÂNCER	SP	8	25	Autorizado
Hospital de Apoio - Hospital Público CACON-I	SP	6	0	Autorizado
Hospital de Clínicas de Porto Alegre	SP	1	842	Autorizado
Hospital dos Servidores do Estado	SP	2	0	Autorizado
Hospital Infantil Darcy Vargas	SP	1	1	Autorizado
Hospital Infantil Joana de Gusmão	SC	7	133	Autorizado
Hospital Infantil Nossa Senhora da Glória de Vitória - HINSG	SP	7	1040	Autorizado
Hospital Infantil Varela Santiago	SP	1	0	Autorizado
Hospital Mario Kroeff	RJ	5	0	Autorizado
Hospital Napoleão Laureano	SP	2	0	Autorizado
Hospital Pequeno Príncipe	SP	4	0	Autorizado
Hospital PRONTOBABY	SP	2	1	Autorizado
HOSPITAL REGIONAL DE MATO GROSSO DO SUL	MS	3	0	Autorizado
Hospital Santa Marcelina	SP	1	0	Autorizado
Hospital Sírio Libanês	SP	1	9	Autorizado
Hospital Universitário de Santa Maria	SP	1	0	Autorizado
Instituto da Criança	SP	14	58	Autorizado
Instituto de Pediatria e Puericultura Martagão Gesteira/UFRJ	SP	1	0	Autorizado
Instituto de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira	SP	1	0	Autorizado
Instituto Oncológico de Juiz de Fora	MG	1	0	Autorizado
Sociedade Piauiense de Combate ao Câncer	SP	3	5	Autorizado
Universidade Federal de São Paulo	SP	0	0	Autorizado

Totais

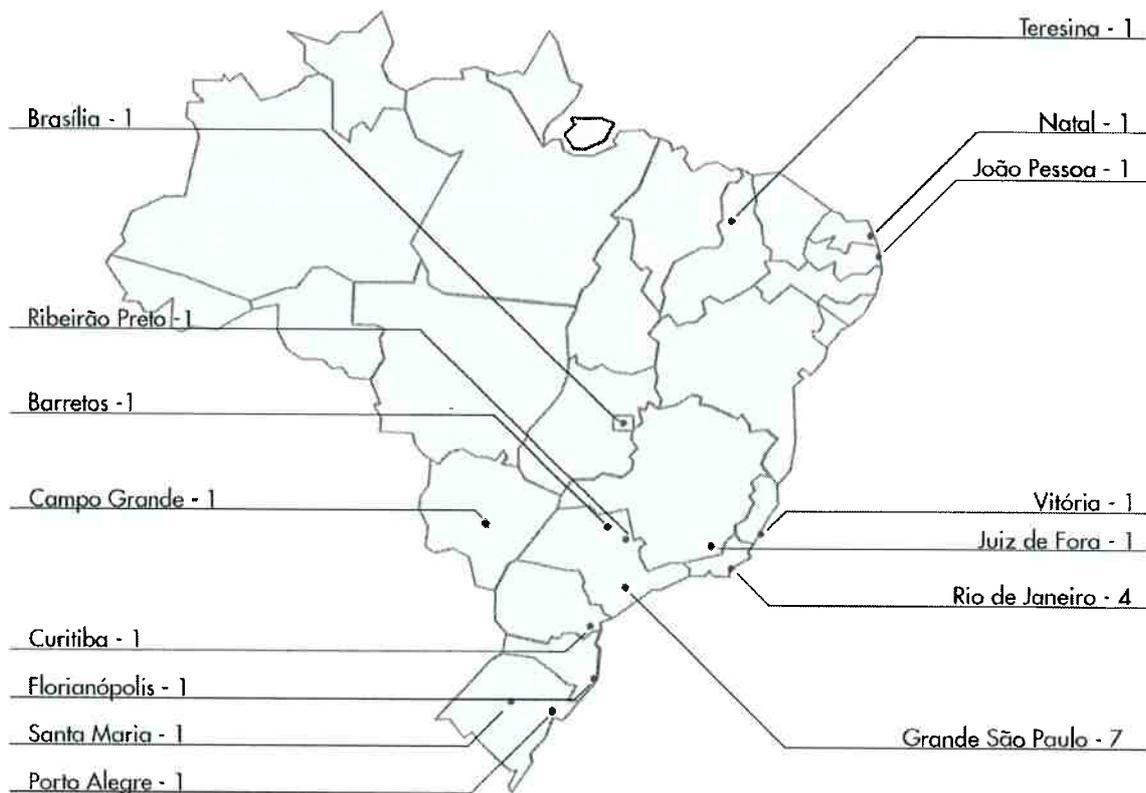
Instituições: 27

Médicos: 79

Pacientes: 2114

**Figura 45- Números do Portal Oncopediatria em 28/02/2005 – 27 instituições , 79 médicos, 2113 pacientes**

Na figura 46, apresentamos geograficamente a distribuição das instituições que já se cadastraram no sistema:



**Figura 46- Serviços de Tratamento usuárias do Portal Oncopediatria em 28/02/2005 (Total de 28 – 48,3 % dos 58 hospitais objetivos)**

Durante este trabalho não foi dimensionamento do esforço de disseminação do uso de registro de pacientes e protocolos digitais em-linha para a comunidade médica, deixaremos este problema para ser resolvida numa etapa futura. Também estamos iniciando a contagem de acessos ao sistema para avaliação da estatística de uso por parte dos usuários médicos.

Como um projeto pioneiro, o esforço se concentrou em conceber e implementar o sistema, e agora já existe um produto e aplicação pronta, agora se faz o momento de fazer este trabalho com os usuários. Sabemos e já percebemos que há uma dificuldade de aculturação dos médicos, pois muitos profissionais de saúde não estão acostumados ao uso do computador e da internet, ainda mais se considerarmos a diversidade de condições sócio-econômicas entre os profissionais médicos em várias regiões do Brasil. A mudança de “linguagem”, por mais que seja trabalhado a usabilidade do sistema ou “mídia”, pode não ser um resultado obtido a curto prazo. Temos que fazer um grande trabalho para mapear estes diversos perfis médicos

para depois fazermos o trabalho para avaliar a melhor abordagem a ser adotada para a disseminação de uso do sistema.

Outro ponto a ser considerado, se refere as condições de infra-estrutura local dos hospitais do serviços que utilizam o serviço do Portal. O Portal foi concebido para ser uma ferramenta de trabalho diário do médico. Mas para seu uso, é necessário que o médico possa ter um mínima infra-estrutura de computadores e redes em seu hospital. Sabemos que alguns hospitais de maior porte possuem rede local e com uma conexão dedicada ou de banda larga para Internet, mas que outros hospitais, a maioria, possuem poucos computadores que acessam a Internet por algum meio de banda estreita, e pode haver casos de hospitais e clínicas sem acesso a Internet ou sem computador no ambiente de trabalho médico. Hoje a maior reclamação dos usuários médicos estão relacionados a velocidade de acesso ao sistema.

Considerando a proposta deste projeto com métodos tradicionais de registro em papel, devido validação de entrada de dados, as informações registradas são de maior qualidade. E permite uma forma de registro colaborativo entre os pesquisadores de protocolo e os profissionais de instituições médicas, resguardando questões de segurança e confidencialidade de dados.

Se fará necessário futuramente uma análise sobre o impacto sócio-econômico do protocolo e diagnóstico colaborativo aos pacientes e profissionais médicos

Com o desenvolvimento de “aglomerado ” neste projeto, avaliamos a viabilidade do uso de uma plataforma alto desempenho de baixo custo voltado para aplicações médicas e de saúde. Sintetizamos uma infra-estrutura integrada a arquitetura de software, para execução das aplicações que mapeiam os serviços médicos objetivos do sistema, considerando na Arquitetura do sistema: hardware e sistema operacional, requisitos do sistema (Disponibilidade, Escalabilidade, segurança) dentro de Modelo de serviço é o multi-tier (n-camadas), arquitetura de camadas com distribuição funcional de nós na composição com o aglomerado

Em relação a rede de telesaúde, já conta com 6 hospitais via RNP, se constitui na primeira rede nacional de telesaúde no país, mas para realizar novas expansões da RNP deverão levados em consideração aspectos físicos e tecnológicos (distancia entre o PoP local da RNP e a instituição usuária, tecnologia a ser empregada e segurança no trafego das informações), cada localidade deverá analisada pela equipe local, equipe de infra-estrutura, o emprego da melhor tecnologias de rede para interligar as instituições como: Frame Relay, Rádio 802.11b, Microondas ou fibra óptica, e também há o fator financeiro.

## **5.1 Síntese do Capítulo**

Neste capítulo apresentamos os principais resultados do Portal Oncopediatria, tanto em número de pacientes, número de médicos e número de instituições. Outros resultados discutidos foi o estabelecimento da Rede ONCONET e o desenvolvimento do Oncocluster.

A disseminação dos protocolos digitais via WEB multimídia é um caminho natural para a homogeneização dos tratamentos oncológicos na infância. Mas há uma necessidade grande de trabalho de divulgação e de acultramento dos profissionais médicos com o uso da internet, trazendo para eles a inúmeras vantagens sobre o trabalho convencional baseado em registro em papel.

## **CAPÍTULO 6 Conclusão e Trabalhos Futuros**

---

Esta dissertação apresentou uma proposta de Sistema de Telesaúde, considerando-se que estes *“podem ser implementados dentro de uma abordagem do uso de tecnologias livres”*, para o problema do Câncer Pediátrico no Brasil, focando num Modelo de telemedicina colaborativo.

Neste capítulo apresenta as considerações finais sobre as contribuições principais deste trabalho e quais são as perspectivas de trabalhos futuros

### **6.1 Contribuições deste trabalho**

Definimos neste um modelo baseado em metodologia de objetos de software e componentes utilizando Java para desenvolvimento e integração de serviços médicos dentro de uma arquitetura da padrão J2EE. Esta modelo pode é extensível e pode ser adotada para desenvolvimento de qualquer protocolo médico de maneira on-line, como para Câncer Adulto ou Programas de Saúde da Família, que também se relacionam a trabalhos futuros a serem considerados.

Neste trabalho utilizamos novas tendências tecnológicas para desenvolvimento de sistemas de informação, visando solucionar os problemas relacionados a heterogeneidade na oferta e qualidade de serviços de tratamento médico.

Este trabalho apresenta como contribuição original e inédita, o desenvolvimento de um sistema de registro de pacientes em-linha (on-line) via WEB (o projeto em 28 de fevereiro de 2004 estava com 27 hospitais e cerca de 2100 pacientes), proporcionando registros de uma maneira *“bem simples”* (se comparada ao modo manual de coleta de registro em papel) e com dados de registros de melhor qualidade. O sucesso deste sistema farão que outros grupos de pesquisas de protocolos ou instituições médicas possam se unir a este esforço, o que pode proporcionar condições para que este trabalho possa resultar futuramente no programa do *“Registro Nacional de Crianças com Câncer”*.

Comparando-se ao programa de registro do SEER, dos E.U.A., que trabalha com qualquer coisa ao redor de 10% das crianças do país, neste trabalho há uma oportunidade única, e pela primeira vez no mundo, ter em tempo real, e on-line, esses dados de pacientes com câncer com uma amostra bastante representativa do país, bem como ter os dados de sobrevivência global dessas crianças (através de Curva de Kaplan-Meier), dados de mortalidade e óbito, ou mesmo

perda de seguimento de tratamento do paciente. Entretanto, logicamente este trabalho necessitará de outras colaborações de outras pessoas e instituições na orientação quanto a metodologia e validade epidemiológica dos dados.

A colaboração é outra contribuição deste trabalho para montagem e articulação de uma rede de pesquisa multi-institucional dentro de um projeto de Telesaúde em âmbito nacional, neste projeto são colaboradores: LSI-USP, SOBOPE, EDUMED, UNIFESP, Hospitais com serviços pediátricos e mais recentemente o próprio Ministério da Saúde, através do INCA.

Este foi um trabalho também teve uma contribuição inédita com o estabelecimento de uma Primeira Rede de Telemedicina que contempla todas as regiões do Brasil, e conectado a RNP.

Este trabalho também apresentou a sintetização de um modelo de Aglomerado de acordo com necessidades da prática médica à distância. Oncocluster deveria prover características como confiabilidade, segurança e disponibilidade, onde temos aplicações de serviços médicos na WEB, onde há uma necessidade de, para uma arquitetura de hardware, considerando o processamento distribuído paralelo e distribuído dentro de uma viabilidade econômica.

Com este trabalho, conseguiu-se formação e consolidação de um grupo e linha de pesquisa em telemedicina e sistemas de informação em saúde, sendo um vetor de pesquisa e de novos trabalhos acadêmicos no LSI-USP.

Este trabalho teve os seguintes resultados em trabalhos e publicações:

- Hira, A. Y.; Lopes, T. T.; Sanches Jr., C.; Zuffo, M. K.; Lopes, R. D.; “Registro de Pacientes e Protocolos Cooperativos de Tratamento em Oncologia Pediátrica Multimídia Via Web”; III Congresso Latino americano de Engenharia Biomédica CLAEB'2004; João Pessoa; Setembro de 2004 [Hira2004a].
- Hira, A.Y.; Lopes, T. T.; Zuffo, M. K.; Lopes, R. D.; “ONCOPEDIATRIA: Projeto de Telesaúde em Oncologia Pediátrica”; IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS'2004; Novembro de 2004 [Hira2004b].

Seguem trabalhos em co-autoria:

- Lopes, T. T.; Trautenmüller, P.; Hira, A. Y.; Zuffo, M. K.; “Sistema de Teleradiologia para Diagnóstico de Imagem em Oncologia Pediátrica”; IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS'2004; Novembro de 2004. [Lopes2004].

- Rosa, A. L. M.; Hira, A. Y. ; Lopes, T. T. ; Zuffo, M. K.; “Ambiente Colaborativo Aplicado à Medicina em Câncer Infantil”;IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS'2004; Novembro de 2004 [Rosa2004].

Seguem trabalhos de orientação:

- Yuasa, H. E.; “Pesquisa e Desenvolvimento em Telemedicina para Oncologia Pediátrica”, 11<sup>o</sup>. SIIICUSP, São Carlos, 2003.
- Kawakami, R. H.; “Sistema de Informação em Saúde para Implantação da APAC”; Projeto de Formatura, Escola Politécnica da USP; 2004.

## 6.2 Trabalhos Futuros

Uma parte dos trabalhos futuros se referem a finalização dos Projetos ONCONET e TELEONCO.

Outro trabalho se refere a obter um processo consolidado de implantação e operacionalização do uso da Portal Oncopediatria nos hospitais. É um trabalho a ser desenvolvido no próximos meses

Outro trabalho seria de definir e permitir o acesso do pacientes , e de seus familiares, a seus dados médicos. Uma vez que pelo CFM, os dados pertencem ao paciente, e o médico ou a instituição de saúde são seus guardadores. Definindo as Políticas de Segurança e Questão de confidencialidade.

Um trabalho de grande interesse ao Portal Oncopediatria, é a de aproximar o escopo de conteúdo com as iniciativas relacionadas a seguir:

- [www.cancer.org](http://www.cancer.org) (American Society Institute) – Site voltado a prevenção do câncer; informações para profissionais de saúde, pacientes e familiares, diagnóstico precoce, educação interativa, guia de drogas; guia de condutas para pacientes; banco de dados de casos.
- [www.cancer.gov.br](http://www.cancer.gov.br) e [www.seer.cancer.gov.br](http://www.seer.cancer.gov.br) (National Institute Cancer) – Site de governo de pesquisa e fomentos, Tópicos de tratamento do Câncer, Estatísticas, Epidemiologia, Protocolos de Câncer.

O novo protocolo do tumor Neuroblastoma, o protocolo do Neuroblastoma, acrescido do uso de vacinas dendríticas, a ser divulgado em 2005, deverá nascer em formato totalmente digital.

O sistema de registro também têm uma necessidade de trabalho de disseminação, a meta de 100% de abrangência é possível pelo seu fácil acesso pela internet.

Outro trabalho futuro importante se refere a uma próxima iniciativa do ONCONET 2, onde haverá uma parceria com o Ministério da Saúde e o INCA para 37 hospitais região Norte e Nordeste, serão definidas Condutas médicas através de customizações dos protocolos. Poderíamos usar Formalização ou editor de protocolos como ferramenta de produtividade para gerar dinamicamente as aplicações médicas, através da definição das regras de negócio, a partir do desenvolvimento de uma API. Pretendemos estender o projeto para Câncer de Adulto.

Conduta Informatizada para SUS (Desenvolvimento de protocolo de Tumor em cooperação com a SLAOP - Soc. Latino Americana de Oncologia Pediátrica) - Esta meta têm por objetivo a implementação de uma conduta médica informatizada a partir do desenvolvimento de um protocolo de tratamento latino-americano de tumor infantil da SLAOP. Esta meta permitiria o maior intercâmbio de pesquisa da SOBOPE (Sociedade Brasileira de Oncologia Pediátrica) com a SLAOP. Esta colaboração com a SLAOP objetiva melhorar a qualidade tratamento dos pacientes com a melhora da eficiência dos protocolos usados no Brasil, isto é, elevando taxas de cura e de sobrevivência do paciente. Este protocolo será oferecido com conduta médica informatizada para o SUS. A média de cura de câncer Infantil no Brasil é de 46%. A inclusão de pacientes nos protocolos de tratamento aumenta a chance de cura para pelo menos em 70%. Por isso consideramos a importância na continuidade de trabalhos no desenvolvimento de protocolos, mas agora através do INCA, torná-los condutas médicas oficiais no SUS.

Conduta Informatizada para SUS (Desenvolvimento de um protocolo de tumor em cooperação com a SIOP - International Society Oncology Pediatric) - Esta meta têm por objetivo a implementação de uma conduta médica informatizada a partir do desenvolvimento de um protocolo de tratamento internacional de tumor infantil da SIOP. Esta meta permitiria o maior intercâmbio de pesquisa da SOBOPE (Sociedade Brasileira de Oncologia Pediátrica) com a SIOP. Esta colaboração com a SIOP objetiva melhorar a qualidade tratamento dos pacientes com a melhora da eficiência dos protocolos usados no Brasil, isto é, elevando taxas de cura e de sobrevivência do paciente. Este protocolo será oferecido com conduta médica informatizada para o SUS.

Conduta informatizada para SUS (Protocolo de Tumor Infantil a definir pelo INCA) - Esta meta têm por objetivo a implementação de uma conduta médica informatizada a partir do desenvolvimento de um protocolo de tratamento de tumor infantil, a ser indicado pelo INCA. Este protocolo será oferecido com conduta médica informatizada para o SUS.

Conduta informatizada para SUS (Protocolo de Tumor de Adulto a definir pelo INCA )- Esta meta têm por objetivo a implementação de uma conduta médica informatizada a partir do desenvolvimento de um protocolo de tratamento de tumor “adulto”, a ser indicado pelo INCA. Este protocolo será oferecido com conduta médica informatizada para o SUS. A extensão do projeto para atenção ao câncer adulto se justifica, pois são 16 milhões de pacientes com câncer adulto no Brasil, e 463 mil casos novos por ano (INCA, 2004).

Desenvolvimento de Sistema de Gestão de Banco de Dados de transplante de medula óssea com INCA e integração com o Portal Oncopediatria - Esta meta visa a implementação para a viabilização de um sistema nacional de gestão no INCA para registro de transplantes de medula óssea. Nesse sistemas realizaria todos processos de informação de transplantes de medula óssea em pacientes de Câncer.

Pesquisa e Desenvolvimento de Ferramentas de Educação à Distância para Capacitação em Oncologia para o SUS - Este meta visa a pesquisa e a implementação de ferramentas para educação continuada e capacitação de médicos, orientação de pacientes e familiares, inclusive possibilitando o uso de banda larga ou estreita, através do uso de recursos como: curso a distância via WEB, vídeo-aulas, videoconferências, videofones, chat, fórum, bem como desenvolvimento de conteúdo multimídia com a colaboração de especialistas médicos.

Disseminação e Capacitação de usuários profissionais médicos do Portal Oncopediatria, e avaliação da interface humano-computador - Esta meta objetiva a disseminação do uso Portal Oncopediatria. Na fase I, tivemos 6 hospitais em Câncer Infantil em banda-larga e 20 hospitais pela internet convencionada fazendo uso do nosso sistema. A proposta é que um total de 58 hospitais associados a SOBOPE e os 37 Centros de Alta-Complexidade (CACON) na Região Norte-Nordeste façam uso do Portal WEB. Para isso seriam feitos workshops, palestras, avaliação de usabilidade do Portal e distribuição de material informativo técnico, fazendo um trabalho de esclarecimento e motivação de uso do sistema em todo o país.

Sistema de gestão de atendimento clínico-hospitalar com integração ao cartão nacional de saúde (CNS) - O projeto oferecerá como opção aos hospitais da rede pública de um sistema de gestão clínica e prontuário. Ainda hoje, a maior parte dos hospitais do Brasil não possuem

este tipo de sistema. Este sistema incluirá módulos de atendimento, clínico, laboratório, administrativo e financeiro. Este sistema estará integrado com o sistema de identificação de paciente do Cartão Nacional Saúde (CNS). Este sistema objetiva facilitar as várias rotinas nos Hospitais.

Data-Mining na área de registro hospitalar de câncer, para formulação de políticas públicas por parte do INCA - Esta meta visa implementar uma ferramenta de data-mining de registros hospitalares para identificação de padrões de informação na Câncer para possibilitar que o INCA possa definir estratégias e fazer a formulação de políticas públicas.

Pesquisa de tecnologias emergentes aplicados ao auxílio à prática à Oncologia - Esta meta visa a pesquisa e o estudo da viabilidade de tecnologias emergentes na área de oncologia, sendo que os principais focos são:

- Renderização Volumétrica para Visualização e Diagnóstico, e também a aplicabilidade para ambientes colaborativos médicos remotos.
- Estudos de Computação em Grade: arquitetura, middleware, aplicações, e segurança.
- Simuladores para procedimentos médicos invasivos, voltados ao auxílio a capacitação de médicos como procedimentos como biopsias e cirurgias.

## Referências Bibliográficas

---

- [Alexander2001] Alexander, Christopher; "An Introduction for Object-Oriented Designers"; SUNY Oswego / NY CASE Center; disponível em <http://gee.cs.oswego.edu/dl/ca/ca/ca.html> ; acessado em maio de 2001.
- [Arnold1997] Arnold, K; Gosling, J.; "The Programming Language Java – Second Edition"; Sun Microsystems, Addison-Wesley, Inc.; 1997.
- [Assad2003] Assad, E.;Marin, H.F.;"O Prontuário Eletrônico do Paciente na Assistência, Informação e Conhecimento Médico"; Disciplina de Informática Médica da FM-USP; 2003.
- [ATA1999] American Telemedicine Association; "Telemedicine; A Brief Overview", White Paper 1999 Congressional briefing; disponível em [www.ata.org.br](http://www.ata.org.br); 1999.
- [Ayres2001] Ayres, F.J.;"Segmentação e Estimação de Massa Tumoral em Imagens de CT em Neuroblastomas"; Dissertação de Mestrado EPUSP; 2001
- [Bacic2001] Bacic, A.S.; "Um Ambiente Colaborativo de Apoio ao Diagnóstico por Computadores de Alto Desempenho"; Dissertação de Mestrado EPUSP; 2001
- [Bodoff2002] Bodoff, S.; Green, D.; "J2EE Tutorial:, Addison Wesley Longman, Inc., 2002.
- [Booch2000] Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I.; "UML Guia do Usuário"; Editora Campus; 2000.
- [Bertoazzo2002] Bertoazzo Jr; Nivaldo; Furuie, Sergio S.; "Sistema de Armazenamento e Distribuição de Imagens Médicas do PACS InCor"; CBIS'2002; 2002.
- [Braga2002] Braga, P. E., Rosário M., Curado, M.P.; Mortalidade por Câncer Infantil em Goiânia 1978-1996, artigo em [www.hcanc.org.br](http://www.hcanc.org.br); acessado em agosto de 2002
- [CFM2002a] Conselho Federal de Medicina, "Resolução CFM no. 1.643/2002; "Define e disciplina a prestação de Serviço em Telemedicina"; 2002.
- [CFM2002b] Conselho Federal de Medicina, "Resolução CFM no. 1.638/2002; "Define prontuário médico e torna obrigatória a criação da Comissão de Revisão de Prontuários nas instituições de saúde"; 2002.
- [CFM2002c] Conselho Federal de Medicina, "Resolução CFM no. 1.639/2002; "Normas Técnicas para o Uso de Sistemas Informatizados para a Guarda e Manuseio do Prontuário Médico"; 2002.

- [Costa2001] Costa, C.G.A. da; “Desenvolvimento e Avaliação Tecnológica de um Sistema de Prontuário Eletrônico de Paciente, Baseado nos Paradigmas de World Wide WEB e da Engenharia de Software”, Dissertação de Mestrado UNICAMP, 2001.
- [Curado2000] Curado, M. P.; Braga, P. E.; Latorre, M. C.; “Tumores na Infância: Tendências e Análise de Sobrevida em Goiânia (1989-1996)”; publicação da Secretária de Saúde do Estado de Goiás; 2000.
- [Dantas2004] Dantas, M.A.R.; “Grids Computacionais: Fundamentos, Ambientes e Experiências”; Workshop de Grid Computacionais e Aplicações, WCGA05; 2005.
- [Deitel2001] Deitel,H.M; Deitel, P.J.; “Java Como Programar”; 3ª. Edição; Boolman; 2001.
- [DATASUS2001] DATASUS, “Padronização de Registros Clínicos”, Disponível na internet em <http://www.datasus.gov.br/prc>, acessado em setembro de 2002.
- [Detmer97] Detmer, William M.; "Using the Internet to Improve Knowledge Diffusion in Medicine"; Communications of the ACM; August 1997; Vol. 40, N° 8
- [Dominic2000] Dominic Jr.,S.;Bressler;L.R.; Kintzel, P.E.; Geraci, M.C.; “Drug Information Handbook for Oncology”; American Pharmaceutical Association APHA; 2000.
- [Eysenbach2003] Eysenbach, G.; “The Impact of the Internet on Cancer Outcomes”; A Cancer Journal for Clinicians; Volume 53; Number 6; November/December; 2003.
- [Field97] Field, Marilyn J.; "Telemedicine: A Guide to Accessing Telecommunications in Healthcare"; Institute of Medicine, National Press, Washinton D.C.; 1997; 2º edition
- [Fowler1999] Fowler;M.; Janicijevic;I.; "UML Diagrams Chapter 3 for Analysys Patterns"; 1999; disponivel na URL [www.martinfowler.com/apsupp/](http://www.martinfowler.com/apsupp/).
- [Freitas2002] Freitas, C.; “Uma Arquitetura baseada em Padrões Abertos para Visualização Científica Via Internet Aplicado à Medicina”, Dissertação de Mestrado UFPR, 2002.
- [Furuie2002] Furuie, S.; Rebelo, M.; Gutierrez, M.; Moreno, R.; Nardon, F.; Motta, G.; Figueiredo, J.; Bertozzo, N.; Fiales, V.; “Prontuário Eletrônico em Ambiente Distribuído e Heterogêneo: a Experiência do INCOR”; CBIS'2002; 20002.
- [Gamma1994] Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides,J.;”Desing Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software”; Addison Wesley; 1994.

- [Grein2002] Grein, D.; Machado, D.; Dias, J. S.; “Proposta de Integração dos Sistemas de Informações em Saúde com Cartão Nacional Saúde”; CBIS’2002; 2002.
- [Harmon88] HARMON, Paul; KING, David. “Sistemas Especialistas”. Rio de Janeiro: Campus, 1988
- [Hexsel2002] Hexsel, R.A.; Urban, A.E.; Barros, R. S. M.; “Arquitetura do Sistema Cartão Nacional Saúde”; CBIS’2002; 2002.
- [Hira2004a] Hira, A. Y.; Lopes, T. T.; Sanches Jr., C.; Zuffo, M. K.; Lopes, R. D.; “Registro de Pacientes e Protocolos Cooperativos de Tratamento em Oncologia Pediátrica Multimídia Via Web”; III Congresso Latino americano de Engenharia Biomédica CLAEB’2004; João Pessoa; Setembro de 2004.
- [Hira2004b] Hira, A.Y.; Lopes, T. T.; Zuffo, M. K.; Lopes, R. D.; “ONCOPEDIATRIA: Projeto de Telesaúde em Oncologia Pediátrica”; IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS’2004; Novembro de 2004.
- [IARC1996] IARC – Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer; “Classificação Internacional do Câncer na Infância CICI - Relatório Técnico no. 29”; publicação Instituto Nacional do Câncer INCA, Ministério da Saúde; 1996.
- [IARC2003] IARC – International Agency for Research on C ancer; “International Classificacation of Chilhood Câncer ICCC – SEER Modification of the ICCC”; Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER) Program of the National Câncer Institute, download do endereço: [www.seer.cancer.gov](http://www.seer.cancer.gov)
- [IBGE2002] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; “Estatísticas da Saúde: Assistência Médico-Sanitária 2002”; disponível no site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).
- [INCA2003] Instituto Nacional do Câncer - INCA; Câncer Infanti; disponível em [www.inca.gov.br](http://www.inca.gov.br), acessado em dezembro de 2003.
- [INCA2000] Instituto Nacional do Câncer - INCA; Registros Hospitalares de Câncer – Rotinas e Procedimentos, 1ª. Edição, 2000.
- [INTEL2004] INTEL; “The 64-bit Tippng Point – Optimizing Performance, Flexibility, and Value with Intel Itanium Arquiteture and Extended Memory 64 Technology (Intel EM64T)”; Intel Solutions White Paper; Setembro de 2004; acessado em setembro de 2004: [www.intel.com](http://www.intel.com).
- [Kilman97] Kilman, David G.; Forslund David W.; "An International Collaboratory Based on Virtual Patient Records"; Communications of The ACM; August 1997,

- [Leite2003] Leite, Alfredo. "Ganhos de Qualidade e Produtividade no Uso de Componentes". Palestra apresentada no Terceiro Encontro Rational em 14/10/2003. Disponível em <http://www.rational.com/worldwide/brazil/rs-present.jsp>
- [Lopes2004] Lopes, T. T.; Trautenmüller, P.; Hira, A. Y.; Zuffo, M. K.; "Sistema de Teleradiologia para Diagnóstico de Imagem em Oncologia Pediátrica"; IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS'2004; Novembro de 2004.
- [Machado2003] Machado, Liliane S.;"A realidade virtual no modelamento e simulação de procedimentos invasivos em oncologia pediátrica: um estudo de caso no transplante de medula óssea"; EPUSP;2003.
- [Maheu2001] Maheu, M.M; Whitten, P.; Allen, A.; "E-health, telehealth; and telemedicine: A guide to start-up and success"; A Wiley Company; Danvers, MA; 2001.
- [Mirra2004] Mirra, A. P.; Latorre, M. R. D. O; Veneziano, D. B.; "Incidência, Mortalidade e Sobrevida do Câncer da Infância no Município de São Paulo", publicação do Ministério da Saúde; 2004
- [MS2000] Ministério da Saúde; "Registros Hospitalares de Câncer", publicação Instituto Nacional do Câncer (INCA), 2000.
- [MS2002] Ministério da Saúde; "Despesas com Ações e Serviços Públicos de Saúde financiadas por Recursos Próprios", Anuário Estatístico de Saúde no Brasil; 2002.
- [Mukhi2002] Mukhi, V.; Mukhi, S.; Kotecha, N.; "Java Servles JSP"; Makron Books; 2002.
- [Orfali96] Orfali, Robert; Harkey, Dan; Edwards, Jeri; "The Essential Distributed Objects Survival Guide"; 1996; 1º edition
- [Orfali98] Orfali, Robert; Harkey, Dan; "Client/Server Programming with Java & CORBA"; 1998; 2º edition
- [Orfali99] Orfali, Robert; Harkey, Dan; Edwards, Jeri; "Client/Server Survival Guide"; 1999; 3º edition
- [Penchikala2003a] Penchilkala, Srini; "Session Replication in Tomcat 5 Clusters" Part 1, <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2004/11/24/replication1.html>, Part 2, <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2004/11/24/replication1.html?page=2>; acessado em 20/12/2003.
- [Penchikala2003b] Penchilkala, Srini; "Clustering and Load Balancing in Tomcat 5" Part 1, <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2004/03/31/clustering.html>, Part 2, <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2004/03/31/clustering.html?p>

age=2; acessado em 20/12/2003.

- [Pisa2003] Pisa, I.T.; “Midster – Uma arquitetura de Compartilhamento de Imagens Médicas baseada em modelos peer-to-peer (P2P) e Serviços WEB”; Tese de Doutorado FFCLRP; 2003.
- [Pizzo1997] Pizzo, P.A.; Poplack, D.G.; “Principles and Practice of Pediatric Oncology”; Philadelphia, Lippincott-Raven Publishers;1997.
- [Pressman2001] Pressman,R.S.; ”Software Engineering A Practitioner’s Approach”; McGraw-Hill; fitty edition; 2001.
- [Raghupathi97] Raghupathi, W.; "Health Care Information Systems"; Communications of the ACM; August 1997; Vol. 40, N° 8
- [Rocha2002] ROCHA, H.V.; “O ambiente TeleEduc para educação à distância baseadas em WEB: princípios, funcionalidade e perspectivoads de desenvolvimento”. Educação a distância: Fundamentos e práticas. UNICAMP/NIED Campinas, SP.. 2002.
- [Rodrigues2003] Rodrigues, K.E.; Camargo, B. de; “Diagnóstico Precoce do Câncer Infantil: Responsabilidade de todos”, Revista Associação Médica Brasileira; no. Vol. 49 no. 1; 29-34; 2003.
- [Rosa2004] Rosa, A. L. M.; Hira, A. Y. ; Lopes, T. T. ; Zuffo, M. K.; “Ambiente Colaborativo Aplicado à Medicina em Câncer Infantil”;IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS'2004; Novembro de 2004.
- [SBIS2004] SBIS – Sociedade Brasileira de Informática em Saúde; “Manual de Requisitos de Segurança, Conteúdo e Funcionalidades para Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde (RES)”, disponível no endereço [www.sbis.org.br](http://www.sbis.org.br).
- [Sechadri2002] Sechadri, G.; “Understanding JavaServer Pages Model 2 Architecture – Exploring the MVC Design Patterns”; Java World Magazine; disponivel no endereço [www.javaworld.com](http://www.javaworld.com); acessado em dezembro de 2002.
- [Shaphorst1999] Shaphorst; R.; “Videoconferencing and Videotelephony: Technology and Standarts”, Second Edition; Artech House, Inc.; 1999.
- [Siberry2000] Siberry, G.H.; Iannone,R.; ”The Harriet Lane Handbook , A Manual for Pediatric House Officers”; The Johns Hoptikns Hospital; fifteenth edition;2000.
- [Smith2002] Smith, John. “A Comparison of RUP and XP”, Rational Software White Paper. Disponível para download em <http://www.rational.com>, acessado em agosto de 2002.
- [SOBOPE2000a] Grupo Brasileiro Cooperativo de Tratamento de Linfoma não Hodgkin SOBOPE; “Protocolo LNH

2000”; 2000.

- [SOBOPE2000b] Grupo Brasileiro Cooperativo de Tratamento de Neuroblastoma SOBOPE; “Protocolo Neuro-IX 2000 Tratamento Combinado dos Neuroblastomas de Alto Risco”; 2000.
- [SOBOPE2000c] Grupo Brasileiro Cooperativo de Tratamento de Tumores Ósseos SOBOPE; “Protocolo Osteossarcoma-I Metástico”; 2000.
- [SOBOPE2000d] Grupo Brasileiro Cooperativo de Tratamento de SOBOPE Ósseos; “Protocolo de Osteossarcoma-I Não-Metástico”; 2000
- [SOBOPE1999] Grupo Cooperativo de Tratamento Tumor de Células Germinativas SOBOPE; “Protocolo TCG 99”; 2000
- [SOBRALI2003] Sobral, Luciana; “Telemedicina é capaz de reduzir em 60% as transferências para SP”; Diário de São Paulo; 8 de junho de 2003; Coluna São Paulo; página A-4; 2003.
- [WANG2002] Wang, D.; Peleg, M.; Tu, S.W.; Boxwala, A. A.; Greenes, R. A.; Patel, V. L.; Shortliffe, E. H.; “Representation primitives, process models and patient data computer-interpretable clinical practice guidelines: A literature review of guidelines representation models”; International Journal of Medical Informatics no. 68 pg 59-70; 2002.
- [WONG1997] Wong, S. T. C.; Huang, H.K.; “Networked Multimedia for Medical Imaging”; IEEE Multimedia, april-june 1997; 1997.
- [WOOLF1999] Woolf S.H., Grol R., Hutchinson A., Eccles M., Grimshah J., “Potential benefits, limitations, and harms of clinical guidelines”, *BMJ* 318, 1999, pp. 527-530, 1999.

## Referências Bibliográficas - Complementar e Recomendada

---

- [ACR Standards 1/99] ACR Standards; "ACR Standard for Digital Image Data Management"; 1998 (Res. 15), Effective 1/1/1999
- [ACR Standards 95] ACR Standards; "ACR Standard for Communication: Diagnostic Radiology"; 1991 (Res. 5) Revised 1995 (Res. 10)
- [ACR Standards 99] ACR Standards; "ACR Standard for Teleradiology"; 1994 (Res. 21) Effective 1/1/1999
- [Bai97] Bai, Jing; Hu, Bingyi; Zhang, Yonghong; Ye, Datian; "A Communication Server for Telemedicine Applications"; IEEE Transactions on Information Technology In Biomedicine; September 1997; Vol. 1; N° 3
- [Chronaki97] Chronaki, Catherine E.; Katehakis, Dimitrios G.; Zabulis, Xenophon C.; Tsiknakis, Manolis; Orphanoudakis, Stelios C.; "WebOnCOLL: Medical Collaboration in Regional Healthcare Networks"; IEEE Transactions on Information Technology In Biomedicine; December 1997; Vol.1 N° 4
- [Comer93] Comer, Douglas E.; Stevens, David L.; "Internetworking With TCP/IP - Client/Server Programming and Applications/Volume 3"; 1993; 1° edition
- [Gorton95] Gorton, Ian; Gray, Jonathan P.; Jelly, Innes; "Object-Based Modelling of Parallel Programs"; IEEE Parallel & Distributed Technology; Summer 1995; Vol. 3; N° 2
- [Horii96] Horii, Steven C.; Bidgood, Jr, W. Dean; "Network and ACR-NEMA Protocols"; IEEE Computational Science & Engineering; Winter 1996; Vol. 3, N° 4
- [Kleinholz94] Kleinholz, Lutz; Virchow, Rudolf; Ohly, Martin; "Supporting Cooperative Medicine: The Bermed Project"; IEEE Multimedia; Winter 1994; Vol. 1, N° 4
- [Korth95] Korth, Henry F.; Silberschatz, Abraham; "Sistema de Banco de Dados"; 1995; 2° edição
- [Marca92] Marca, David; Bock, Geoffrey; "Groupware: Software for Computer-Supported Cooperative Work"; 1992; 2° edition
- [Parvati99] Parvati Dev; "Imaging and Visualisation in Medical Education"; IEEE Computer Graphics and Applications; May/June 1999, Vol 19, N° 3
- [Patel] Patel, Vimla L.; Allen, Vanessa G.; Arocha, José F.; "Representing Clinical Guidelines in GIFE Individual

- "Representing Clinical Guidelines in GLIF Individual and Collaboration Expertise"; Section on Medical Informatics - Stanford University School Of Medicine
- [Rindfleisch97] Rindfleisch, Thomas C.; "Privacy, Information Technology, and Health Care"; Communications of The ACM; August 1997, Vol. 40, N° 8
- [Rumbaugh91] Rumbaugh, James; Blaha, Michael; Premerlani, William; Eddy, Frederick; Lorensen, Willian; "Object Oriented Modelling and Design", 1º 2001
- [Shah97] Shah, Pinkesh J.; Martinez, Ralph; Zeigler, Bernard P.; "Design, Analysis, and Implementation of a Telemedicine Remote Consultation and Diagnosis Session Playback Using Discrete Event System Specification"; IEEE Transactions on Information Technology In
- [Shortliffe] Shortliffe, Edward H.; Patel, Vimla L.; Cimino, James J.; Barnett, Octo G.; Greenes, Robert A.; "A Study of Collaboration Among Medical Information Research Laboratory"; Section on Medical Informatics - Stanford University School Of Medicine
- [Siegel98] Siegel, Jon; "OMG Overview: CORBA and OMA in Enterprise Computing"; Communications of the ACM; October 1998; Vol. 41, No 10
- [Zuffo97] Zuffo, Marcelo Knörich; "Um Ambiente de Programação de Alto Desempenho para Visualização Volumétrica"; 1997;

# Anexos

---

Anexos se referem a:

- Diagramas IDEF0,
- Diagramas de Sequência
- Diagrama de Classe
- Modelos E-R

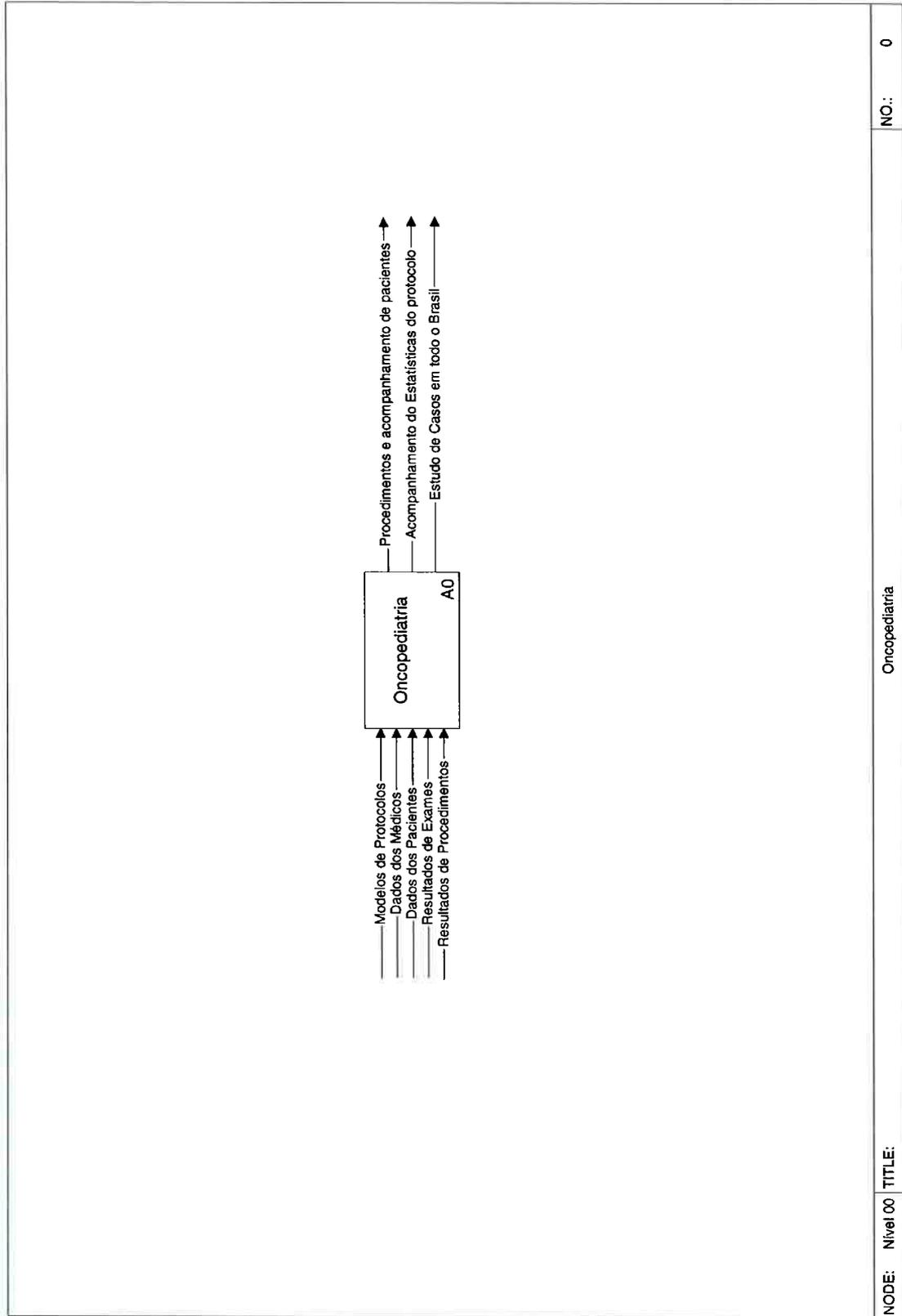


Figura 47 – IDEFO nível 0 do SIS

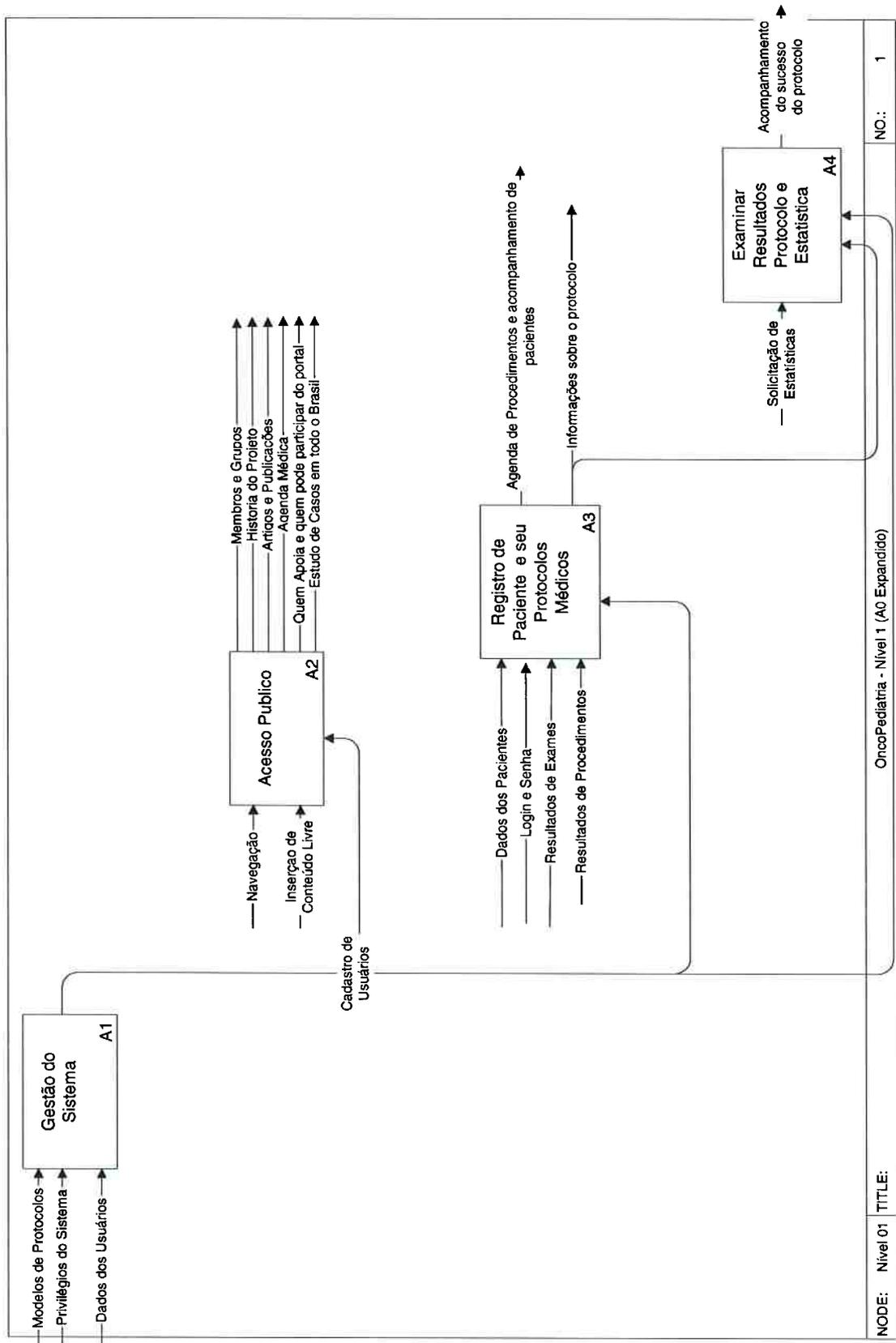
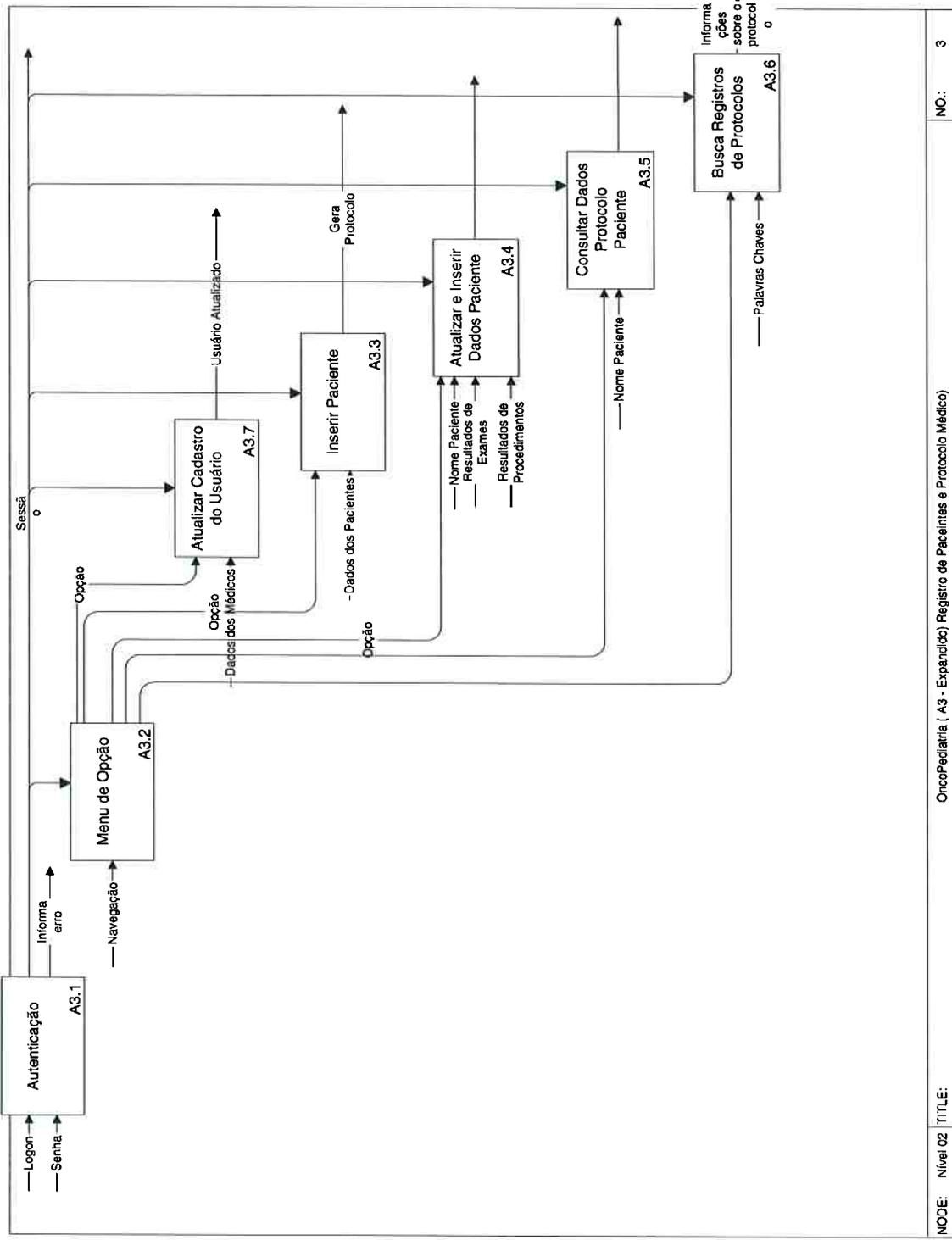
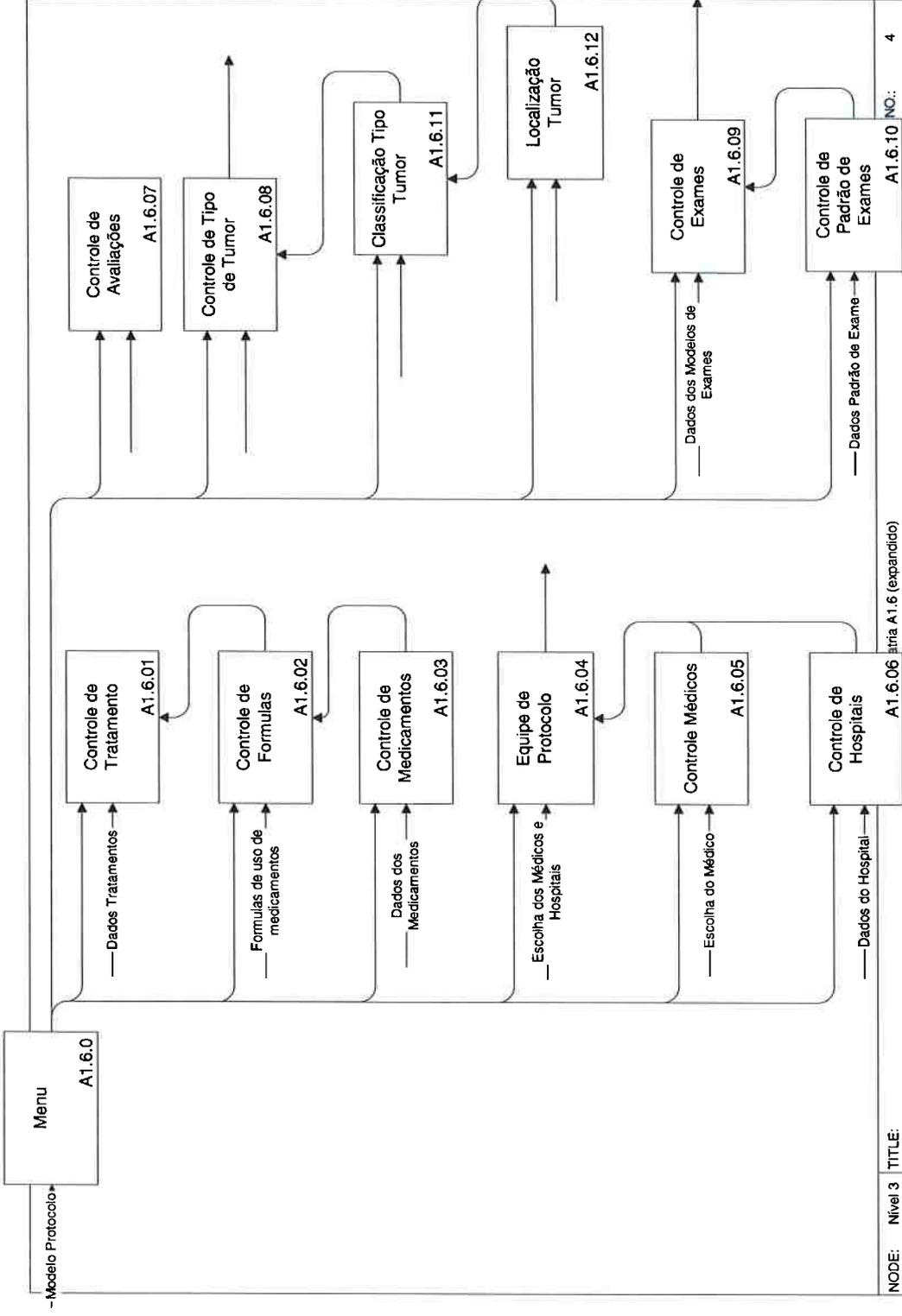


Figura 48 – Diagrama IDEF0 nível 1 (expandido do nível 0)





**Figura 50 – Diagrama IDEF0 da Atenticação do Usuário e Acesso ao Menu de Serviços**



**Figura 51 - Diagrama IDEF0 de Controle de Protocolos**

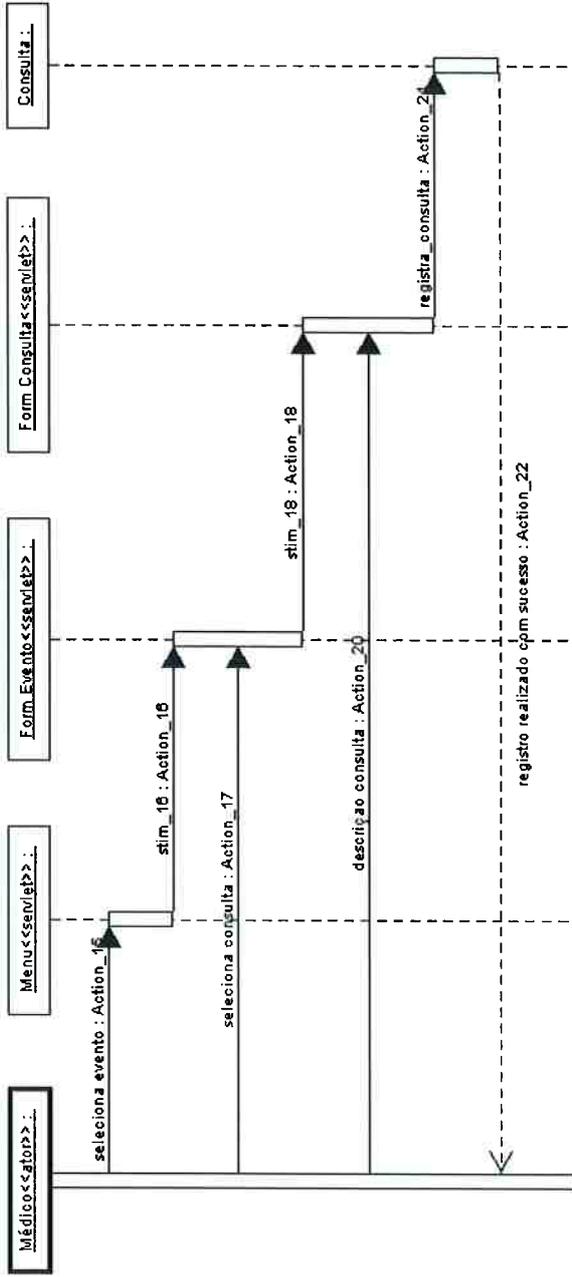


Figura 52 - Diagrama de Sequência 1: Caso de uso para registro de evento médico do tipo consulta

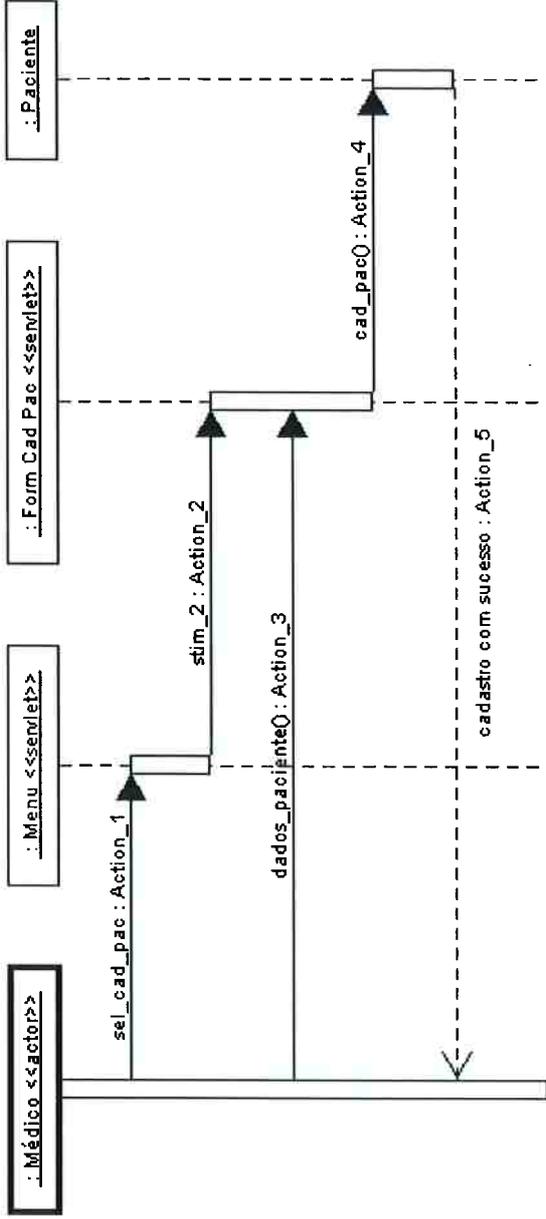


Figura 53- Diagrama de Seqüência 2: Caso de uso para cadastro de paciente

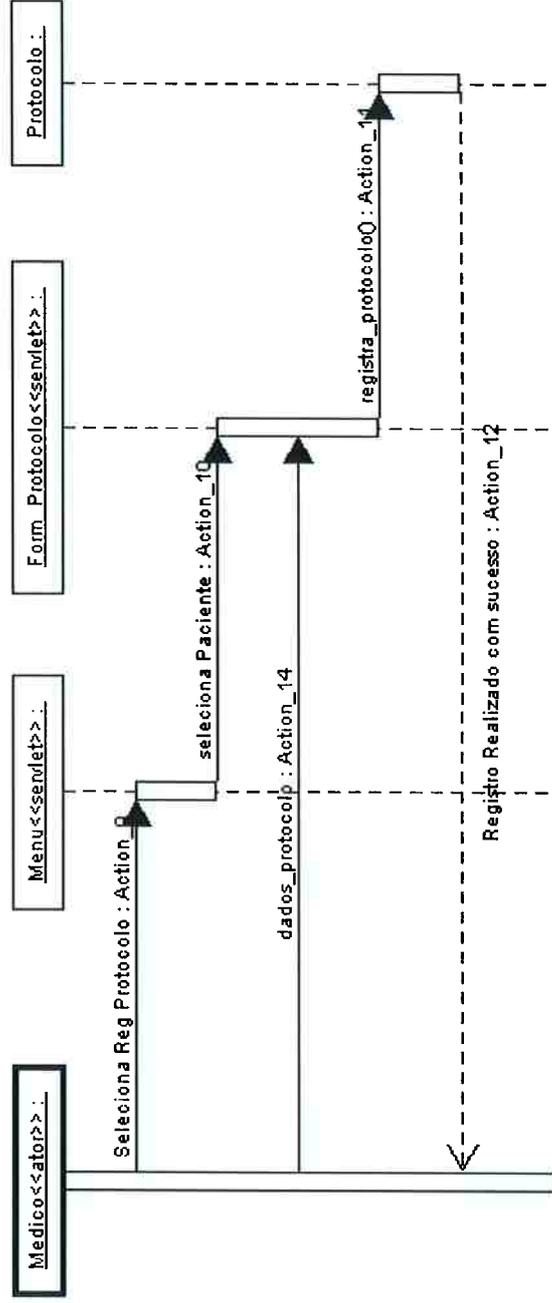


Figura 54- Diagrama de Sequência 3: Caso de uso para cadastro de protocolo

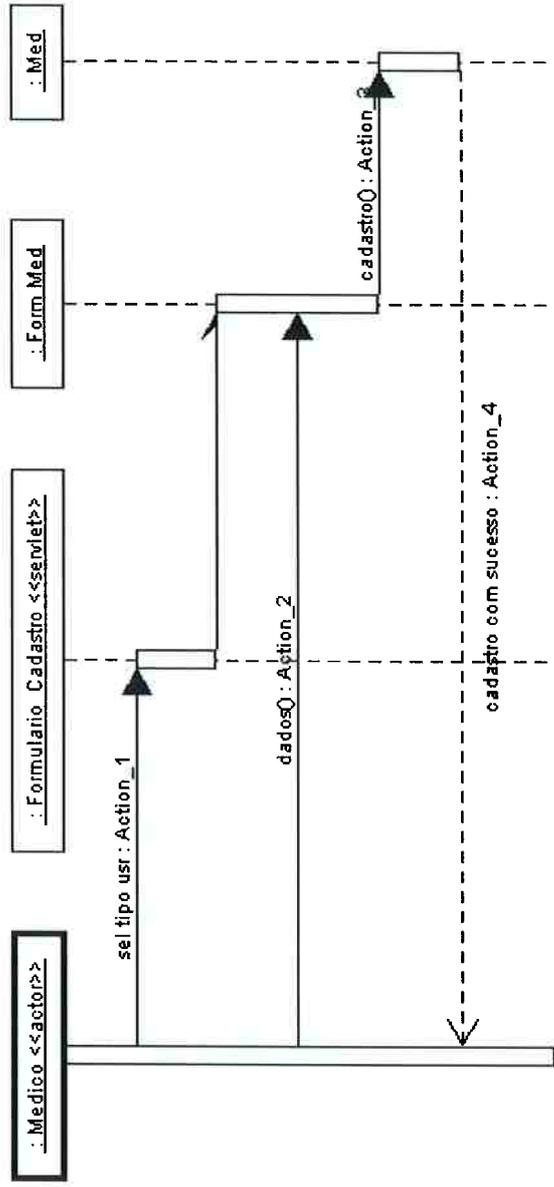


Figura 55 - Diagrama de Seqüência 4: Caso de uso para cadastro do médico

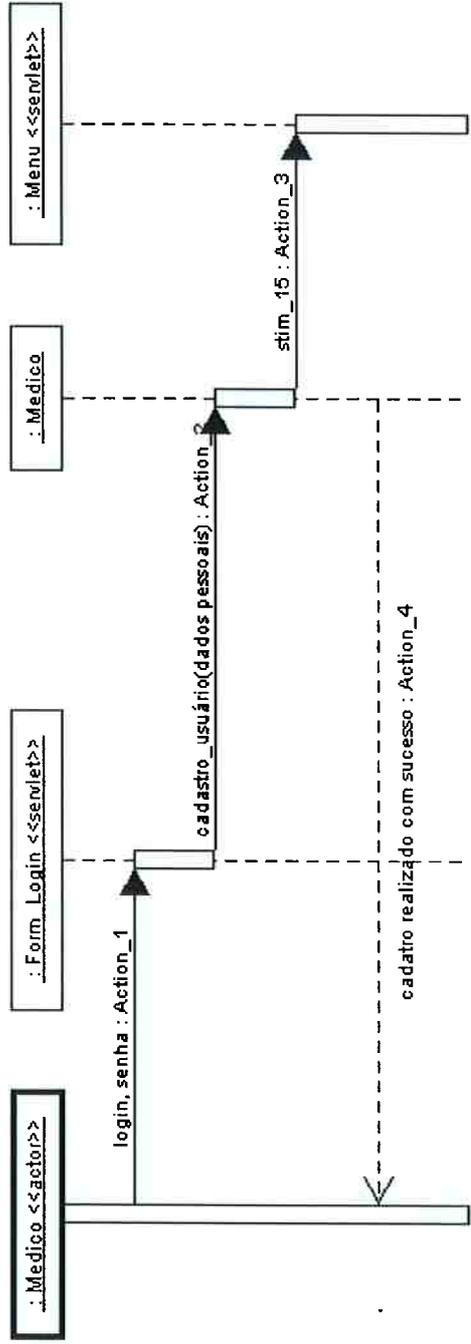
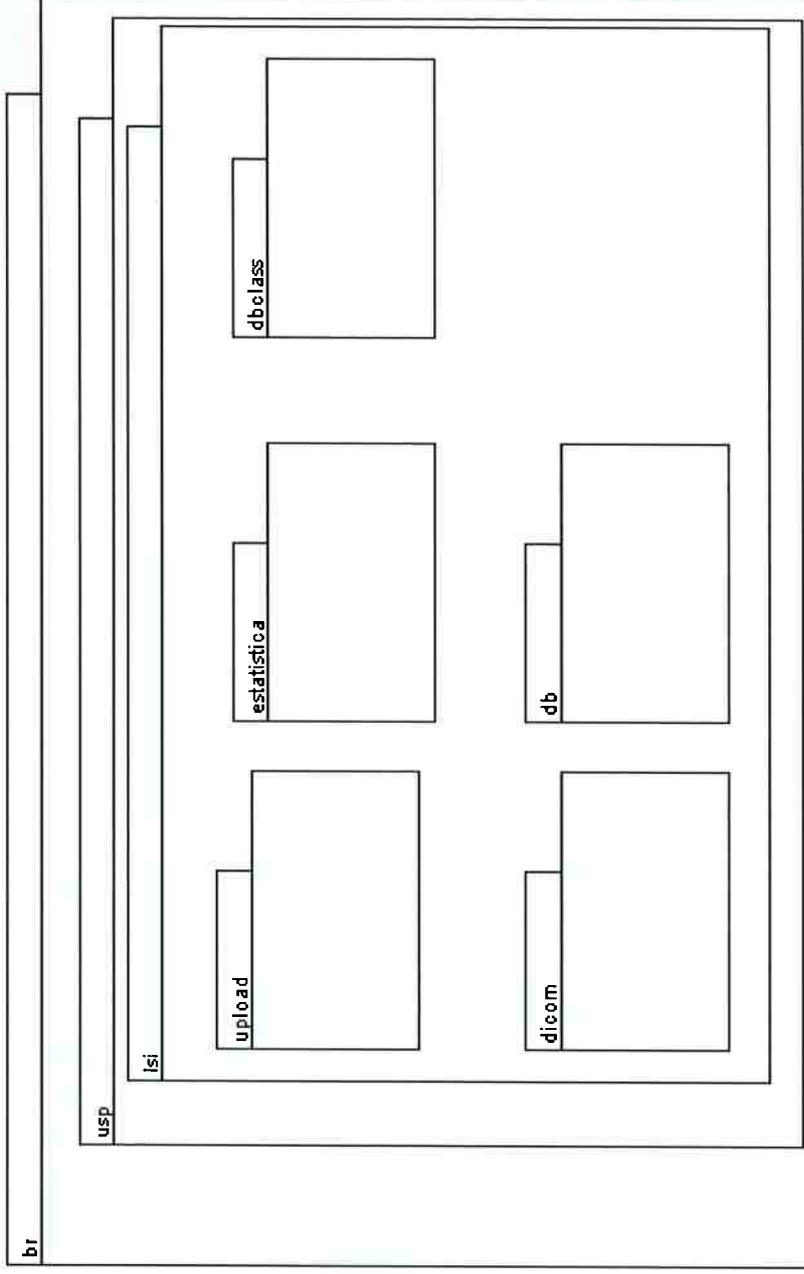
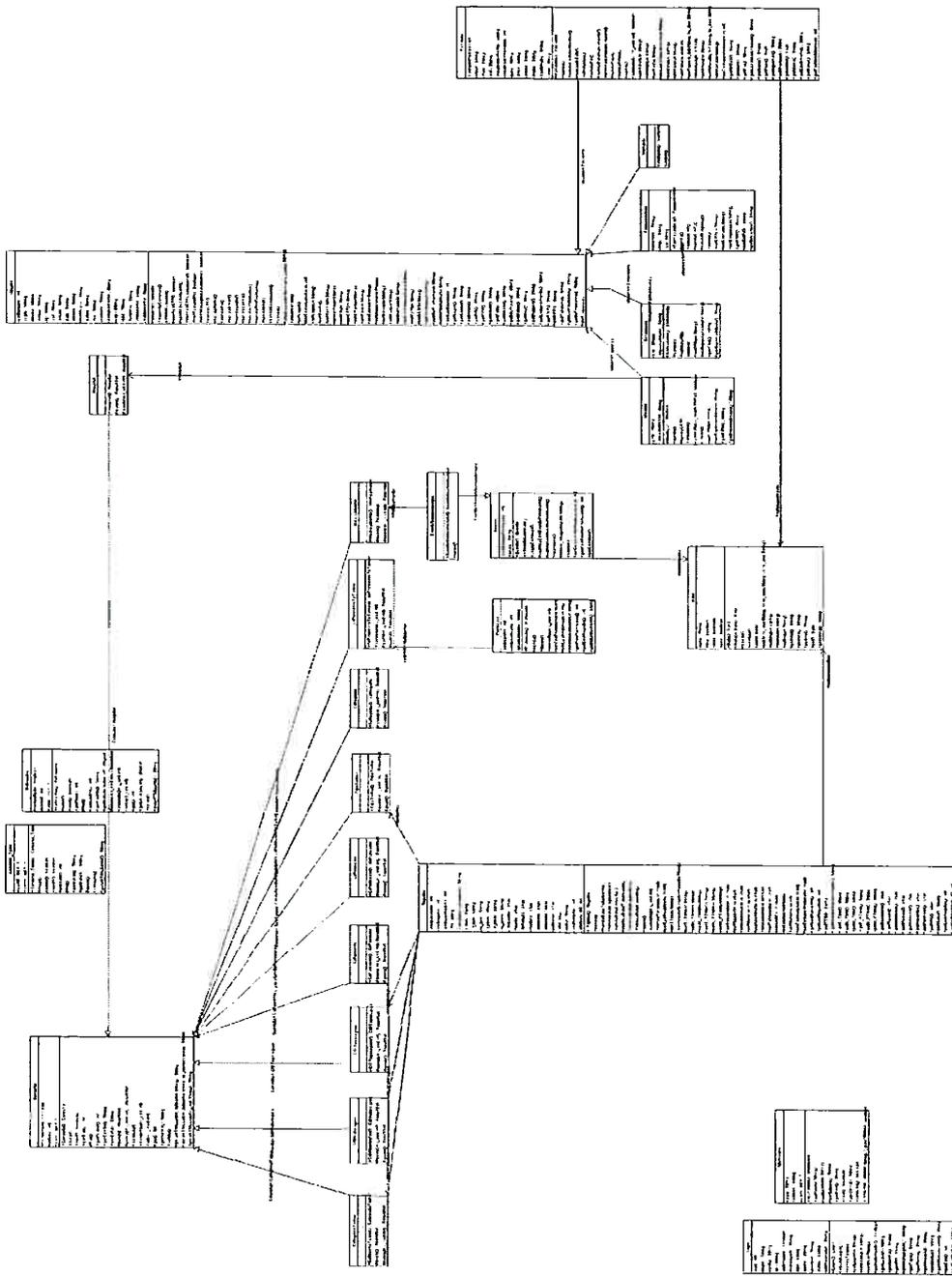


Figura 56-- Diagrama de Seqüência 5: Caso de uso para cadastro de paciente



**Figura 57- Estrutura de Pacotes do Java do SIS (Portal Oncopediatria)**





**Figura 59 – Diagrama de Beans Detalhado**

