

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA  
COMPUTAÇÃO**

**Michel Sehn**

**HIPERFLOW: INTEGRAÇÃO DO PROTOCOLO  
DE ATENDIMENTO DE PACIENTES  
POTENCIALMENTE HIPERTENSOS EM UM  
SISTEMA GERENCIADOR DE WORKFLOW**

Dissertação de Mestrado submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação

Prof. Dr. rer nat Aldo Von Wangenheim

Florianópolis, março de 2003.

# **HIPERFLOW: INTEGRAÇÃO DO PROTOCOLO DE ATENDIMENTO DE PACIENTES POTENCIALMENTE HIPERTENSOS EM UM SISTEMA GERENCIADOR DE WORKFLOW**

Michel Sehn

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação Área de Concentração Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

---

Prof. Dr. Fernando A. Ostuni Gauthier  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. rer nat Aldo Von Wangenheim  
Orientador

---

Prof. Dr. rer nat Michael M. Richter

---

Prof. Dr. Marino Bianchin

---

Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos

---

Prof. Dr. João Bosco Manguiera Sobral

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família Odilon Sehn, Maria Helena Andersen Sehn e Isabelle Sehn.

Aos colegas de trabalho do Projeto Cyclops que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos da Pós-Graduação.

À Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí – UNIDAVI, pelo auxílio financeiro para a realização deste Mestrado.

Aos professores e servidores da Universidade Federal de Santa Catarina.

Ao meu orientador Aldo von Wangenheim por ter me dado apoio quando necessário.

A Deus.

*“We can know more than we can tell”.*

Michael Polanyi

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
1.1 Projeto Cyclops.....	16
1.2 Motivação .....	17
1.3 Objetivos .....	18
1.3.1 Objetivo geral .....	18
1.3.2 Objetivos específicos .....	19
1.4 Integração com outros trabalhos .....	20
1.4.1 POKMAT – Process Oriented Knowledge Management Tool .....	21
1.5 Metodologia .....	21
1.6 Estrutura da dissertação .....	23
2 HIPERTENSÃO ARTERIAL .....	25
2.1 Introdução .....	25
2.2 Definição.....	25
2.3 Diagnóstico e Classificação .....	25
2.4 Rotina Diagnóstica e de Seguimento .....	27
2.5 Avaliação .....	28
3 SISTEMA GERENCIADOR DE FLUXO DE TRABALHO (WORKFLOW MANAGEMENT SYSTEM) .....	30
3.1 Introdução .....	30
3.2 Definição.....	30
3.3 Terminologias do <i>workflow</i> .....	32
3.4 Sistema Gerenciador de <i>Workflow</i> (WfMS) .....	33
4 O PADRÃO DICOM STRUCTURED REPORT .....	36
4.1 Introdução .....	36
4.1.1 Definições de Objeto de Informação .....	36
4.1.2 Conteúdo do documento .....	37
4.1.3 Modelos de laudo.....	38
5 ESTADO DA ARTE E DA PRÁTICA .....	39
5.1 Parte I – Sistemas de Suporte à Decisão em Hipertensão .....	39
5.1.1 ATHENA.....	39

5.1.2 HyperCare .....	42
5.2 Parte II – Sistemas de Suporte à Decisão com WfMS .....	45
5.2.1 GUIDE .....	45
5.3 Parte III - Sistemas de Workflow .....	49
5.3.1 TriGSflow .....	49
5.3.2 Vortex .....	49
5.3.3 METEOR <sub>2</sub> .....	50
6 ARQUITETURA DO SISTEMA HIPERFLOW .....	52
6.1 Arquitetura do Sistema Cyclops .....	52
6.2 A configuração e execução de processos .....	55
6.3 Componentes do Sistema HiperFlow .....	56
6.4 O Modelador .....	57
6.5 Serviço de <i>Workflow</i> .....	58
6.6 Assistente de Informação .....	58
7 MODELAGEM DO SISTEMA HIPERFLOW .....	59
7.1 Representação do conhecimento .....	59
7.2 Modelagem de um exame de Hipertensão Arterial na Base Estática de Conhecimento .....	60
7.3 Modelagem do exame de Hipertensão Arterial no Padrão DICOM SR .....	63
8 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA HIPERFLOW .....	66
8.1 Modelador .....	66
8.1.1 Ferramenta utilizada para modelar <i>guidelines</i> de exames .....	66
8.2 Assistente de Informação .....	70
8.2.1 Editor de Exame <i>Structured Report</i> para Hipertensão Arterial .....	71
9 CONCLUSÕES .....	80
9.1 Trabalhos Futuros .....	80
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
11 ANEXO 1 – MODIFICAÇÃO DO ESTILO DE VIDA .....	87
12 ANEXO 2 – DICIONÁRIO DE TERMOS DE HIPERTENSÃO ARTERIAL .....	89

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classificação da PA em adultos maiores de 18 anos de idade. ....	26
TABELA 2 - Recomendações para seguimento de medida de PA inicial em adultos. ...	27
TABELA 3 - Componentes para a estratificação do risco individual dos pacientes hipertensos em função da presença de fatores de risco e de lesão em órgãos-alvo ou doenças cardiovasculares. ....	28
TABELA 4 - Estratificação em grupos, de acordo com o fator de risco individual. ....	29
TABELA 5 - Orientação terapêutica baseada na estratificação do risco e nos níveis da pressão arterial. ....	29

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Base de conhecimento de hipertensão do ATHENA DSS. ....	40
FIGURA 2 - Recomendações do ATHENA DSS. ....	42
FIGURA 3 - Esquema de classes.....	44
FIGURA 4 - Passos para a implementação do Sistema Gerenciador de Workflow para pacientes baseados em guideline. ....	46
FIGURA 5 - Alto nível do modelo de cuidados médicos para o tratamento de pacientes com derrame cerebral isquêmico na fase aguda representado pelo Oracle Workflow Monitor .....	48
FIGURA 6 - Detalhamento da fase aguda. As linhas espessas apresentam as atividades realizadas, as linhas finas representam as atividades não realizadas. ....	48
FIGURA 7 - Planejador de mapa.....	51
FIGURA 8 - Arquitetura do Sistema Cyclops .....	52
FIGURA 9 - Arquitetura do Sistema HiperFlow.....	57
FIGURA 10 - Topo da árvore Cyclops.....	59
FIGURA 11 - Estrutura da árvore de Hipertensão Arterial.....	60
FIGURA 12 - Sub árvore Function .....	62
FIGURA 13 - Editor de Modelo da Hipertensão Arterial .....	64
FIGURA 14 - <i>Cyclops Static Database Browser</i> .....	67
FIGURA 15 - <i>Component Editor</i> .....	68
FIGURA 16 - <i>Attribute Editor</i> .....	69
FIGURA 17 - <i>Type Editor</i> .....	70
FIGURA 18 -DICOM Editor .....	71
FIGURA 19 - <i>Editor de Exames DICOM Structured Report</i> para HAS .....	72
FIGURA 20 - Árvore HAS .....	73
FIGURA 21 - Editor de Exames - Atividade <i>Check Blood Pressure</i> .....	73
FIGURA 22 - Valores das atividades .....	74
FIGURA 23 - Editor de Exames das atividades executadas do processo <i>Clinical</i> <i>Evaluation</i> .....	75
FIGURA 24 - <i>IDAX System Browser</i> - Decomposição do nodo <i>Hypertension</i> .....	76
FIGURA 25 - <i>IDAX System Browser</i> - Seleção de implementação da atividade <i>CheckBloodPressure</i> .....	77



FIGURA 26 - <i>IDAX System Browser</i> - Resultado do processamento de <i>ClinicalEvaluation</i> .....	78
FIGURA 27 - <i>IDAX System Browser</i> - <i>Treatment Plan</i> .....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ATHENA – *Assessment and Treatment of Hypertension: Evidence-Based Automation*
- API – *Application Program Interface*
- CfMS – *Careflow Management System*
- CheckTODCCD – *Check Target Organ Damage Clinical Cardiovascular Disease*
- DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine*
- DSS – *Decision Support System*
- ECA – *Evento Condição Ação*
- EMR – *Electronic Medical Record*
- HAS – *Hipertensão Arterial Sistêmica*
- III CBHA – *III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial*
- ICD 9 – *International Classification of Disease, 9th revision*
- IHE – *Integrating the Healthcare Enterprise*
- IDAX – *Intelligent Design Assistant based on REDUX*
- IMC – *Índice de massa corpórea*
- IS – *Instituição de Saúde*
- ISH – *International Society of Hypertension*
- JNC6- *The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure*
- KM – *Knowledge Management*
- MILOS – *Minimally Invasive Long-term Organizational Support*
- PA – *Pressão Arterial*
- PAD – *Pressão Arterial Diastólica*
- PAS – *Pressão Arterial Sistólica*
- PL – *Procedural Language*
- RBC – *Raciocínio Baseado em Casos*
- SBC – *Sociedade Brasileira de Cardiologia*
- SQL – *Structured Query Language*
- SR – *Structured Report*
- TMS – *Truth Maintenance System*
- TriGS – *Trigger system for GemStone*

WfMS – *Workflow Management System*

WHO – *World Health Organization*

WMC – *Workflow Management Coalition*

WPDL – *Workflow Process Definition Language*

WWW – *World Wide Web*

## RESUMO

Neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia computacional para o auxílio médico no tratamento e diagnose da hipertensão arterial. Esta metodologia foi parcialmente implementada na forma de um protótipo. O sistema é baseado na modelagem de processos de atendimento médico de pacientes utilizando o protocolo de atendimento (*guideline*) e no modelo de *sistema de gerência de fluxo de trabalho* (*workflow management system*) desenvolvido pelo Projeto Cyclops. A área de aplicação foi o desenvolvimento de um sistema para auxiliar os médicos no tratamento e diagnose de pacientes hipertensos, considerando a integração do *guideline* de hipertensão, a integração do processo de atendimento clínico de hipertensão arterial em uma forma transparente ao prontuário do paciente e a visualização do prontuário eletrônico do paciente de acordo com o padrão internacional DICOM *Structured Report*.

O conhecimento médico modelado no sistema HyperFlow deriva do *guideline* de evidências baseado no “*The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (JNC6, 1997)” e no III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial (III CBHA, 1998)

## ABSTRACT

In the scope of this work, we developed a computational methodology for the support of the medical staff during hypertension treatment and diagnosis. This methodology was partially implemented as a software prototype. The system is based on the medical assistance process model using hypertension guideline and in the workflow management system model developed at the Cyclops Project. The application field is a system to support the medical staff on the hypertension treatment and diagnosis, considering the hypertension guideline integration, health care process integration in a transparent form to patient record, and patient record visualization compliant to DICOM Structured Reporting standards.

The medical knowledge modelled in HyperFlow derives from the evidence-based guideline available in The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC6) and in The III Brazilian Hypertension Consensus.

# 1 INTRODUÇÃO

A Hipertensão Arterial Sistêmica é um importante problema de saúde pública, de natureza multifatorial, caracterizada pela elevação da pressão arterial e se não identificada e/ou não tratada, acomete vários órgãos como o coração, cérebro, rins e grandes artérias.

A Hipertensão Arterial atinge 600 milhões de pessoas no mundo e 3 milhões morrem, anualmente, como resultado direto de hipertensão (WHO-ISH, 1999). Portanto, a detecção e o tratamento precoce da hipertensão arterial é importante para a redução dos riscos de morbidade e mortalidade cardiovasculares e para a redução do custo social, o qual é o responsável por cerca de 40% das causas de aposentadoria precoce e de absenteísmo no trabalho em nosso meio (III CBHA, 1998).

Vários problemas que ocorrem em IS (IS - Instituições de Saúde) são relacionados à indisponibilidade do conhecimento:

- Conhecimento médico explícito necessário em um determinado instante e conhecimento tácito expressado como experiência de atendimento.
- Cultura médica e organizacional da equipe ou organização médica, com procedimentos, protocolos e métodos desenvolvidos durante o tempo e não codificados.

Vamos analisar estes problemas abaixo.

Muitas vezes, profissionais experientes da área da saúde, quando deixam o ambiente de trabalho, levam, consigo, o conhecimento adquirido sobre a repetição de uma atividade, sobre o treinamento recebido dos casos típicos de pacientes. Isto faz com que as habilidades com os colegas da equipe médica sejam perdidas. Este conhecimento é primordial para as IS e pode levar muito tempo para um novo profissional adquirir todo este conhecimento. A utilização de um sistema centralizador de conhecimento sobre os casos ocorridos com pacientes, auxilia dois membros pertencentes à fase de treinamento: o médico que gasta muito tempo na repetição de ensinamento dos procedimentos de atendimento ao paciente hipertenso, e o estudante que necessita verificar ou solucionar casos especiais de pacientes. Como o sistema possui uma implementação do *guideline* de hipertensão arterial, o próprio estudante pode buscar o conhecimento sem a necessidade explícita de um médico experiente, evitando o esquecimento de dados importantes no atendimento do paciente. Um *guideline* descreve uma boa maneira de

modelar conhecimento médico e de prover padrões de treinamento. O *guideline* de exame descreve exames especiais, neste caso, exame de hipertensão arterial. Este modelo de processo contém todos os passos de um exame, como uma descrição textual ou exemplos dos diversos casos de hipertensão arterial. Uma ontologia usada para modelar este processo representa o conhecimento sobre os fatores de risco, lesões em órgãos-alvo e doenças cardiovasculares, o qual classificam um paciente em ser ou não considerado hipertenso.

Sistemas computacionais podem reduzir a carga de trabalho, aumentar a produtividade e resultar em diminuições de erros através de tarefas automatizadas e acompanhamento das ações. Basicamente, são necessárias a aquisição de conhecimento de cuidados médicos (neste caso conhecimento de hipertensão arterial), a análise e a modelagem dos processos. Três tipos de processos são relevantes para o desenvolvimento desta tese:

- **Processo Organizacional:** Os processos, em uma instituição, devem ser planejados e executados, ou seja, a política interna deve ser respeitada e as responsabilidades, regras e atividades devem ser distribuídas entre os membros da instituição. Por exemplo, com a entrada de um paciente em uma IS, primeiramente, o agente de saúde deve fazer a anamnese e analisar se o paciente é ou não suspeito de hipertensão arterial; caso seja suspeito, deve solicitar exames e agendar uma consulta com o médico especialista em hipertensão arterial. Estes problemas podem ser facilitados através de ferramentas de software que auxiliam e otimizam a execução destes processos.
- **Processo de Execução Interativa:** São os processos que não podem ser executados automaticamente, necessita-se da inserção de dados do paciente para dar continuidade ao fluxo de trabalho. Por exemplo, o sistema de auxílio médico possui todas as informações existentes no *guideline* de hipertensão arterial, elaborado pelo III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial (III CBHA, 1998) e pelo *The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (JNC6, 1997). O agente de saúde deve informar, ao sistema, os dados da anamnese como o valor da pressão arterial sistólica e diastólica (PAS, PAD),

verificar se o paciente possui ou não a presença de fatores de risco ou lesão em órgãos alvos. Caso o agente de saúde esqueça de verificar um destes componentes, o sistema alerta não o deixa prosseguir até que seja executado o processo.

- **Processo de Execução Automática:** São os processos que ocorrem de forma automática, sem a necessidade de intervenção do agente de saúde. Por exemplo, após a coleta das informações requeridas pelo sistema (PAS, PAD, fatores de risco, lesão em órgãos-alvo) ocorre a classificação automática do paciente em grupos de acordo com o fator de risco individual.

Sistemas computacionais podem lembrar os médicos da melhor forma de entendimento dos *guidelines* para cuidados médicos (McDonald, CJ.,1984). No ambiente hospitalar, quando o processo lógico é fornecido pelo *guideline*, o sistema pode ser chamado de Sistema Gerenciador de *Workflow* para pacientes baseados em *guideline* (Quaglini, S, 2000).

### 1.1 Projeto Cyclops

A experiência do Laboratório de Integração de Software e Hardware (LISHA) da Universidade Federal de Santa Catarina, na área do desenvolvimento de projetos de pesquisa em software médico-hospitalar, originou-se no contexto de um projeto de pesquisa internacional, o Projeto Cyclops (Wangenheim et.al. 1997, Cyclops 2002). O Projeto Cyclops foi desenvolvido por um consórcio internacional coordenado pelo LISHA na Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil) e pelo Laboratório de Sistemas. Baseados em Conhecimento da Universidade de Kaiserslautern (Alemanha), contando ainda com vários parceiros acadêmicos, industriais e médicos do Brasil e da Alemanha.

O Projeto Cyclops existe como projeto-chapéu desde 1997 e desenvolve tecnologias de software para os mais variados domínios de aplicação de Sistemas de Informação Hospitalar, principalmente nas áreas de telemedicina, prontuário eletrônico, sistemas de arquivamento e comunicação de sinais e imagens médicas, planejamento cirúrgico e suporte automatizado para diagnóstico por imagem. Hoje, o grupo de pesquisas é dividido em vários projetos temáticos, onde cada projeto conta com uma equipe de desenvolvimento e fonte de financiamento específica. Essa equipe é



multidisciplinar e, muitas vezes, se encontra distribuída internacionalmente. O desenvolvimento do grupo deu-se de forma gradual ao longo dos anos, e foi, conscientemente, realizado em torno de um núcleo de software e cultura médica única em que os membros cooperam através dos projetos. Isto permite que toda nova tecnologia desenvolvida usufrua um *pool* crescente de ferramentas de software padronizadas próprias e *know-how* médico resultante de aplicações-piloto realizadas em projetos anteriores. Essa filosofia de criar uma cultura integrada e um *pool* de ferramentas, a partir do qual novos projetos podem ser desenvolvidos de forma rápida e consistente, facilita, enormemente, o desenvolvimento desta tese através da utilização dessa infraestrutura de conhecimento, ferramentas e códigos já desenvolvidos.

## 1.2 Motivação

A motivação para a realização deste trabalho está ligada, sobretudo, à centralização e ao gerenciamento do conhecimento de hipertensão arterial e no desenvolvimento de uma ferramenta de software inteligente para o controle do fluxo de trabalho e distribuição de tarefas sobre o atendimento médico aos pacientes potencialmente hipertensos na Instituição de Saúde.

Atualmente, muitas IS não padronizam os processos e a distribuição das tarefas. A padronização dos processos de atendimento e a solicitação de exames de diagnósticos facilitam o acompanhamento e a comparação dos diferentes casos de pacientes em tratamentos de longa duração.

A necessidade de um sistema de suporte ao processo de atendimento médico a pacientes potencialmente hipertensos auxilia, principalmente, no atendimento médico primário como em postos de saúde e serviços de atendimento emergencial, é necessário relembrar aqui dados importantes da anamnese os quais podem ser esquecidos e que são de fundamental importância para o diagnóstico e tratamento do paciente.

Outra necessidade importante é o suporte aos estudantes de medicina na fase de aprendizado prático que são treinados por médicos experientes durante sua capacitação. Após estarem treinados e capacitados, estes deixam a fase de aplicações práticas e novos estudantes iniciam esta fase. Conseqüentemente, os médicos experientes gastam, novamente, tempo para ensinar novos estudantes, fazendo com que seu tempo de

disposição seja desperdiçado para a realização de outras atividades na IS. Boas ferramentas de ensino facilitam parte do treinamento, ocasionando o aproveitamento de tempo dos médicos experientes em outras atividades no hospital. Quando o conhecimento é facilmente compartilhado podendo ser reaproveitado pelo grupo todo, é reduzido o tempo de desenvolvimento dos trabalhos realizados dentro do grupo, a qualidade dos trabalhos cresce e também ocorre uma significativa redução no tempo gasto com o aprendizado (Lichtnow, 2001).

Desta forma, os estudantes de medicina na fase de treinamento que não se encontram presentes na hora em que ocorre um novo caso e perdem o conhecimento e informações relevantes sobre aquele caso, podem acessar o sistema de suporte ao processo de atendimento médico e pesquisar as informações necessárias relevantes de seu estudo.

Além disso, existe a necessidade de geração automática de relatórios de atendimento de protocolos de exames em formatos padronizados e intercambiáveis entre sistemas de informação hospitalar diferentes. Um registro clínico deve poder ser compartilhado entre profissionais de saúde de todas as áreas, entre setores de saúde, países diferentes e modelos diferentes de sistemas de saúde (Ilha, J de O., 1993).

Estas características são relevantes para o desenvolvimento de um sistema de auxílio médico para aperfeiçoar e ampliar os métodos para o auxílio ao diagnóstico e tratamento da hipertensão arterial.

### **1.3 Objetivos**

Os objetivos do trabalho podem ser descritos de forma resumida como um conjunto de objetivos gerais que se divide em vários objetivos específicos.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento e teste de uma metodologia computacional que utilize a modelagem do protocolo de hipertensão de uma forma compatível com modernos sistemas de gerência de *workflow*, levando em conta a maioria das suas variações e contextos de aplicação, permitindo o desenvolvimento de um sistema baseado em *workflows* para o auxílio médico no diagnóstico e tratamento da hipertensão arterial, guiando o médico durante o processo de atendimento primário e

por todo o tratamento subsequente e a posterior execução de testes-piloto da ferramenta em ambiente hospitalar escolhido para este fim.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Considerando o objetivo geral, os objetivos específicos estão divididos em:

#### **1.3.2.1 Estudo e Modelagem Inicial do *Guideline* de Hipertensão Arterial**

Obj. 1 – Estudar as características e necessidades dos profissionais da saúde na área de atendimento clínico a pacientes hipertensos.

Obj. 2 - Estudar e analisar o *guideline* de hipertensão arterial para a aquisição de conhecimento necessário para o desenvolvimento do sistema.

Obj. 3 -. Modelar o *guideline* de hipertensão arterial e o fluxo de trabalho dos processos de atendimento médico de pacientes potencialmente hipertensos.

#### **1.3.2.2 Implementação do Protocolo de Hipertensão em um Sistema de *Workflow***

Obj. 4 - Integrar o *guideline* de hipertensão arterial em um sistema computadorizado utilizando modelo de processo e um sistema gerenciador de *workflow*.

Obj. 5 - Implementar uma ferramenta que classifique os diversos estágios da hipertensão arterial.

Obj. 6 - Implementar uma ferramenta que recomende classes de medicamentos, de acordo com a pré-avaliação computacional dos dados da anamnese, para que o médico escolha a medicação mais adequada para o paciente.

#### **1.3.2.3 Desenvolvimento de Interfaces necessárias de usuário**

Obj. 7 - Desenvolver interfaces simples para facilitar o acesso dos agentes de saúde no atendimento e consulta de paciente hipertensos.

#### **1.3.2.4 Geração de laudos de pacientes no padrão *Dicom Structured Report***

Obj. 8 - Integrar o processo de atendimento clínico de hipertensão arterial de forma transparente ao prontuário do paciente.

Obj. 9 - Disponibilizar as informações do paciente em formatos de dados de acordo com os padrões médicos internacionais *DICOM Structured Report*.

### **1.3.2.5 Definição de Estratégias de teste, escolha de locais para execução dos testes.**

Obj. 10 – Definir estratégias e locais para a execução de testes.

**HRAV - Hospital Regional do Alto Vale em Rio do Sul:** Fornecerá requisitos, dados e ambiente de testes para validação das tecnologias a serem desenvolvidas. Para tanto, o setor de cardiologia do hospital será escolhido no qual a tecnologia será testada sob a forma de experimento piloto.

**CES/HU – Centro de Estudos do Hospital Universitário da UFSC:** Fornecerá tecnologia nas áreas de servidores de prontuário no padrão DICOM, máquinas de inferência para execução de *workflows* médicos dinâmicos e conhecimentos e experiência em padrões internacionais para modelagem e comunicação de dados médicos.

### **1.3.2.6 Realização dos testes-piloto, acompanhamento da execução.**

Obj. 11 – Testar a performance da tecnologia de software desenvolvida no ambiente de aplicação do Centro de Estudos do Hospital Universitário da UFSC e no HRAV. Médicos experientes usarão a infraestrutura implantada no âmbito de um teste-piloto que visará prover dados para refinamentos finais do sistema, tanto do ponto de vista de funcionalidade e estabilidade do software, quanto do ponto de vista de estratégia de treinamento dos estudantes de medicina.

### **1.3.2.7 Avaliação dos resultados**

Obj. 12 - Avaliar os resultados dos testes efetuados pelos médicos experientes e estudantes de medicina.

## **1.4 Integração com outros trabalhos**

O desenvolvimento deste trabalho está relacionado a outros que também foram desenvolvidos dentro do Projeto Cyclops. O trabalho se insere no Projeto Cyclops, mais especificamente na área de gerência de conhecimento e *workflow* para atendimento médico-hospitalar.

As pesquisas já desenvolvidas pelo grupo no âmbito da gerência inteligente de *workflow* para atendimento médico (Wangenheim, A.v., 2000, Faber, K., 2001, Krechel D., 2002) fornecem uma plataforma única e ideal para a implementação do *workflow*

*engine* necessário ao componente de gestão de fluxo de trabalho e atendimento médico de pacientes potencialmente hipertensos. Segue, abaixo, uma breve explicação desta plataforma.

#### **1.4.1 POKMAT – Process Oriented Knowledge Management Tool**

O sistema desenvolvido pelo Projeto Cyclops, denominado POKMAT [Faber et.al. 2001], baseia-se em IDAX (*Intelligent Design Assistant*), uma ferramenta de configuração e planejamento genérica desenvolvida na década de 90 na Universidade de Kaiserslautern. POKMAT permite a modelagem de conhecimento tácito e explícito a cerca de processos de atendimento médico e de análise de laudo de exames médicos em uma forma não-linear, possibilitando a modelagem em uma base de conhecimentos de passos abstratos em um *workflow* ou protocolo de exame que são instanciados com um conjunto de passos concretos de acordo com contingências surgidas durante a operação do sistema. POKMAT permite, presentemente, a modelagem e execução flexível de protocolos de exames e laudos médicos, guiando a equipe médica e de enfermagem. No âmbito do presente trabalho, esta tecnologia será ampliada no sentido de permitir, também, a modelagem dos processos de atendimento médico de pacientes potencialmente hipertensos, conforme descritos anteriormente nos objetivos específicos.

POKMAT já foi utilizado para o desenvolvimento de várias aplicações de diferentes conteúdos de conhecimento. As principais são: *engine* de suporte de protocolo de laudo de ultrassonografia no projeto IST/União Européia FM-Ultranet (*Foetal Malformation – Ultrasonography Training Networking Platform*) para detectar a malformação de fetos em uma imagem de ultra-som, bem como uma aplicação-piloto de suporte ao laudo radiológico para exames de ressonância magnética de joelho, realizada na Clínica Radiológica Blasinger, Benz e Buddenbrock, em Mainz, Alemanha, parceira da UFSC no Projeto Cyclops (Krechel D., 2002).

### **1.5 Metodologia**

Para o desenvolvimento do trabalho são seguidas as seguintes etapas:

- 1) **Análise dos requisitos:** São analisadas as características e necessidades iniciais para o desenvolvimento do trabalho. Nesta etapa, foram realizadas entrevistas com os profissionais de saúde da área de atendimento clínico a

pacientes hipertensos para a obtenção de fontes de informações necessárias, bem como para a definição das pessoas encarregadas do desenvolvimento de determinadas tarefas, por exemplo, como deve ser feito a anamnese e por quem deve ser executada esta tarefa.

Além disso, adquirir o conhecimento referente ao Guideline de Hipertensão Arterial, através do estudo do III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial (III CBHA, 1998) e do *The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (JNC6, 1997).

- 2) **Estudo das Tecnologias:** Nesta etapa, é realizado o estudo das diversas tecnologias na área da Tecnologia da Informação e as tecnologias desenvolvidas no Projeto Cyclops na área de gerência inteligente de *workflow* de atendimento médico para a gestão de fluxo de trabalho e aplicá-las no atendimento médico de pacientes potencialmente hipertensos.
- 3) **Definição e modelagem do conhecimento:** São definidos e modelados todos os conhecimentos obtidos através da entrevista com o profissional da saúde e do estudo realizado do *guideline* de hipertensão arterial em modelos de processos. Um exemplo disto é o exame médico de um paciente, o qual é um processo que consiste de várias atividades e subprocessos. Nesta etapa, serão definidas as atividades e as pessoas responsáveis pela execução de determinada tarefa.
- 4) **Implementação do *Guideline* de Hipertensão Arterial em um Sistema de *Workflow*:** É elaborada a implementação do *guideline* de hipertensão arterial em um sistema gerenciador de *workflow* que atenda aos principais requisitos coletados da entrevista com o profissional de saúde e do estudo do *guideline* de hipertensão arterial. O sistema deverá implementar uma ferramenta que recomende classes de medicamentos de acordo com a pré-avaliação computacional dos dados da anamnese, para que o médico escolha a medicação mais adequada para o paciente. Deverá, também, integrar o *guideline* de hipertensão arterial em um sistema computadorizado utilizando modelo de processo e um sistema gerenciador de *workflow*.

5) **Geração de laudos de pacientes no padrão *Dicom Structured Report*:**

Nesta etapa, será realizada a integração do Sistema de auxílio médico no tratamento e diagnose de pacientes hipertensos ao prontuário eletrônico do paciente no padrão *Dicom Structured Report*. Após o término da anamnese do paciente e análise dos exames solicitados, o médico insere, no sistema, o laudo final contendo os resultados e conclusões sobre qual medicamento o paciente deve tomar. Portanto, este laudo no padrão Dicom SR pode ser intercambiável e visualizado por médicos autorizados em qualquer Instituição de Saúde.

6) **Documentação e avaliação dos resultados:** É feita a documentação do trabalho sendo avaliados os resultados atingidos e propostas melhorias visando dar continuidade ao trabalho.

## 1.6 Estrutura da dissertação

O trabalho prossegue no capítulo 2 destacando os principais aspectos referentes ao *guideline* de Hipertensão Arterial desenvolvidos pelo III CBHA e JNC6 utilizado pela maioria da equipe médica de hipertensão arterial nas Instituições de Saúde.

O capítulo 3 apresenta conceitos gerais sobre *workflow* e *workflow management system*, destacando-se as terminologias do *workflow* e as funções do WfMS.

O capítulo 4 descreve o padrão DICOM e DICOM SR demonstrando a importância de padronizações na área médica. O capítulo 5 apresenta tecnologias existentes relativas a *workflow* e sistemas de auxílio médico. O capítulo 6 apresenta a arquitetura do Sistema HiperFlow e os componentes que fazem parte do mesmo.

O capítulo 7 descreve a representação do conhecimento de hipertensão arterial e apresenta a modelagem do Sistema HiperFlow em dois níveis: a modelagem do exame de hipertensão arterial na base estática de conhecimento e a modelagem no padrão DICOM SR.

O capítulo 8 descreve a implementação da metodologia desenvolvida no Sistema HiperFlow e, também, uma breve descrição das *interfaces* e seu funcionamento e, finalmente, o capítulo 9 descreve as conclusões e faz algumas recomendações quanto a

assuntos a serem abordados em futuros trabalhos a serem desenvolvidos, visando a implementação de melhorias na abordagem e no protótipo desenvolvido.



## **2 HIPERTENSÃO ARTERIAL**

Este capítulo apresenta o conceito de hipertensão arterial de acordo com os padrões publicados no III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial (CBHA, 1998) e no *‘The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC6, 1997)’*.

### **2.1 Introdução**

A Hipertensão Arterial Sistêmica é um importante problema de saúde pública de natureza multifatorial, caracterizada pela elevação da pressão arterial e, se não identificada e/ou não tratada, acomete vários órgãos-alvo como o coração, o cérebro, os rins e grandes artérias. A Hipertensão atinge 600 milhões de pessoas no mundo e 3 milhões morrem, anualmente, como resultado direto de hipertensão (WHO-ISH, 1999).

### **2.2 Definição**

Hipertensão é a tensão, acima do normal, exercida pelo sangue sobre as paredes dos vasos de um determinado órgão.

Define-se, como hipertenso, todo indivíduo adulto que tenha valores de pressão arterial sistêmica (PAS) maiores que 140mmHg e/ou valores de pressão arterial diastólica (PAD) maiores que 90mmHg, em que, pelo menos, duas medidas são realizadas em duas ocasiões diferentes.

### **2.3 Diagnóstico e Classificação**

O diagnóstico da hipertensão arterial é feito por meio da correta aferição da pressão arterial, procedimento este que pode ser feito por médico ou auxiliar técnico. A pressão arterial pode ser influenciada por vários fatores que devem ser adequadamente considerados, no sentido de não serem rotulados, como hipertensos, indivíduos normotensos, ou seja, indivíduos cujo valor da pressão arterial está dentro dos padrões normais. Assim sendo, deve-se ter presente que a pressão arterial pode estar alterada por: exercícios físicos, refeições copiosas, estresse, dor, distensão vesical, fumo, frio, calor

excessivo, uso de medicamentos ou pela simples presença do profissional de saúde (síndrome do avental branco).

Os níveis de pressão arterial são, continuamente, relacionados a vários fatores que levam o médico a tomar uma decisão terapêutica; nesta situação, a classificação da PA é um tanto arbitrária.

A necessidade de sistematização obriga uma definição operacional para separar os indivíduos sãos dos doentes. Na realidade, podemos ter maior ou menor risco cardiovascular tanto acima como abaixo do número limítrofe, quando o paciente é considerado individualmente (III CBHA, 1998).

A classificação é baseada na média de duas ou mais medições da pressão arterial. Apesar da classificação da pressão arterial ser arbitrária, o médico deve lidar com os vários fatores que podem comprometer a classificação do paciente.

A TABELA 1 apresenta a classificação da PA em adultos maiores de 18 anos de idade sugerida pelo *guideline The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (JNC6, 1998).

<b>Classificação</b>	<b>PAS (mmHg)</b>	<b>PAD (mmHg)</b>
Ótima <sup>(*)</sup>	< 120	< 80
Normal	< 130	< 85
Normal limítrofe	130-139	85-89
Hipertensão <sup>(**)</sup>		
Estágio 1	140-159	90-99
Estágio 2	160-179	100-109
Estágio 3	> 180	> 110

**TABELA 1 - Classificação da PA em adultos maiores de 18 anos de idade.**

As seguintes observações devem ser seguidas:

1. Para a PA na classificação ótima <sup>(\*)</sup>, o indivíduo não deve estar sob uso de medicamentos, nem com doença aguda. Quando a PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD) forem classificadas em diferentes categorias, o estágio mais alto deve ser utilizado. Por exemplo, se a PA medida for 160/92 mmHg deve ser classificada como Hipertensão no Estágio 2, e se a PA medida for 174/120 mmHg deve ser classificada como Hipertensão no Estágio 3. Hipertensão Arterial Sistólica isolada é definida como PAS  $\geq$  140 mmHg e

PAD  $\leq$  90 mmHg, e estagiadas apropriadamente. Por exemplo, se a PA for 170/82 mmHg é definida como Hipertensão Arterial Sistólica isolada no Estágio 2. É interessante que o clínico especifique a presença ou a ausência de lesão em órgãos-alvo e de outros fatores de risco, o que será importante para a classificação do risco e tratamento do paciente;

2. Em relação ao risco cardiovascular, a PA ótima é PAS  $<120$  e PAD  $< 80$ . Entretanto, níveis excessivamente baixos devem ser avaliados quanto ao seu significado clínico;
3. O diagnóstico de HA deve se basear em duas ou mais medidas alteradas da PA realizadas em duas ou mais aferições ao longo de várias semanas, após uma avaliação inicial.

#### 2.4 Rotina Diagnóstica e de Seguimento

Após a medição e classificação da PA, o médico deve explicar ao paciente o significado da leitura da PA e aconselhá-lo da necessidade de medi-la novamente. A TABELA 2 demonstra as recomendações de seguimento baseada nas aferições da PA.

Sistólica	Diastólica	Seguimento
$< 130$	$< 85$	Reavaliar em 2 anos
130-139	85-89	Reavaliar em 1 ano
140-159	90-99	Confirmar em 2 meses
160-179	100-109	Confirmar em 1 mês
$> 180$	$> 110$	Intervenção imediata ou reavaliar em 1 semana

**TABELA 2 - Recomendações para seguimento de medida de PA inicial em adultos.**

As seguintes observações devem ser seguidas:

1. Se a PAS e PAD estiverem em diferentes categorias, seguir recomendação do menor período de tempo de seguimento. Por exemplo, PA 160/86 mmHg confirmar em 1 mês.
2. Modificar o esquema de seguimento de acordo com a condição clínica do paciente.

## 2.5 Avaliação

A avaliação de pacientes hipertensos tem três objetivos:

1. Identificar as causas conhecidas da hipertensão;
2. Avaliar a presença ou a ausência de lesão em órgãos-alvo e doenças cardiovasculares, a extensão da doença, e a resposta à terapia;
3. Identificar outros fatores de risco cardiovasculares ou doenças concomitantes que possam definir o diagnóstico e a direção do tratamento.

Dados de avaliação são adquiridos através da história médica, exames físicos, testes laboratoriais e outros procedimentos de diagnóstico. A decisão terapêutica deve levar em conta, além dos valores da pressão arterial, a presença ou não de lesões em órgãos-alvo e de fatores de risco cardiovascular associados. Na TABELA 3, estão apresentados os componentes para a estratificação do risco individual dos pacientes hipertensos em função da presença de fatores de risco e de lesão em órgãos-alvo.

Fatores de risco maiores	Lesões em órgãos-alvo ou doenças cardiovasculares
Tabagismo	Doenças cardíacas:
Dislipidemia	- hipertrofia ventricular esquerda;
Diabete melito	- angina ou infarto prévio do miocárdio;
	- revascularização miocárdica prévia;
	- insuficiência cardíaca.
Idade acima de 60 anos	Episódio isquêmico ou acidente vascular
- Sexo: homens ou mulheres pós-menopausa	encefálico
História familiar de doença cardiovascular	Nefropatia
em:	Doença vascular arterial periférica
- mulheres com menos de 65 anos de idade	Retinopatia hipertensiva
- homens com menos de 55 anos de idade	

**TABELA 3 - Componentes para a estratificação do risco individual dos pacientes hipertensos em função da presença de fatores de risco e de lesão em órgãos-alvo ou doenças cardiovasculares.**

Com base nessas informações, os pacientes podem ser classificados em três grupos descritos na TABELA 4.

<b>Grupo</b>	<b>Fator de Risco</b>
Grupo A	Sem fatores de risco e sem lesões em órgãos-alvo
Grupo B	Presença de fatores de risco (não incluindo diabetes melito) e sem lesão em órgãos-alvo
Grupo C	Presença de lesão em órgãos-alvo, doença cardiovascular clinicamente identificável e/ou diabetes melito.

**TABELA 4 - Estratificação em grupos, de acordo com o fator de risco individual.**

A TABELA 5 apresenta a orientação terapêutica baseada na estratificação do risco e nos níveis da pressão arterial. As medidas de modificação de estilo de vida podem ser recomendadas à população em geral como forma de promoção da saúde. Além disso, essas medidas devem ser instituídas em todos os pacientes enquadrados na TABELA 5. Todos os pacientes com hipertensão arterial moderada e severa (estágios 2 e 3) devem receber tratamento medicamentoso inicial. O tratamento medicamentoso também está indicado para os pacientes hipertensos com lesão em órgãos-alvo, ou doença cardiovascular, ou diabetes melito, independentemente do estágio da hipertensão arterial. Pacientes com valores de pressão arterial enquadrado na faixa normal limítrofe, mas pertencentes ao grupo de risco C, devem receber tratamento medicamentoso caso apresentem insuficiência cardíaca, insuficiência renal ou diabetes melito. Na hipertensão leve (estágio 1), os pacientes enquadrados nos grupos de risco A e B são elegíveis para ser tratados unicamente com modificações no estilo de vida por 6 a 12 meses. Se, nesse período de acompanhamento, a pressão arterial não for controlada, o tratamento medicamentoso deverá ser considerado. A idade avançada ou a presença de pressão sistólica elevada isoladamente não alteram a decisão terapêutica.

<b>Pressão arterial (mmHg)</b>	<b>Grupo A</b>	<b>Grupo B</b>	<b>Grupo C</b>
Normal limítrofe (130-139/85-89)	Modificações no estilo de vida	Modificações no estilo de vida	Modificações no estilo de vida*
Hipertensão Estágio 1	Modificações no estilo de vida (até 12 meses)	Modificações no estilo de vida (até 6 meses)**	Terapia medicamentosa
Hipertensão Estágio 2 e 3	Terapia medicamentosa	Terapia medicamentosa	Terapia medicamentosa
* Tratamento medicamentoso deve ser instituído na presença de insuficiência cardíaca, insuficiência renal ou diabetes melito. **Pacientes com múltiplos fatores de risco podem ser considerados para o tratamento medicamentoso inicial.			

**TABELA 5 - Orientação terapêutica baseada na estratificação do risco e nos níveis da pressão arterial.**

## **3 SISTEMA GERENCIADOR DE FLUXO DE TRABALHO (WORKFLOW MANAGEMENT SYSTEM)**

Este capítulo apresenta o conceito de um sistema de *workflow* de acordo com os padrões publicados no "*The Workflow Reference Model*" (Hollingsworth, D., 1994), unindo grandes valores para a definição da terminologia e também à identificação e descrição de seus componentes.

### **3.1 Introdução**

A necessidade de reduzir o custo na forma como os negócios são executados e agilizar o desenvolvimento de novos serviços e produtos tem levado as empresas a investir no estudo e pesquisa na tecnologia de *workflow*. *Workflow* atende a estas necessidades fornecendo metodologias e *softwares* de suporte à modelagem, otimização e automatização dos processos de negócio de uma organização. Sua principal característica é a automatização de processos envolvendo a combinação das atividades humanas com as atividades da máquina, através de aplicações de tecnologias de informação e de ferramentas.

### **3.2 Definição**

Um processo é uma coleção de uma ou mais atividades relacionadas a um objetivo específico, dentro do contexto de uma estrutura organizacional que define papéis funcionais e relações. É através de seus processos que as organizações realizam seus propósitos, relacionando-se com seus clientes e fornecedores, tanto internos quanto externos. Os processos podem variar, significativamente, em aspectos como tempo de duração (horas até meses) e abrangência dentro das organizações (um único departamento até vários departamentos de diferentes organizações), podendo envolver diversos sistemas de informação heterogêneos e distribuídos [AMA97b].

Processo de negócio consiste em uma rede de atividades e seus relacionamentos, critérios de início e término do processo, e informações sobre as atividades em si, como

participantes, aplicativos e dados de sistemas de informação relacionados, entre outros [AMA97b].

Entende-se por *workflow* a automatização de um processo de negócio, em um todo ou em partes, o qual troca documentos, informações, e atividades de trabalhos de diferentes participantes, ou seja, é a execução coordenada de múltiplas tarefas (e.g. e-mail, um formulário) executadas por diferentes entidades (ser humano ou um software), a fim de que sejam tomadas atitudes, de acordo com um conjunto de regras e procedimentos.

Descreve-se abaixo, a visão de *workflow* por outros autores:

- *workflow* é a facilitação computadorizada ou automatização de um processo de negócio, como um todo ou em partes. (Hollingsworth, D. 1994)
- *workflow* é a execução e definição de uma série de questões resultantes da execução de um processo de negócio. (Concordium, 1997)
- *workflow* é o processo no qual questões individuais vêm unidas para controlar uma transação - uma definição clara de um processo de negócio - dentro de uma empresa. (Actiotech, 1995)
- Durante essa seqüência de passos, documentos, informações e tarefas são passadas de um participante para outro através de ações, seguindo um conjunto de regras procedurais. [LIM01]
- O principal objetivo de software de *workflow* é aumentar a eficiência de processos de negócio, tanto os críticos quanto os eventuais, e a efetividade das pessoas que trabalham em conjunto para executá-los. [Lotus Development Corporation]
- *workflow* é definido como uma seqüência de passos necessários para que se possa atingir um determinado objetivo de negócio de uma organização [BAR95,96].

### 3.3 Terminologias do *workflow*

Serão apresentados, a seguir, os principais conceitos e terminologias necessários para a compreensão dos diversos termos referentes a *workflow*. Os conceitos se baseiam nos padrões do *Workflow Management Coalition (WFMC)*. (Hollingsworth, 1994)

**Participantes ou Ator do *workflow*:** É aquele que atua, ou seja, aquele que executa uma tarefa instanciada do *workflow*.

**Item de Trabalho (Work Item):** É a mensagem que representa o trabalho a ser efetuado. Usada para armazenar o trabalho com o propósito de fazê-lo mais tarde ou em outro lugar.

**Lista de Trabalho (Worklist):** É a lista de trabalho retornado do *WfMS* (*Workflow Management System*), o qual é utilizado por um participante como uma lista do que fazer.

**Aplicação Chamada (Invoked Application):** É invocado pelo *WfMS* para automatizar, completamente ou parcialmente, uma atividade ou ajudar um participante no processamento de um item de trabalho. São aplicações externas necessárias para executar parte de um processo.

**Atividade:** É o conjunto de eventos que ocorrem sob a responsabilidade do participante; é a menor unidade de trabalho em um processo de negócio (resulta em alguns itens de trabalho). Divide-se em: Atividade Manual, uma atividade dentro de um processo de negócio que não pode ser automatizada pelo sistema gerenciador de *workflow* e Atividade Automatizada, a atividade que pode ser automatizada dentro de um processo de negócio através de um sistema gerenciador de *workflow*. A principal diferença entre atividade e processo é que, na atividade, se tem um participante como responsável pela sua execução, enquanto que, no processo, há vários participantes com diferentes responsabilidades.

**Instância de um Processo:** É a representação de uma única ocorrência de um processo, ou uma atividade em um processo, incluindo seus dados associados. Cada instância representa uma forma diferente de execução (onde um processo inclui atividades paralelas, uma instância de um processo pode incluir muitas linhas diferentes de execução) do processo ou atividade que pode ser controlada independentemente e possui seus estados internos próprios e identidade externamente visível.



**Papel:** É o conjunto de participantes que possuem o mesmo conjunto de características que os tornam aptos a executar a atividade relacionada ao papel. Ao invés de associar um participante a uma atividade, associa-se a um papel. Um ator pode executar vários papéis.

**Papel Organizacional (do inglês - *Organizational Role*):** Contém a estrutura organizacional da empresa e a capacidade do participante para vários tipos de trabalho. O WfMS usa esta informação para relacionar esta atividade ao participante correto, com o propósito de atingir determinados objetivos organizacionais.

**Agente:** É um outro termo associado à responsabilidade pela execução da atividade.

**Tarefa:** É uma parcela do trabalho para ser realizada por um ou mais recursos num intervalo de tempo pré-determinado.

**Procedimento:** É o conjunto de atividades de controle, tarefas, recursos e subprocessamentos.

### 3.4 Sistema Gerenciador de *Workflow* (WfMS)

É um sistema que define, cria e gerencia a execução de *workflow* através do uso de software executado em uma ou mais máquinas, o qual é capaz de interpretar a definição do processo, interagindo com os participantes do *workflow* e, onde requerido, solicitando o uso de ferramentas de tecnologia de informação e suas aplicações.

Descreve-se, abaixo, quatro funções importantes de um WfMS:

**Funções de Tempo de Construção (*build-time functions*):** Esta parte se preocupa com a definição e modelagem do processo de *workflow* e suas atividades. Os processos são traduzidos do mundo real para o mundo computacional. Definição de Processo é "a representação computadorizada do processo o qual inclui a definição de atividade manual e a definição de atividade automatizada" (Hollingsworth, 1994) é a representação do processo consistindo de várias atividades individuais.

**Funções de Controle de Processo em Tempo de Execução (*run-time control functions*):** Esta parte interpreta uma Definição de Processo durante o tempo de execução através do uso de instâncias de um processo. A principal parte é o *workflow engine* ("máquina do *workflow*") o qual é o responsável pela criação, distribuição e a

remoção de atividades. Preocupa-se com o gerenciamento de processos de *workflow* em um ambiente operacional e seqüenciamento de várias atividades para serem manuseadas como parte de cada processo.

**Interação de Atividades em Tempo de Execução (*run-time activity interactions*):** Esta parte tem o controle entre as diferentes atividades e seus participantes, ou seja, interage, em tempo de execução, com os usuários e ferramentas para processamento dos vários passos das atividades.

**Distribuição e Interfaces do Sistema (*distribution and system interfaces*):** Tarefas e partes de informações devem ser distribuídas entre diferentes participantes. Então, várias possibilidades de comunicação devem ser usadas, como e-mail, mensagens. Algumas empresas usam vários WfMS, desta forma, é possível tratar um processo de uma vez. Então, as atividades devem ser distribuídas e trocadas. O controle de trocas é um ponto especial em todo o processo. Com a ajuda de padrões é possível que vários WfMS trabalhem juntos em uma única unidade lógica.

**Ferramenta de Definição de Processo (*Process Definition Tool*):** É responsável pela análise, modelagem e descrição de processos. Pode ser parte do produto de *workflow* ou pode ser desenvolvido como uma ferramenta independente. Ela cria a Definição do Processo o qual é interpretado pelo *workflow engine* (máquina do *workflow*) durante o tempo de execução.

**Definição de Processo (*Process Definition*):** Contém todas as informações relevantes para a execução de um processo.

**Serviço de *Workflow* (*Workflow Enactment Service*):** É um software de serviço que consiste em uma ou mais máquinas (*workflow engines*) para criar, gerenciar e executar instâncias de *workflow*. As aplicações conectam-se a este serviço via interface através do *workflow application programming interface (WAPI)* (Hollingsworth, 1994).

Serviço de *workflow* é o centro do WfMS que contém a Máquina do *Workflow* (*workflow engine*) e o Controle de Dados do *Workflow* (*Workflow Control Data*). É aqui que a Definição de Processo é interpretada e as instâncias de processos são controladas. Os usuários da Lista de Trabalho (*worklist*) são atualizados com novos itens. Várias aplicações externas são necessárias para a execução de um processo.

**Máquina do *Workflow* (*Workflow Engine*)** é um software que fornece o ambiente, em tempo de execução, para a instância do *workflow*. Ele deve tratar com a

interpretação da Definição de Processo, do Controle das Instâncias de um Processo (criação, ativação, suspensão e finalização), da manutenção do Controle de Dados do Workflow, da passagem dos Dados Relevantes do *Workflow* (*Workflow Relevant Data*) para as aplicações ou para os usuários e o fornecimento de interfaces para chamar aplicações externas (*Invoked Application*).

**Controle de Dados do *Workflow* (*Workflow Control Data*)** informa sobre o estado das instâncias do processo / atividade e outras informações de status interno.

O modelo de referência de *workflow* distingue o controle de processo e o controle da atividade, através do Serviço de *Workflow* (*Workflow Enactment Service*) e a execução das tarefas através do *Workflow* de Aplicação ao Cliente (*Workflow Client Application*) e das Chamadas de Aplicações (*Invoked Application*).

## 4 O PADRÃO DICOM STRUCTURED REPORT

Este capítulo apresenta uma visão geral do padrão médico *DICOM Structured Report*, suas características, definições e conceitos relevantes para o entendimento da integração do Sistema de auxílio médico no tratamento e diagnose da hipertensão arterial ao padrão DICOM SR.

### 4.1 Introdução

DICOM (do inglês - *Digital Imaging and Communication in Medicine*) é um padrão para armazenamento e transmissão de dados médico amplamente utilizado, sendo suportado pela grande maioria dos aparelhos que geram informações médicas digitais como tomógrafos, ultra-som e ressonância magnética.

O padrão DicomSR (Clunie, David A., 2000.) define como devem ser formados objetos compostos de informação que codificam informações a respeito de exames, diagnósticos e tratamentos, além de informações de contexto, como procedimentos que devem ser executados para o sucesso de um tratamento, e dados sobre profissionais de saúde envolvidos.

Um objeto no padrão pode conter referências embutidas em imagens, formatos de onda (como eletrocardiogramas), e arquivos de áudio bem como a outros documentos no mesmo padrão. Cada objeto codifica apenas informações semânticas e não contém informações sobre como o documento representado pelo objeto deve ser apresentado ou impresso. Portanto, cada implementação de prontuário eletrônico pode ter um formato para apresentação que lhe for mais adequado.

Além disso, objetos no padrão fazem uso de terminologia controlada, o quê evita as ambigüidades da linguagem natural, facilita o entendimento automatizado do conteúdo, a busca por informações específicas e a internacionalização do conteúdo.

#### 4.1.1 Definições de Objeto de Informação

O padrão DicomSR define três diferentes classes SOP (do inglês *Service Object Pair*- par serviço-objeto) de laudos. Em cada definição de classe SOP, um IOD (do inglês *Information Object Definition* – Definição de Objeto de Informação) é combinado com um serviço de armazenamento.

Um IOD é um modelo abstrato de dados orientado ao objeto usado para especificar informações de objetos do mundo real (Dellani, Paulo R., 2001)

Estas classes SOP são, em ordem crescente de complexidade e abrangência: *Basic Text SR*, *Enhanced SR*, *Comprehensive SR*. A diferença entre estas classes são restrições impostas à estrutura do documento, por exemplo, laudos da classe Basic Text não poderão conter itens de informação do tipo num (numérico) ou formas de onda, nem coordenadas espaciais referenciando imagens.

O objetivo destas restrições é assegurar que um laudo no padrão criado por determinada aplicação obedeça a requisitos obrigatórios de forma a garantir que o documento seja apresentado ou editado por outra aplicação no padrão. Assim, uma aplicação para leitura e edição de laudos do padrão será escrita tendo como base os mesmos itens de informação codificados da mesma maneira, de acordo com sua classe SOP (Clunie, David A., 2000.).

As informações em um SR (do inglês - *Structured Report*) são agrupadas em 9 módulos cujos itens de informação se relacionam. Existe um módulo para informações sobre o paciente, como data de nascimento e peso, um módulo para informações gerais a respeito do documento, como por exemplo, nomes de pessoas responsáveis por verificar o documento e *flags* que indicam se o documento foi verificado e se está completo. Existe também um módulo, chamado conteúdo do documento (do inglês - *document content*). É neste módulo que ficam registradas as informações sobre a anamnese, diagnóstico e tratamento entre outras.

#### **4.1.2 Conteúdo do documento**

A informação contida no módulo conteúdo do documento é dividida em partes atômicas chamadas “itens de conteúdo”. Um “item de conteúdo” consiste em um par *nome-valor*, em que o *nome* é um código retirado de um dicionário de termos, e o valor é de um tipo dentre os quatorze tipos de valores definidos pelo padrão.

Um dicionário de termos associa um nome de conceito humanamente significativo a um código. Exemplos de dicionários amplamente utilizados são SNOMED (do inglês - *Systematized Nomenclature of Medicine*) para termos médicos, LOINC (do inglês - *Logical Observation Identifier Names and Codes.*) para observações clínicas e

laboratoriais, e UCUM (do inglês - *Unified Code of Units of Measure*) para unidades de medida.

Entre os tipos de valor definidos pelo padrão para “itens de conteúdo” estão os tipos *text* (para texto), *num* (para números, porcentagens, etc), *image* (para imagens), *date* (para datas), e *waveform* (para formatos de onda, como eletrocardiogramas).

Itens de conteúdo não têm muito significado a menos que eles estejam ligados de alguma maneira. Em DicomSR, todos os itens de conteúdo são codificados em uma hierarquia de informações, de modo que a informação nos níveis mais altos da hierarquia contenha ou derive de informações nos itens mais abaixo na hierarquia, ou seja, um laudo DicomSR pode conter relacionamentos por referência de um nodo para outro na hierarquia de modo que a hierarquia se torne um grafo dirigido acíclico. Cada item de informação (exceto o item-raiz) contém um relacionamento explícito com seu item-pai de forma a evitar que o significado de um ramo da árvore seja ambíguo.

O padrão DicomSR define oito diferentes tipos de relacionamentos dentre eles estão *contains* (a informação do nodo pai está contida no nodo filho), *has properties* (tem propriedades, a informação do nodo filho é uma propriedade da informação do nodo pai), *has obs. Context* (a informação no nodo filho é uma observação sobre a informação do nodo pai) (DICOM-Supp23, 2000). Além disso, os relacionamentos podem ser por valor ou por referência. Cada nodo tem um relacionamento por valor com seu item-pai. Mas, em alguns casos, é desejável referenciar uma informação (como uma imagem, por exemplo) que compõe outra parte da hierarquia, sem repeti-la. Utiliza-se, então, um relacionamento por referência.

#### 4.1.3 Modelos de laudo

Laudos para domínio específico como, por exemplo, laudos de exame de hipertensão arterial em determinada clínica podem ter um formato comum.

O padrão DicomSR permite utilizar modelos de laudos para aplicações específicas. Um SR *template* (modelo de SR) é um modelo de laudo padrão que sugere ou restringe a hierarquia de itens de conteúdo ou parte desta hierarquia e que pode conter especificações de nomes (do par nome-valor), relacionamentos, tipos de valor e conjuntos de valores possíveis para um nome do par nome-valor (DICOM-Supp23, 2000).

## 5 ESTADO DA ARTE E DA PRÁTICA

A seguir, são descritas algumas das tecnologias de *Workflow Management* atualmente existentes.

A maioria das pesquisas do estado da arte foi elaborada através de *papers*. Os sistemas desenvolvidos são de uso proprietário dos grupos de pesquisa e hospitais, nos quais não foi possível efetuar testes necessários para avaliação mais detalhada destes sistemas. Este capítulo está dividido em três partes: tecnologias diretamente voltadas à hipertensão, tecnologias de *workflow* médicos e ferramentas genéricas de *workflow management*.

### 5.1 Parte I – Sistemas de Suporte à Decisão em Hipertensão

Esta parte aborda Sistemas de Suporte a Decisão para o gerenciamento da Hipertensão Arterial.

#### 5.1.1 ATHENA

O projeto ATHENA, desenvolvido pelo grupo de informática médica de *Stanford*, é dividido em duas partes: ATHENA e ATHENA DSS.

ATHENA DSS (*Assessment and Treatment of Hypertension: Evidence-Based Automation Decision Support System*) é um Sistema de Suporte a Decisão para a gerência do *guideline* de hipertensão arterial baseado no JNC6 e no *guideline* proprietário de *VA Palo Alto Health Care*, que executa as regras destes *guidelines* em uma base de conhecimento de fácil navegação e modificação pelos médicos experientes.

Os componentes de suporte a decisão são divididos em uma base de conhecimento que modela o conhecimento de hipertensão de uma forma independente de seu uso, e um interpretador de *guideline*, o qual cria recomendações de tratamento para o caso específico de um paciente a partir do conhecimento armazenado na base de conhecimento. A base de conhecimento foi escrita no *Protégé*. *Protégé* é uma ferramenta de *software* utilizada para a inserção do conhecimento de hipertensão, pelo engenheiro de conhecimento e pelo médico especialista de domínio clínico, na base de conhecimento. É um sistema de base de conhecimento no qual os *guidelines* de

hipertensão arterial são modelados e inseridos na base de conhecimento dinamicamente. Quando houver novas versões no *guideline* que o hospital ou a clínica estiverem utilizando, *Protégé* permite inserir ou apagar estes novos dados.

The screenshot shows a window titled "ATHENAINSTANCE\_90980 (instance of ATHENA\_Management\_Guideline)". The window is divided into several sections:

- Label:** JNC-VI Hypertension Guideline
- Version:** November 1997
- Title:** The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure
- Authors:** NIH NHLBI Joint National Committee
- Clinical Algorithm:** hypertension management diagram
- Reference:** JNC-VI Hypertension Guideline text
- Eligibility Criteria:**
  - presence of diagnosis of hypertension
  - absence of renovascular disease
  - not a woman of reproductive potential
  - no diagnosis of pregnancy
  - creatinine < 2.5
  - Absence of Secondary Hypertension
  - absence of spinal cord injury
  - not stage 3 hypertension
  - taking 3 or fewer antihypertensive drugs
  - absence of narcolepsy
  - Not taking cyclosporine
  - Not taking spironolactone
  - Not taking minoxidil
  - absence of renovascular disease
- Goal:**
  - BP target patient with DM, CHF or CRI
  - BP target for patient without DM, CHF, and CRI
- Patient Characterization:**
  - Risk Group A (no risk factor and no TOD/CCD)
  - Risk Group B (presence of non-DM risk factor but no DM)
  - Risk Group C (presence of TOD/CCD or DM)

**FIGURA 1 - Base de conhecimento de hipertensão do ATHENA DSS.**

A Fig. 1 representa a base de conhecimento do *guideline* de hipertensão. A base de conhecimento foi desenvolvida com critérios de inclusão e exclusão e em regras separadas para o controle de hipertensos diabéticos e não diabéticos. Nesta base de conhecimento, a lógica da terapia, recomendações baseadas em morbidade e históricos de efeitos colaterais dos medicamentos são inseridos de forma separada do interpretador de *guideline*, permitindo aos médicos modificarem a base de conhecimento de acordo com as políticas médicas existentes no hospital ou clínicas.

O interpretador do *guideline* utiliza a arquitetura EON. Este sistema consiste em uma base de conhecimento de *guideline* criada através do sistema *Protégé*, de uma



máquina ou mecanismo de execução de *guideline* para interpretar a base de conhecimento, um componente para responder as pesquisas feitas no banco de dados para avaliar qual critério do *guideline* é aplicado ao paciente, e um método que reconhece padrões para os dados do paciente.

Os conflitos existentes entre os modelos de dados do ATHENA DSS com os modelos de dados do EMR proprietário do hospital são resolvidos através de um intermediador de banco de dados chamado *Athenaeum* (Advani, A., 1999). *Athenaeum* mapeia o banco de dados legado em um modelo de dados do ATHENA DSS através de um mapeamento físico, o qual transforma um banco de dados legado (EMR) em um banco de dados relacional e um mapeamento lógico, que cria um banco de dados temporário e mapeia a terminologia local para a terminologia do *guideline* da base de conhecimento.

O sistema ATHENA funciona da seguinte forma. Para cada paciente, o programa requer uma lista de diagnósticos, lista de medicamentos, pressão arterial, valores laboratoriais (potássio, creatinina), reações adversas e alergias a medicamentos. Os diagnósticos são convertidos do código ICD-9 para as categorias de doenças relevantes de hipertensão.

Para pacientes com pressão arterial não controlada, o sistema recomenda aumento da terapia medicamentosa e para pacientes cuja pressão arterial não esteja disponível, o sistema computa a falta deste valor e apresenta recomendações dobradas para a hipótese de que a pressão arterial esteja controlada adequadamente e para a hipótese de que a pressão arterial não esteja controlada. Estas recomendações podem ser visualizadas na FIGURA 2.

Hypertension Guideline		
Advisory	Advisory - HTML	Eligibility
Patient Name <input type="text"/>		
DIICP BP	<input type="text" value="75/82"/>	Date <input type="text" value="11-22-1999"/>
Today's BP	<input type="text"/>	Date <input type="text" value="2-25-2000"/>
Typical BP	<input type="text"/>	Date <input type="text" value="2-25-2000"/>
<input type="button" value="Update Advisory"/>		
Strict	Permissive	
<b>Risk Group C</b> presence of target organ damage/clinical cardiovascular disease or diabetes mellitus		
Guideline Goal: SBP < 130 and DBP < 85		
<b>BP apparently not under control</b>		
<i>Consider the following management choices</i>		
Continue current drug choices but consider adjusting the drug dosage if blood pressure is not adequately controlled.		
on one drug, consider stepping up		
evaluate new drug to prescribe		
Risk group C control BP as soon as feasible		
<i>modifying treatment, consider any one of the following actions:</i>		
Action	Comments	
Add Beta-Blockers(atenolol)	Compelling indications [ Myocardial_Infarction ]	
Add ACE_Inhibitors(lisinopril)	Compelling indications [ Diabetes_Mellitus ]	
Add Thiazide_Diuretics(hydrochlorothiazide)	Compelling indications [ Isolated_Systemic_Hypertension_In_Elderly ]	
Add Dihydropyridines(felodipine)	Relative indications [ Isolated_Systemic_Hypertension_In_Elderly ]	
Add Thiazide_Diuretics(hydrochlorothiazide)	Relative indications [ DM-Type2 ]	
Your comments for the Guidelines Team (optional)		
<input type="button" value="Reviewed"/> <input type="button" value="Not Reviewed"/>		
Complete clinical information may not be available through the computer system. Please use all the information that you have about the patient together with your clinical judgment.		

**FIGURA 2 - Recomendações do ATHENA DSS.**

### 5.1.2 HyperCare

*HyperCare* é um protótipo de um Sistema de Suporte a Decisão para o gerenciamento de Hipertensão essencial, desenvolvido pelo Politécnico de Milão, Itália.

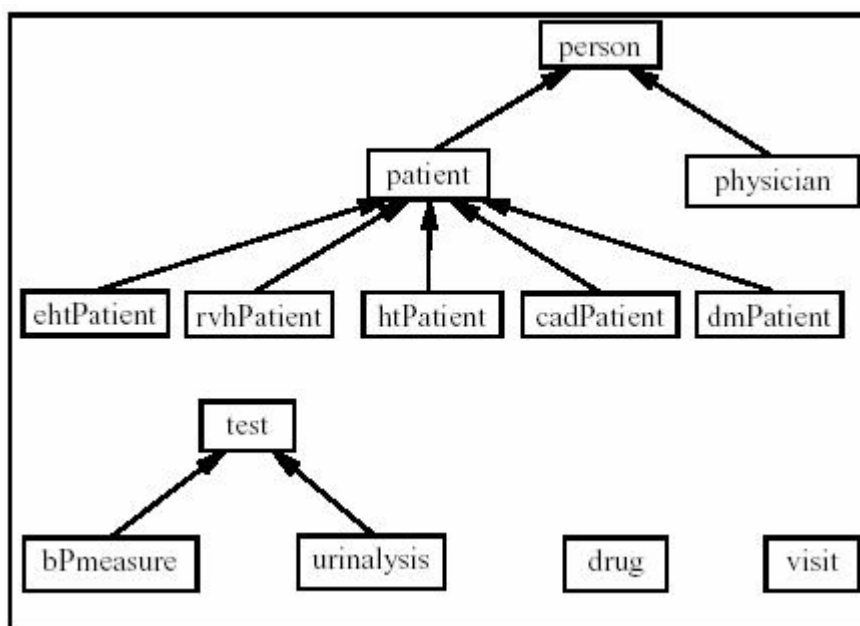
O protótipo é baseado no *guideline* de gerência de hipertensão do *World Health Organization/International Society of Hypertension* (WHO/ISH, 1993) e nas recomendações do *guideline* dos Estados Unidos *Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure* (JNC6, 1992). *HyperCare* foi implementado utilizando uma linguagem de banco de dados ativa chamada *Chimera* (Ceri, S., Fraternali, P., 1997), também desenvolvida pelo Politécnico de Milão, sendo a primeira aplicação de banco de dados médicos ativa de acordo com os *guidelines* citados anteriormente.

*Chimera* integra um modelo de dados orientado a objetos, uma linguagem de busca declarativa e uma linguagem de regras ativa para processamento reativo. Provê todas as características comuns de um modelo de dados orientado a objetos, ao qual múltiplas heranças e múltiplas instâncias de classes são permitidas. As regras ativas possuem o domínio semântico das regras de sistemas especialistas e a eficiência de tratamento dos dados do banco de dados.

Duas características importantes são relevantes na arquitetura do *HyperCare*:

- 1) **Esquema de Definição Orientada a Objetos:** As entidades envolvidas no tratamento de hipertensão arterial são representadas pelo esquema de definição orientado a objetos através de classes de objetos (médico, paciente, medicamento). A Fig. 2 ilustra parte do esquema; os quadrados representam as classes e as setas representam relacionamentos de herança, evitando a redundância de código.

Para representar a complexidade das condições de saúde de um paciente, afetado por mais de uma doença, um objeto, no *Chimera*, deve pertencer simultaneamente a um número de classes mesmo se não relacionado na hierarquia de heranças. Então, um objeto referenciando um paciente pertence a todas as classes que representam as doenças deste paciente. Por exemplo, o objeto relacionado a um paciente diabético e hipertenso é, simultaneamente, uma instância das classes *dmPatient* e *ethPatient*.



**FIGURA 3 - Esquema de classes**

- 2) **Regras Ativas:** O paradigma reativo computacional é implementado através de regras ativas. No *Chimera*, estas regras são divididas em três partes:
- **Evento.** Especifica um ou mais eventos (objetos de modificação, remoção, criação) que pode iniciar a regra (i.e. iniciar a interpretação de sua condição).
  - **Condição.** Especifica uma pré-condição no estado do banco de dados para a ação ser executada.
  - **Ação.** Contém uma ou mais operações (buscas ou atualizações) que podem ser executadas no banco de dados se a regra for iniciada e sua condição for satisfeita.

Uma das características mais interessantes do *HyperCare* é a sua capacidade de reatividade computacional típica de banco de dados ativos. *Hypercare* trabalha como se fosse uma aplicação de *background* entrando em ação sempre que um dado relevante for inserido. O estado do diagnóstico e da terapia de um paciente envolvem, em paralelo, a medição da pressão arterial e os testes médicos. Quando o estado do banco de dados é modificado, o sistema reage de acordo com o conhecimento implementado em suas regras ativas.

As principais funções de Suporte a Decisão implementadas no *HyperCare* são:

- Gerenciamento dos procedimentos recomendados para o diagnóstico da hipertensão essencial;
- Agendamento automático de visitas e de testes médicos;
- Tratamento da terapia medicamentosa, incluindo indicações e contra-indicações de medicamentos, lesão em órgãos-alvo e fatores de riscos;
- Preenchimento da agenda registro médico do paciente, incluindo os laudos de episódios inesperados.

Além disso, permite, ao médico, aproveitar seu conhecimento, quando necessário, para alterar o medicamento ou a dosagem escolhida pelo *HyperCare*. O sistema não interferirá na dosagem alterada pelo médico, pelo menos, por duas semanas. Caso esta modificação não seja suficiente para a redução da pressão arterial do paciente o sistema sugere, ao médico, a alteração da terapia medicamentosa.

## **5.2 Parte II – Sistemas de Suporte à Decisão com WfMS**

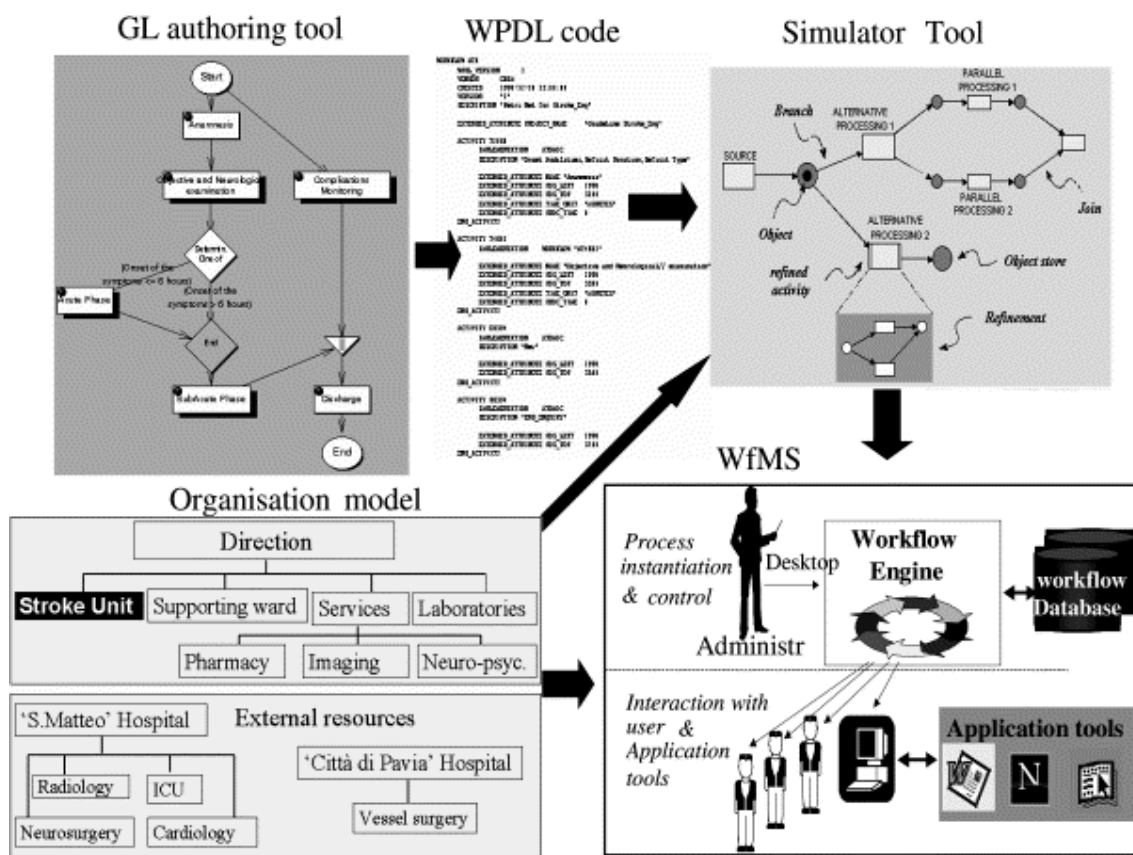
Esta parte aborda Sistemas de Suporte a Decisão com o uso de workflow management system para área médica.

### **5.2.1 GUIDE**

GUIDE é um protótipo de um sistema para o gerenciamento de derrame cerebral isquêmico, desenvolvido pelo Laboratório de informática Médica da Universidade de Pavia, Itália.

Este protótipo implementa o *guideline* clínico para o tratamento de derrame cerebral isquêmico publicado pelo *American Health Association* (Feinberg WM, 1994., Adams HP, 1994), através de recursos existentes no WfMS. GUIDE é baseado no formalismo computacional representando o conhecimento médico e o conhecimento organizacional do hospital, permitindo a implementação do *guideline*, não somente como uma agenda, mas sim como um organizador que facilita os processos de cuidados médicos.

A metodologia utilizada para a implementação do sistema GUIDE pode ser visualizada na FIGURA 4.



**FIGURA 4 - Passos para a implementação do Sistema Gerenciador de Workflow para pacientes baseados em guideline.**

Os quatro principais passos de implementação são:

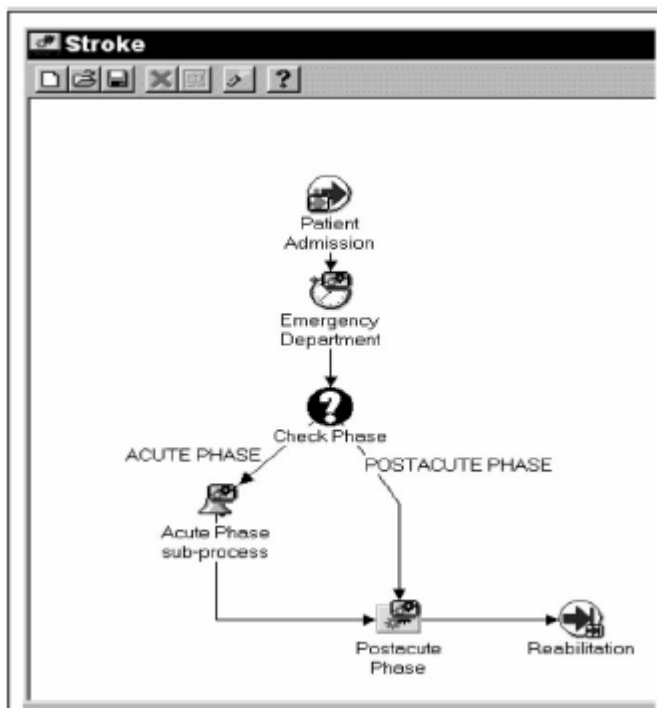
- **GL authoring tool:** representa o *guideline* graficamente, e é, computacionalmente, representado através de um banco de dados relacional. É uma ferramenta educacional através da qual as tarefas são explicadas e relacionadas à literatura pertinente.
- **WPD (Workflow Process Definition Language):** transforma o *guidelin*, que está no banco de dados em tarefas e transições para a linguagem de definição de processos de *workflow*. Esta linguagem é recomendada pelo WMC (Hollingsworth, 1994) para o compartilhamento de modelos de *workflow*.
- **Código WPLD:** cria a rede de Petri, a qual é utilizada pelo pacote *Income<sup>TM</sup>*, permitindo, ao modelo de *workflow*, ser testado e otimizado.

Nesta fase, o modelo organizacional do hospital é utilizado para representar o conhecimento sobre recursos disponíveis.

- **WfMS Oracle Workflow:** é um produto comercial que implementa o modelo e o gerenciamento de *workflow*. As ferramentas utilizadas deste produto foram:
  - **Builder:** permite, ao designer, criar o modelo de *workflow* de acordo com as tarefas correspondentes ao *guideline* de derrame cerebral isquêmico.
  - **Monitor:** permite, ao responsável da unidade de derrame cerebral isquêmico, fiscalizar as instâncias de processos de *workflow* (item de *workflow*).
  - **Notification Mailer:** notificam, via e-mail, usuários finais sobre itens de *workflow* não finalizados.

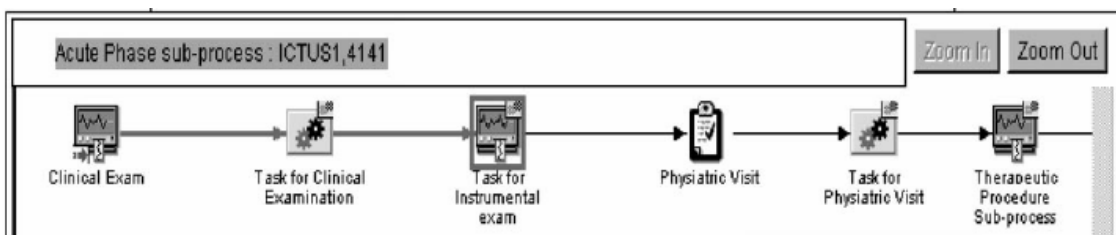
A FIGURA 5 demonstra a janela do *Oracle Workflow Monitor*, a qual modela, de uma forma genérica, o nível do modelo de cuidados médicos para o *guideline* de derrame cerebral isquêmico. O modelo é composto por atividades no qual cada atividade é um passo lógico para a execução do processo de cuidados médicos.

Na FIGURA 5, após a entrada do paciente na emergência, verifica-se a história clínica do mesmo, caso o tempo do derrame for menor que 6 horas, então se deve encaminhá-lo para a fase de tratamento aguda, senão para a fase pós-aguda. Nota-se que, neste processo, o passo lógico pode produzir diferentes resultados. As propriedades das atividades são definidas através da ferramenta *Oracle*, enquanto as regras descrevendo as ações e seus possíveis efeitos são definidas através dos procedimentos *PL/SQL*, as quais são executadas em tempo de execução pelo interpretador de *API* da Máquina de *Workflow*



**FIGURA 5 - Alto nível do modelo de cuidados médicos para o tratamento de pacientes com derrame cerebral isquêmico na fase aguda representado pelo Oracle Workflow Monitor**

Cada tarefa da FIGURA 5 é uma tarefa composta. A FIGURA 6 demonstra a atividade fase aguda dividida em várias atividades compostas por exames clínicos (teste sanguíneo), exames instrumentais (tomografia computadorizada), exames psiquiátricos e procedimentos terapêuticos, as quais podem ser acompanhadas pelo médico responsável pelo paciente.



**FIGURA 6 - Detalhamento da fase aguda. As linhas espessas apresentam as atividades realizadas, as linhas finas representam as atividades não realizadas.**

O objetivo final do sistema GUIDE é o desenvolvimento de um sistema que envolva todo o processo emergencial até a reabilitação do paciente; porém, o sistema está limitado à fase sub-aguda de derrame cerebral.



### 5.3 Parte III - Sistemas de Workflow

Esta parte aborda Sistemas específicos de *workflow management system*. Relata sobre um *framework* de *workflow*, um novo paradigma para as decisões de workflow e o suporte de aplicações de *workflow* em grande escala.

#### 5.3.1 TriGSflow

*TriGSflow* é sistema proposto na tese de PhD de Stefan Rausch-Schott o qual aborda um *framework* de *workflow* flexível que suporta regularmente mudanças de solicitações e condições. A arquitetura do *TriGSflow* é baseada em um banco de dados orientado a objetos (*GemStone/S*), em regras de Evento-Condição-Ação (ECA) integradas em um modelo de dados orientado a objetos, e em "papéis" que auxiliam a evolução do objeto. O *framework* emprega a tecnologia de um banco de dados orientado a objetos para implementar um modelo de *workflow*. *TriGS* (*Trigger system for GemStone*), uma extensão ativa para *GemStone* fornece o componente ativo.

Rausch-Schott concentra-se em um aspecto transacional de *workflow management system*. Ele emprega um modelo genérico de *workflow activity-based* baseado em vários gêneros de *workflows* (o qual ele chama de "pastas"), itens históricos e itens de trabalho. O modelo do *TriGSflow* também inclui aspectos organizacionais, informativos e de comunicação. O aspecto organizacional especifica a estrutura do negócio organizacional e fornece as classes pré-definidas do departamento, do agente e da função. O aspecto de informação fornece a seleção de agentes e políticas de coordenação. E o aspecto de comunicação permite a troca assíncrona de dados entre agentes com as classes de lista de trabalho e dos itens de trabalho.

#### 5.3.2 Vortex

O projeto *Vortex* da *Bell Labs* propõe um novo paradigma de programação para a especificação das decisões tomadas nas atividades dos *workflows*. *Vortex* emprega um processo de metodologia de modelagem baseado em artefatos e focaliza na captura de como os artefatos são processados dentro de uma organização. *Workflows* focalizam-se

no processo de atribuição de valores para artefatos. Esta é a melhor abordagem para satisfazer *workflows* que não possuam um número de passos bem determinado.

*Vortex* adota a arquitetura de *blackboard* onde módulos computam valores de atributo. Os módulos escutam os eventos e condições de permissão iniciam suas execuções. Uma aplicação *Vortex* consiste em vários programas *Vortex*, onde cada um lida com diferentes classes de eventos. Programas não possuem uma representação explícita do fluxo de controle. Particularmente, eles chegam ao fluxo de controle em tempo de execução a partir das solicitações do fluxo de dados dos módulos e de suas permissões de condições. Programadores somente especificam condições sob tarefas a serem efetuadas.

No centro do modelo de execução *Vortex*, uma máquina de interpretação executa programas paralelos e procedurais. Um *framework* que faz o mapeamento de *workflows* *Vortex* declarativos para a máquina de interpretação completa o modelo de execução. O *framework* mapeado suporta várias estratégias que oferecem trocas entre os sistemas carregados e os tempos de resposta. Conseqüentemente, Hull e colegas estudam algoritmos de otimização que decidem quais atributos podem ser computados e quais atributos não são necessários.

### 5.3.3 METEOR<sub>2</sub>

*METEOR<sub>2</sub>* é um *workflow* do projeto de pesquisa da Universidade da Geórgia. Seu objetivo é fornecer um *workflow management system* transacional de multiparadigma capaz de suportar aplicações de *workflow* em grande escala e de missão crítica em grandes empresas e entre as empresas em um ambiente heterogêneo, autônomo e distribuído.

O *METEOR<sub>2</sub>* pode ser usado por usuários não especializados e emprega um planejador gráfico com três componentes. O planejador de mapa que permite aos usuários definirem mapas de *workflows* com ordenamento das tarefas e suas dependências (FIGURA 7). Os usuários empregam o planejador de dados para especificar os objetos de dados manipulados pelas tarefas. O planejador de tarefas permite, aos usuários, definir a estrutura das tarefas.

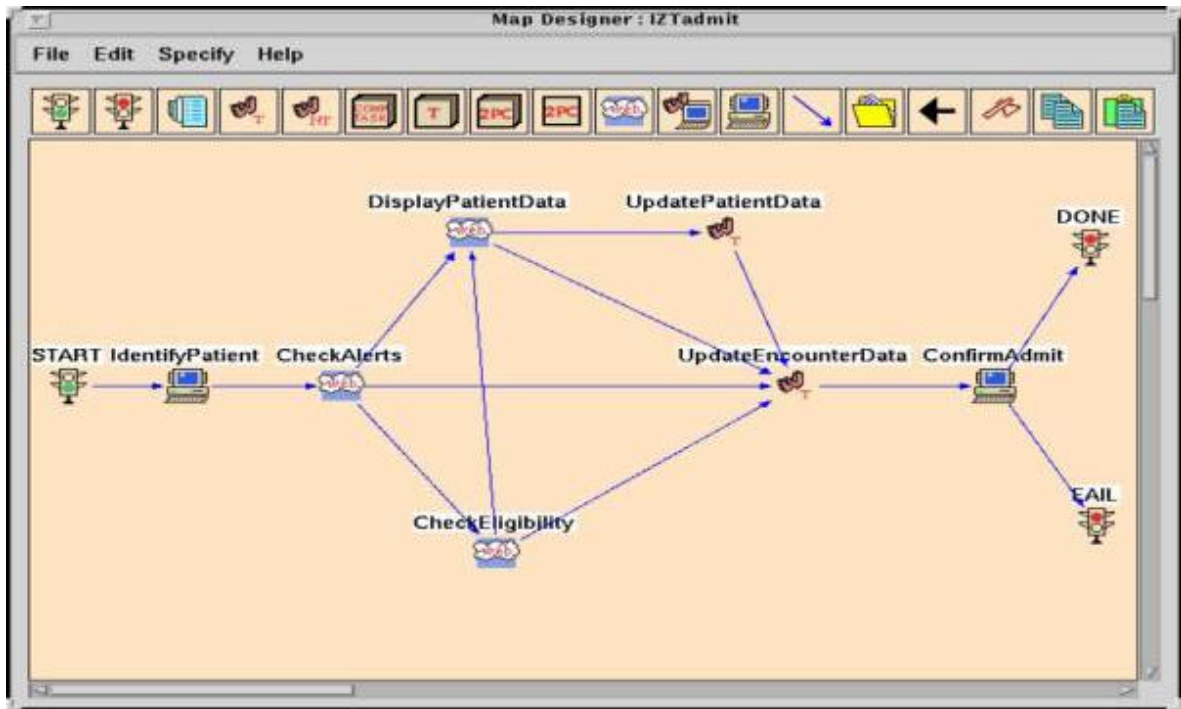


FIGURA 7 - Planejador de mapa.

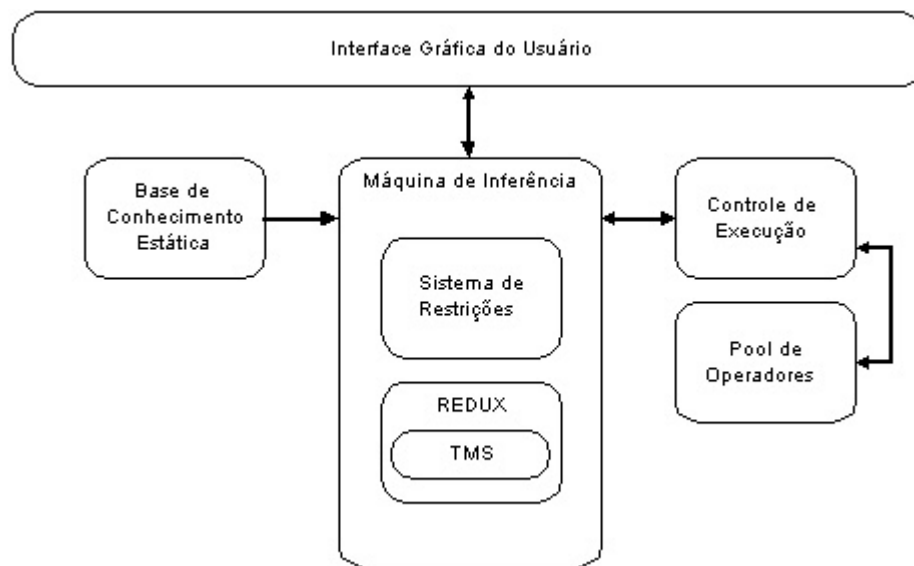
## 6 ARQUITETURA DO SISTEMA HIPERFLOW

Neste capítulo, será descrita a arquitetura do Sistema HiperFlow, a qual suporta a modelagem e execução dos processos de exames de uma forma interativa e de execução automática.

Em primeiro lugar, é apresentado o Sistema Cyclops, o qual é a base para o Sistema HiperFlow. A seguir, serão apresentados os componentes que fazem parte do Sistema HiperFlow.

### 6.1 Arquitetura do Sistema Cyclops

Nesta sessão, são descritos vários componentes existentes no Sistema Cyclops, os quais serão utilizados para o desenvolvimento do Sistema HiperFlow. Descrições mais detalhadas podem ser encontradas em (Wangenheim,A. 1996), (Krechel, D., 2000), (Comes, R., 1997).



**FIGURA 8 - Arquitetura do Sistema Cyclops**

A FIGURA 8 demonstra a arquitetura do Sistema Cyclops e seus componentes são explicados abaixo:

**Máquina de inferência:** A máquina de inferência é o principal componente do Sistema Cyclops. Ela corresponde a uma expansão do Sistema IDAX, o qual é um

sistema de auxílio para configuração de domínios técnicos e consiste em um configurador de operadores de meta, de um gerenciador de decisões e um sistema de revisão o qual é realizado pelo REDUX-TMS. Cria uma seqüência de operadores elementares de processos de hipertensão arterial armazenados no Pool de operadores. Utiliza o conhecimento específico armazenado na base de conhecimento de domínio e o conhecimento sobre os procedimentos armazenados na base estática de conhecimento . O conhecimento criado durante a configuração, como operadores, parâmetros selecionados e as relações entre operadores e parâmetros, é acumulado na base dinâmica de conhecimento. Isto não ocorre na FIGURA 8 devido ao conhecimento dinâmico não ser um componente separado. A administração dos valores de parâmetro e suas dependências pertencem ao sistema de *constraints*, apesar de que os registros das decisões são executados pelo *REDUX-TMS*.

**Base estática de conhecimento :** Contém o conhecimento global sobre os processos de hipertensão arterial, o qual é o conhecimento especializado sobre os procedimentos de atendimento de pacientes potencialmente hipertensos. O conhecimento é dividido em objetos de domínio concreto e abstrato, os quais são conectados através de relações. Com o conceito de relações, o conceito de hierarquia pode ser descrito, o qual é usado como uma orientação para a configuração de processo dinâmico. O termo “estático” significa que o conteúdo desta base de conhecimento mantém-se inalterado durante a execução dos processos. Os objetos da base de conhecimento de hipertensão arterial podem ser modelados com o auxílio das seguintes expressões:

- **Relação:** com o auxílio das relações, as dependências entre os objetos do domínio podem ser descritos. Uma hierarquia taxonômica dos objetos pode ser descrita pela relação *Class-Of / Is-A* e uma hierarquia composta pela relação *Has-Parts / Part-Of*. Para as conexões entre objetos abstratos e a realização técnica, a relação *Has-Implementation / Is-A-Implementation* pode ser usada. A relação de execução unária é uma extensão para declarar que um operador abstrato seja associado para execução. Com esta relação de execução concluída, pontos podem ser declarados, os quais são usados depois de completar a configuração de um processo à parte.

- **Atributos:** Atributos descrevem as propriedades dos objetos. No Sistema Cyclops, existem quatro grupos de atributos: entrada, saída, parâmetro e atributos de configuração. Um tipo é associado para cada atributo. Os tipos de um atributo de parâmetro normalmente são tipos enumerados e declaram um conjunto possível de operadores, os quais determinam o valor do parâmetro.
- **Constraints:** *Constraints* permitem a modelagem das restrições de dependências entre os objetos.
- **Regras de Preferência:** Regras de preferência definem o domínio do conhecimento dependente para decisões. Em vários casos, o configurador tem que decidir qual o próximo passo a ser escolhido. Esta decisão pode ser auxiliada por regras de preferência, as quais são usadas para o controle heurístico dos passos de configuração ou para descrever um critério de qualificação local de domínio.
- **Fases:** Com o mecanismo de fases da base estática de conhecimento, o processo de configuração pode ser dividido em uma série de fases. A fase atual fornece um filtro para ordenar as metas na agenda da máquina de inferência.
- **Bindings:** *Bindings* são necessários para a modelagem do fluxo de dados entre os operadores de processos da hipertensão arterial. Eles conectam os atributos de diferentes operadores. Uma diferenciação deve ser feita entre os *bindings* de interface e *bindings* de fluxo de dados. *Bindings* de interface descrevem conexões entre atributos de um componente agregado aos atributos de componente. *Bindings* de fluxo de dados descrevem a conexão entre atributos de saída de um componente com atributos de entrada de um outro componente.
- **Propriedades:** Operadores de hipertensão arterial podem conter várias implementações. A funcionalidade de um operador é determinada durante a modelagem da aplicação da hipertensão arterial. Com a implementação, o tipo da chamada de execução deve ser declarado. O tipo e o formato da chamada são modelados em propriedades. Para ocorrer a execução, Cyclops pode usar programas de chamada do UNIX, funções dinâmicas de bibliotecas em C e blocos em *Smalltalk*.

**Controle de execução:** O controle de execução representa a interface entre o sistema de configuração e a execução dos processos de hipertensão arterial. Ele recebe um sub-processo, configura-o através do sistema de configuração e depois o executa.

**Pool de operadores:** Este pool de operadores contém, armazenados, os operadores dos processos de hipertensão arterial em forma de programas ou bibliotecas, as quais esperam parâmetros como entrada.

**Interface do Usuário:** A interface do usuário auxilia a aquisição de conhecimento e a execução interativa dos processos de interpretação dos processos de hipertensão arterial.

## 6.2 A configuração e execução de processos

No Cyclops, o processo de configuração é dirigido pela estrutura de objetos armazenados na base estática de conhecimento. O processo de configuração segue o princípio de refinamento interativo. O processo começa com um objeto abstrato inicial associado à meta da configuração. Através da comparação deste objeto dinâmico com o objeto na base estática de conhecimento, operadores para o processamento da meta são encontrados. Estes operadores, os quais manuseiam as metas, podem ser divididos em classes como:

- **Especialização:** Conforme a relação *IsA-relation*, modelado na base estática de conhecimento, o objeto dinâmico é especializado.
- **Decomposição:** Conforme a relação *hasParts* modelado na base estática de conhecimento, o objeto dinâmico é decomposto.
- **Parametrização:** Valores de atributos são determinados ou uma certa realização técnica é escolhida.

Por se tratar de uma meta com o auxílio de um operador, o objeto é instanciado e um conjunto de novas sub-metas é criado. Todas as metas não tratadas são administradas em uma agenda. Para cada meta, um conjunto de operadores pode ser escolhido. Estes operadores são o conjunto de conflitos para o tratamento da meta. Para a execução de um passo de configuração, duas decisões devem ser feitas. Primeiramente, é a seleção da próxima meta e, em seguida, a regra de preferência. Todas as decisões

feitas durante a configuração são armazenadas em um sistema de manutenção de domínio específico baseado em REDUX. Com o auxílio do TMS, todas as decisões sobre a exclusão de um operador durante o tratamento da meta podem ser gerenciadas. Isto é muito importante para o mecanismo de revisão do sistema.

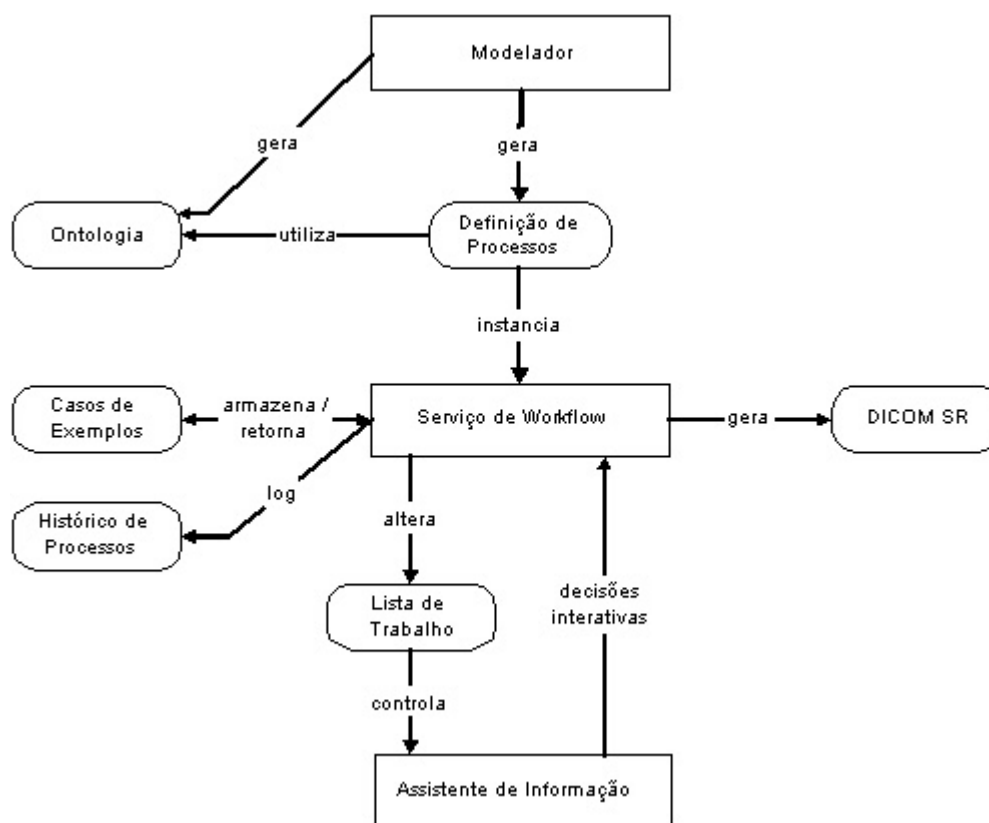
Depois do processo de configuração, composto por vários operadores, o processo deve ser executado. Em alguns casos, deve ser necessário executar partes do processo em um determinado ponto da configuração. Contudo, em um certo tempo, determinado pela relação de execução, o sistema de configuração transfere a *executionRequest* e a *executionList* ou *requestList* para o controle de execução. A *requestList* contém todos os operadores que devem ser executados.

A tarefa principal do controle de execução é a determinação de uma seqüência correta para os operadores. Esta tarefa pode ser muito complexa, devido a cada operador poder possuir várias entradas e saídas independentes, ou seja, o resultado de um operador é utilizado como entrada de outro operador. A execução funciona da seguinte forma: inicializa-se a agenda com as tarefas relacionadas na *requestList*; enquanto a agenda não estiver vazia, ocorre o armazenamento do operador corrente, o qual possui os valores de entrada do operador disponível na agenda. Isto assume que nenhum erro ocorrerá durante a execução. Porém, falhas podem ocorrer facilmente quando nenhum dos operadores da agenda for executado devido a falta de um dado de entrada. Esta situação pode acontecer quando ocorrer uma modelagem errônea dos procedimentos de hipertensão arterial armazenado na base estática de conhecimento. Além disso, erros como *segmentation faults* e *memory overflows* podem ocorrer durante a execução de um operador. Por esta razão, o algoritmo é ampliado e melhorado sendo detalhado em Comes, R., 1994.

### **6.3 Componentes do Sistema HiperFlow**

Esta sessão descreve os três principais componentes do Sistema HiperFlow, os quais estão divididos em : Modelador, Serviço de *Workflow* e Assistente de Informação. A arquitetura do Sistema pode ser visualizada na FIGURA 9.





**FIGURA 9 - Arquitetura do Sistema HiperFlow**

#### 6.4 O Modelador

O modelador é uma ferramenta de aquisição de conhecimento. Em comparação com a ferramenta de Definição de Processo, especificado pelo Modelo de Referência de *Workflow* (Hollingsworth, D., 1995), ele não é somente o responsável pela construção de definições de processos, mas também pela modelagem de ontologias o qual representa, por exemplo, o conhecimento organizacional e os procedimentos da hipertensão arterial. Com este modelador, é possível modelar um tipo específico de processo, o qual será utilizado no desenvolvimento deste trabalho. Segue, abaixo, o tipo do processo:

**Guidelines:** descreve uma boa maneira de modelar conhecimento médico e de prover padrões de treinamento. Uma maneira é diferenciar o *Guideline* de Exames do *Guideline* Organizacional. *Guideline* de exame descreve exames especiais. O guideline de exame, utilizado para a modelagem do conhecimento médico sobre hipertensão arterial, deriva do III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial (III CBHA, 1998) e do *guideline* de evidências baseado no “*The Sixth Report of the Joint National*

*Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC6, 1997)*” apresentado no CAPÍTULO 2. Este modelo de processo contém todos os passos de um exame, como uma descrição textual ou exemplos dos diversos casos de hipertensão arterial. Uma ontologia, usada para modelar este processo, representa o conhecimento sobre os fatores de risco, lesões em órgãos-alvo e doenças cardiovasculares, o qual classificam um paciente em ser ou não considerado hipertenso. Já o *Guideline Organizacional* imita o processo organizacional utilizado no processo de gerenciamento de paciente definido pelo IHE (IHE Technical Framework, 2000).

### **6.5 Serviço de *Workflow***

O serviço de *workflow* instancia a definição de processo e controla a execução do resultado dos processos. Durante a execução do *guideline* é administrada e documentada toda a ocorrência de dados, cria-se uma ou mais listas de trabalho no início da execução do processo, atualizam-se os dados de acordo com as decisões dos usuários, e se produz dado de saída. Os dados de saída de um exame do *guideline* de hipertensão arterial são relatórios estruturados no padrão DICOM SR. explicado em detalhes no capítulo 7.

### **6.6 Assistente de Informação**

O Assistente de Informação é uma combinação da aplicação do cliente de *workflow* e da interface do usuário definida pelo modelo de referência de *workflow*. (Hollingsworth, D., 1995). Ele é integrado ao software DICOM implementado pelo Projeto Cyclops e auxilia o clínico durante o trabalho diário.

São suportados diferentes tipos de processos. Caso o clínico queira efetuar um tipo de exame especial, ele escolhe o *guideline* de exame correspondente o qual o leva para uma apresentação de lista de trabalho. O item trabalho pode ser manuseado arbitrariamente até que todas as estruturas necessárias sejam checadadas. Além de imagens, suporte de documentos e de gráficos, são apresentados exemplos de casos típicos fazendo com que o assistente de informação seja usado para ensinar os estudantes ou inexperientes da área da saúde através do conhecimento existente dentro do sistema. A saída é um relatório estruturado do que foi achado e é enviado para o clínico referente.

## 7 MODELAGEM DO SISTEMA HIPERFLOW

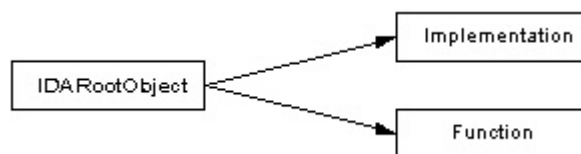
Neste capítulo, será descrita a modelagem do Sistema HiperFlow e o funcionamento da base estática de conhecimento baseada no *guideline* de hipertensão arterial.

### 7.1 Representação do conhecimento

Os processos de exames para a avaliação do paciente potencialmente hipertenso, representados na base estática de conhecimento, são modelados como agregados de atividades ou como sub-processos. As diferentes atividades, as quais fazem parte dos processos de exame de hipertensão arterial, são associadas às suas realizações técnicas através dos *bindings*, explicado na sessão 6.1.

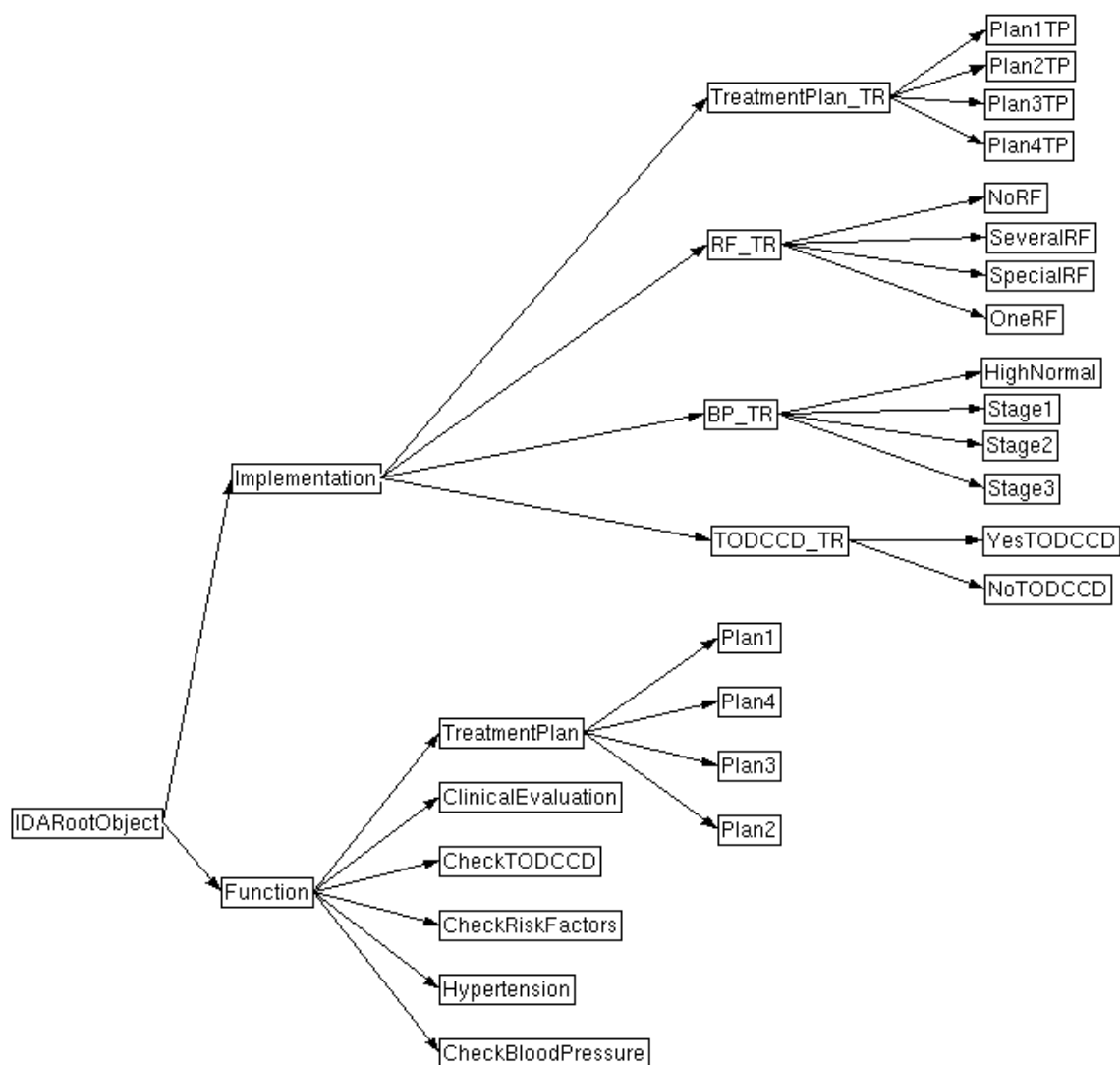
A árvore taxonômica, na base estática de conhecimento, é dividida em duas sub-árvores, demonstradas na FIGURA 10.

- A sub-árvore *Function* que contém os processos e atividades de atendimento do paciente potencialmente hipertenso, ou seja, contém todos os processos do conhecimento do *guideline* de hipertensão arterial.
- A sub-árvore *Implementation*, na qual a realização técnica das atividades de hipertensão arterial está modelada.



**FIGURA 10 - Topo da árvore Cyclops**

Para facilitar a compreensão dos médicos, as relações taxonômicas e de composição são representados na forma de uma árvore, como mostra a FIGURA 11.



**FIGURA 11 - Estrutura da árvore de Hipertensão Arterial**

Este tipo de estrutura é muito útil para a modelagem de novos exames, a qual pode ser elaborada pelos próprios médicos. Além disso, possui uma representação completa do conhecimento de hipertensão arterial através de uma forma compacta.

## 7.2 Modelagem de um exame de Hipertensão Arterial na Base Estática de Conhecimento

Esta sessão descreve a modelagem do *guideline* de exame de hipertensão arterial descrito no Capítulo 2 e a análise dos seus processos de exames.

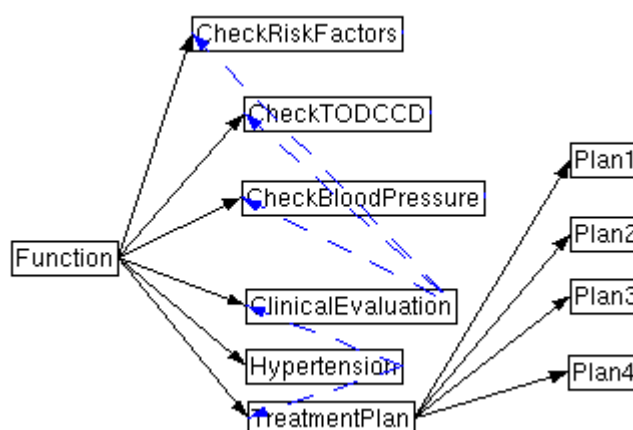
Em linhas gerais, o procedimento para atendimento de pacientes possivelmente hipertensos ocorre da seguinte forma:

1. O paciente ingressa a IS e espera até ser atendido pela recepcionista. Esta, por sua vez, preenche a ficha de recepção com os dados pessoais do paciente contendo o nome, sexo, data de nascimento; dados existentes no padrão DICOM SR. Caso o paciente já esteja cadastrado apenas se marca um novo atendimento e se escolhe o modelo de laudo de exame de hipertensão arterial.
2. A seguir, o paciente é encaminhado à sala de anamnese, o qual é atendido por uma enfermeira especializada. Ela executa as atividades da avaliação clínica a qual corresponde a checagem da pressão arterial, checagem dos fatores de risco e a checagem de lesões em órgãos-alvo ou de doenças cardiovasculares.
3. Após a anamnese, o paciente é analisado se é ou não um indivíduo hipertenso. Em primeira instância, após a correta aferição da pressão arterial, ocorre a classificação diagnóstica da hipertensão, conforme TABELA 1. Em seguida, explica-se ao paciente a necessidade de medir a PA com regularidade, de acordo com a TABELA 2.
4. Caso seja detectada e confirmada a presença da hipertensão arterial, devem-se avaliar os componentes para a estratificação do risco individual dos pacientes hipertensos em função da presença de fatores de risco, lesão em órgãos-alvo e doenças cardiovasculares, conforme a TABELA 3. Além disso, classificar o paciente hipertenso em grupos de estratificação de acordo com a TABELA 4.
5. De acordo com a estratificação do risco e os níveis da pressão arterial, é elaborada a orientação terapêutica (TABELA 5). Esta orientação está dividida em dois aspectos:
  - Modificação do estilo de vida (ANEXO 1) a qual pode ser elaborada pela enfermeira. São medidas que objetivam mudanças dietéticas e comportamentais; estas medidas se destinam aos pacientes e à população em geral e, juntamente, com ações de promoção e educação em saúde, fazem parte também da prevenção da Hipertensão Arterial.

- Terapia medicamentosa, a qual deve ser elaborada pelo médico especialista. É elaborado, através do uso de fármacos, em monoterapia ou associação, em uma seqüência recomendada, respeitando dosagens e efeitos colaterais adversos e que poderá ser alterada em situações especiais que se justifiquem.

Os conhecimentos dos processos descritos nesta sessão são representados a partir do topo da árvore Cyclops visualizada na FIGURA10.

A FIGURA 12 demonstra a sub-árvore *Function* com a completa modelagem do exame de hipertensão arterial. Para facilitar a visualização dos processos e das atividades de hipertensão, faz-se uma decomposição do processo *Hypertension* em outros dois sub-processos chamados *ClinicalEvaluation* e *TreatmentPlan*.



**FIGURA 12 – Sub-árvore Function**

O processo *ClinicalEvaluation* o qual é sub-classe de *Hypertension* representa, no *guideline* de hipertensão arterial, a anamnese do paciente especializada em três atividades adicionais chamadas: *CheckBloodPressure*, *CheckRiskFactors*, *CheckTODCCD*.

As atividades do processo anamnese (*ClinicalEvaluation*) são descritas abaixo:

- *CheckBloodPressure*: é nesta atividade que ocorre a aferição da pressão arterial pelo profissional da área de saúde. Medem-se, em tempos intercalados, duas vezes a Pressão

Arterial Sistólica (PAS) e a Pressão Arterial Diastólica (PAD), sendo considerada a média entre estas aferições.

- *CheckRiskFactors* : nesta atividade, ocorre a identificação dos fatores de risco presentes na TABELA 3.
- *CheckTODCCD*: nesta atividade, inicia-se a investigação de sintomas ou sinais que indiquem lesão em órgãos-alvo e doenças cardiovasculares apresentados na TABELA 3.

O processo *TreatmentPlan* representa, no *guideline* de hipertensão arterial, a modelagem dos processos da orientação terapêutica baseada na estratificação do risco e nos níveis da pressão arterial, apresentados na TABELA 5. O processo *TreatmentPlan* está dividido em planos descritos abaixo:

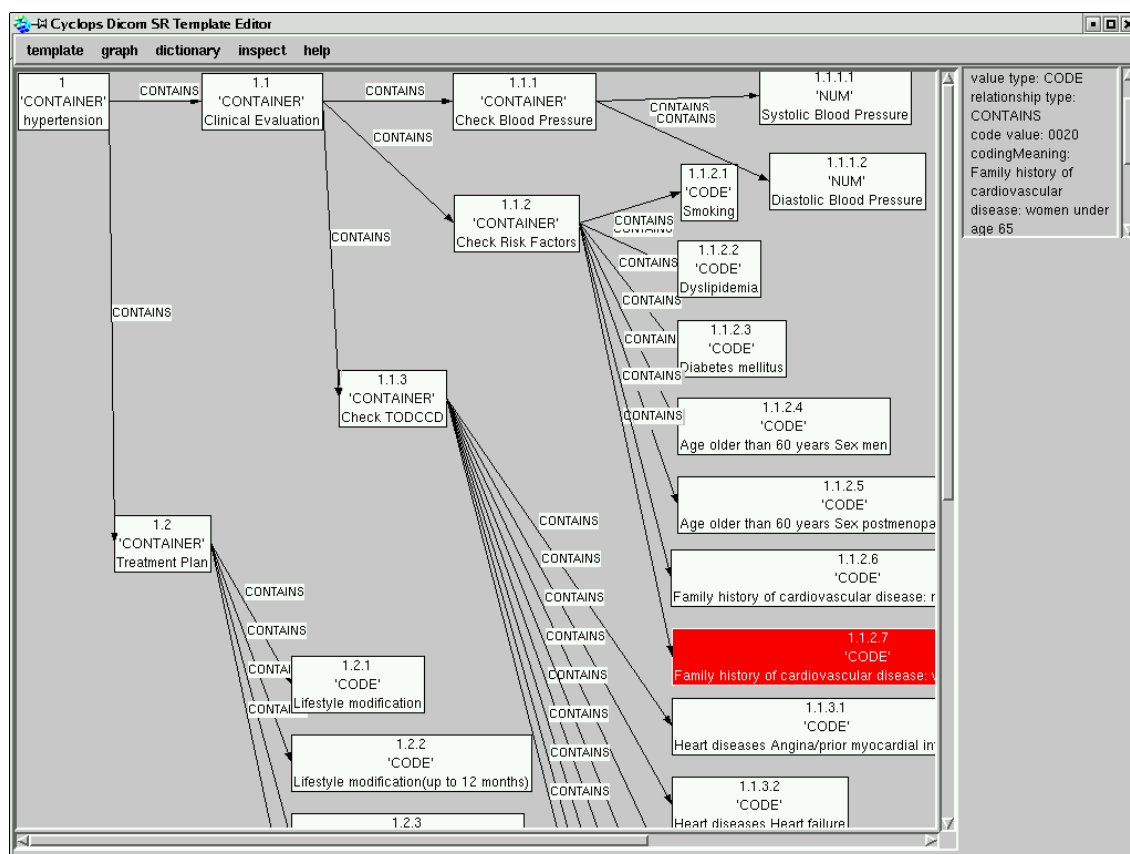
- *Plan1*: este plano representa a modificação do estilo de vida para os grupos A, B e C, cuja pressão arterial esteja classificada como Normal limítrofe.
- *Plan2*: este plano representa a modificação do estilo de vida até 12 meses para o grupo A, cuja pressão arterial esteja classificada como Hipertensão no Estágio 1.
- *Plan3*: este plano representa a modificação do estilo de vida até 6 meses para o grupo B, cuja pressão arterial esteja classificada como Hipertensão no Estágio 1.
- *Plan4*: este plano representa a utilização de terapia medicamentosa para os grupos A, B e C, cuja pressão arterial esteja classificada como Hipertensão no Estágio 2.e 3 e para o grupo C cuja pressão arterial esteja classificada como Hipertensão no Estágio 1.

### **7.3 Modelagem do exame de Hipertensão Arterial no Padrão DICOM SR**

Esta sessão apresenta a modelagem do *guideline* de hipertensão arterial no Padrão DICOM SR descrito no CAPÍTULO 4.

Estas duas modelagens, uma para a base estática de conhecimento e a outra para a edição de modelos de exame no padrão DICOM SR, são necessárias para realizar a

distinção entre a coleta das informações pertinentes aos dados da anamnese do paciente potencialmente hipertenso, modelado no padrão DICOM SR, e o processamento destas informações coletadas através de uma pré-avaliação computacional para recomendar classes medicamentosas, modelado na base estática de conhecimento. A FIGURA 13 demonstra o Editor de gabaritos (do inglês – *template*) no padrão DICOM SR, editor desenvolvido em (Bortoluzzi, Mariana, K., 2003).



**FIGURA 13 - Editor de Modelo da Hipertensão Arterial**

Para gerar este modelo, foi criado um dicionário de termos para a hipertensão arterial contendo o nome do conceito e seu respectivo código, ANEXO 2. A estrutura hierárquica do modelo consiste em itens de conteúdo no qual o primeiro nodo (*root*) é o nome de conceito *hypertension* e tipo de valor *CONTAINER*. Este nodo, por sua vez, possui dois nodos filhos, *ClinicalEvaluation* e *TreatmentPlan*, cujos tipos de relacionamento com seu nodo pai são do tipo *CONTAINS* e também são do tipo de valor *CONTAINER*. Todos os tipos de relacionamento desta modelagem são do tipo



*CONTAINS* devido os nodos apenas conterem informações referentes ao exame de hipertensão arterial.

O nodo *CheckBloodPressure* possui dois filhos, *Systolic Blood Pressure* e *Diastolic Blood Pressure*, cujos tipos de valores são do tipo *NUM* devido a ser um valor numérico qualificado por representação codificada de unidade de medida mmHg.

Os outros nodos possuem itens de conteúdo do tipo *CODE*, valor codificado categórico, pois estes apenas representam valores ordinais nominais ou não numéricos interpretados das TABELAS 3 e 5 do CAPÍTULO 2 de hipertensão arterial.

## **8 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA HIPERFLOW**

Neste capítulo, será descrita a implementação do Sistema HiperFlow e alguns componentes implementados anteriormente por membros do Projeto Cyclops, os quais são utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

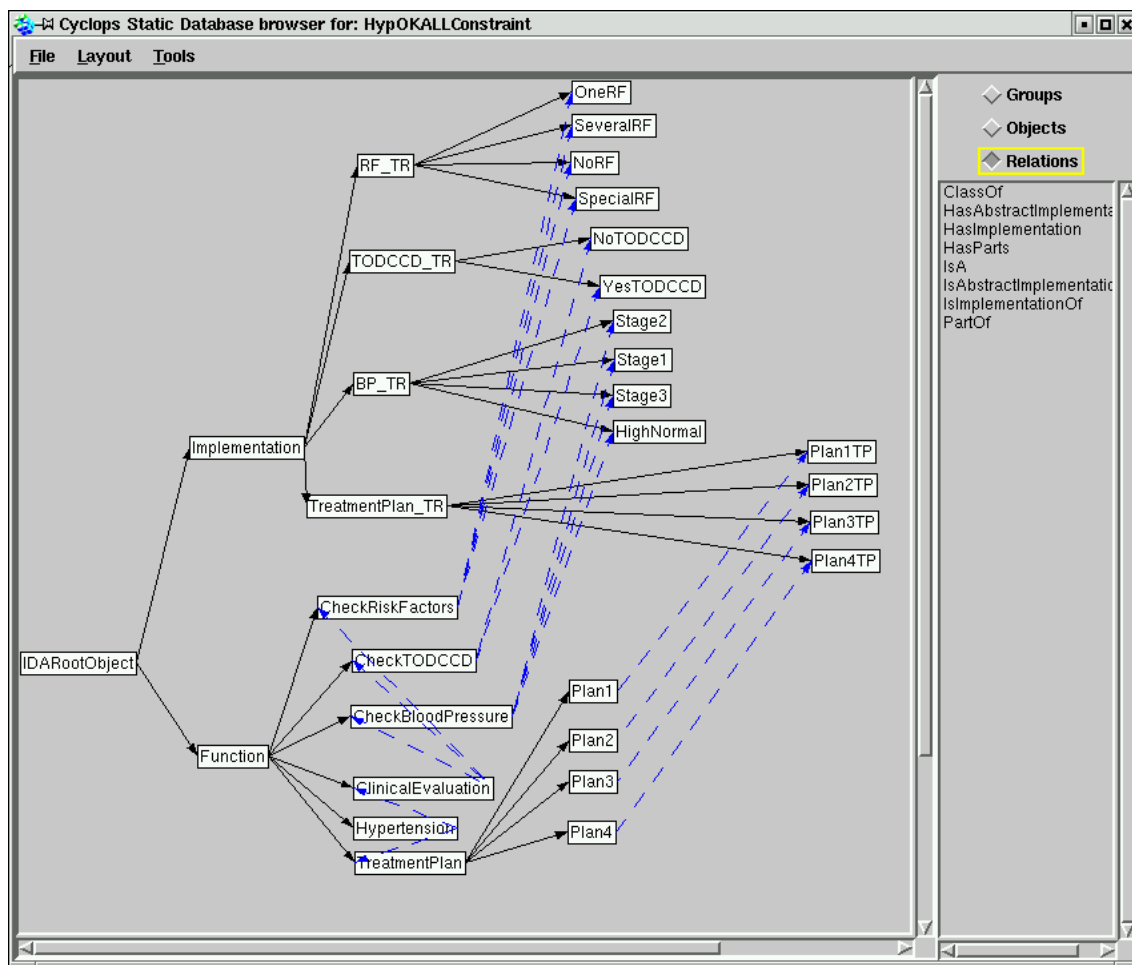
### **8.1 Modelador**

O modelador, tecnologia já existente, é uma ferramenta de aquisição de conhecimento responsável pela estruturação das definições de processos e pela modelagem das ontologias as quais representam o conhecimento da hipertensão arterial.

#### **8.1.1 Ferramenta utilizada para modelar *guidelines* de exames**

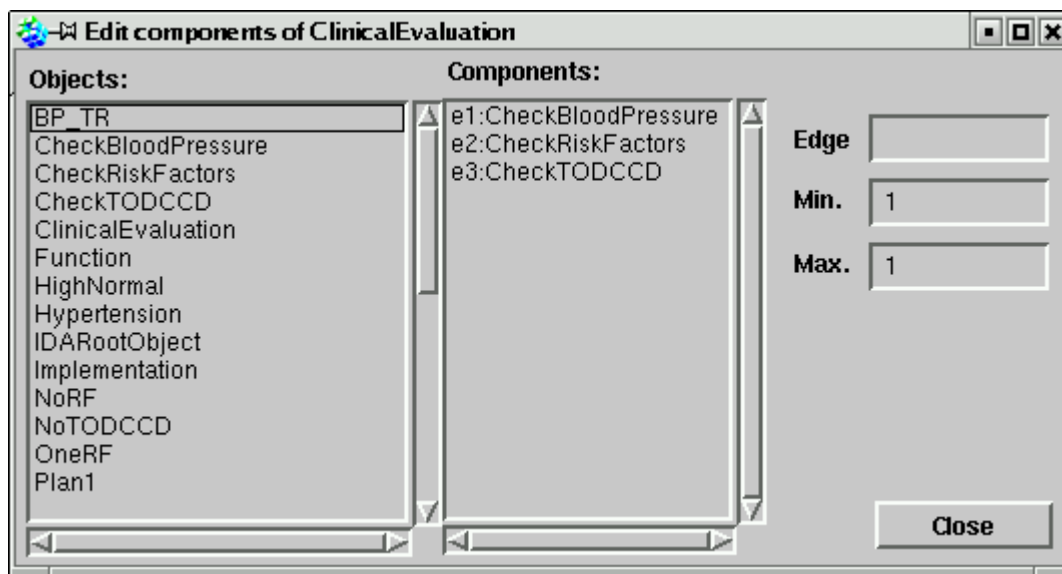
Esta sessão explica a ferramenta utilizada para a modelagem da base estática de conhecimento do *guideline* de hipertensão arterial desenvolvida no CAPÍTULO 7.

Para a modelagem dos processos é utilizada a interface gráfica chamada *Cyclops Static Database Browser*. O usuário pode criar novos nodos da árvore taxonômica a partir do objeto *root*, chamado *IDARootObject*. A FIGURA 14 demonstra o *Cyclops Static Database Browser* e suas sub árvores *Function* e *Implementation*.



**FIGURA 14 - Cyclops Static Database Browser**

Depois de gerada a árvore, modela-se a relação dos componentes. Para isto, deve-se selecionar o nodo desejado e escolher o menu *Components*. Abre-se, então, o Editor de Componentes, chamado *Component Editor*, do nodo selecionado como todos os nodos existentes na base estática de conhecimento apresentado pela FIGURA 15. Este editor cria a relação de *HasParts* para o nodo selecionado.



**FIGURA 15 - Component Editor**

A sub-árvore *Function* apresenta as relações de:

- Especialização (*IsA*) da sub-árvore *Function* para os nodos *Hypertension*, *ClinicalEvaluation*, *TreatmentPlan*, *CheckBloodPressure*, *CheckRiskFactors*, *CheckTODCCD*, representados por ? .
- Decomposição (*hasParts*) do nodo *Hypertension* para *ClinicalEvaluation* e *TreatmentPlan* e do nodo *ClinicalEvaluation* para os nodos *CheckBloodPressure*, *CheckRiskFactors*, *CheckTODCCD*, representados por ---> .

Estas relações criadas a partir do *Cyclops Static Database Browser* são inseridas no arquivo da base estática de conhecimento. Segue, abaixo, o exemplo da representação dos nodos *Hypertension* e *ClinicalEvaluation* na base.

```

!IDA object: 'Hypertension'
  isA: #'(Function' ).!
!IDA object: 'Hypertension'
  hasPart: #'(ClinicalEvaluation) card: #(1 1) edge: #e1 default: nil.!
!IDA object: 'Hypertension'
  hasPart: #'(TreatmentPlan) card: #(1 1) edge: #e2 default: nil.!

!IDA object: 'ClinicalEvaluation'
  isA: #'(Function' ).!
!IDA object: 'ClinicalEvaluation'
  partOf: 'Hypertension' edge: #e1.!

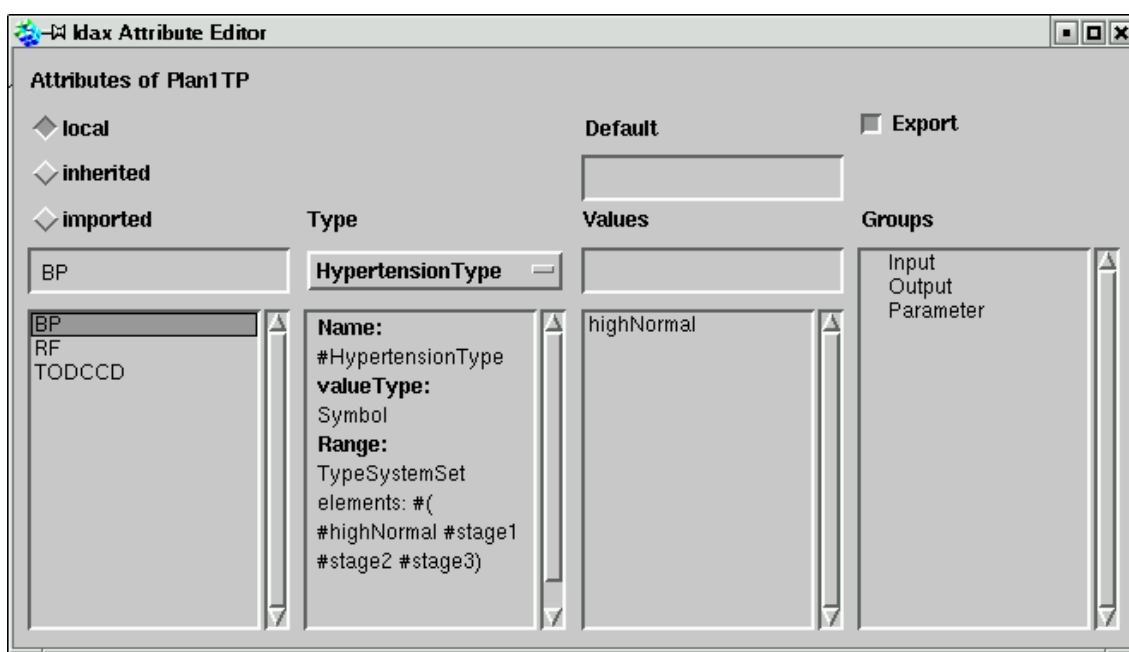
```

```

!IDA object: 'ClinicalEvaluation'
  hasPart: #(#CheckBloodPressure) card: #(1 1) edge: #e1 default: nil.!
!IDA object: 'ClinicalEvaluation'
  hasPart: #(#CheckRiskFactors) card: #(1 1) edge: #e2 default: nil.!
!IDA object: 'ClinicalEvaluation'
  hasPart: #(#CheckTODCCD) card: #(1 1) edge: #e3 default: nil.!

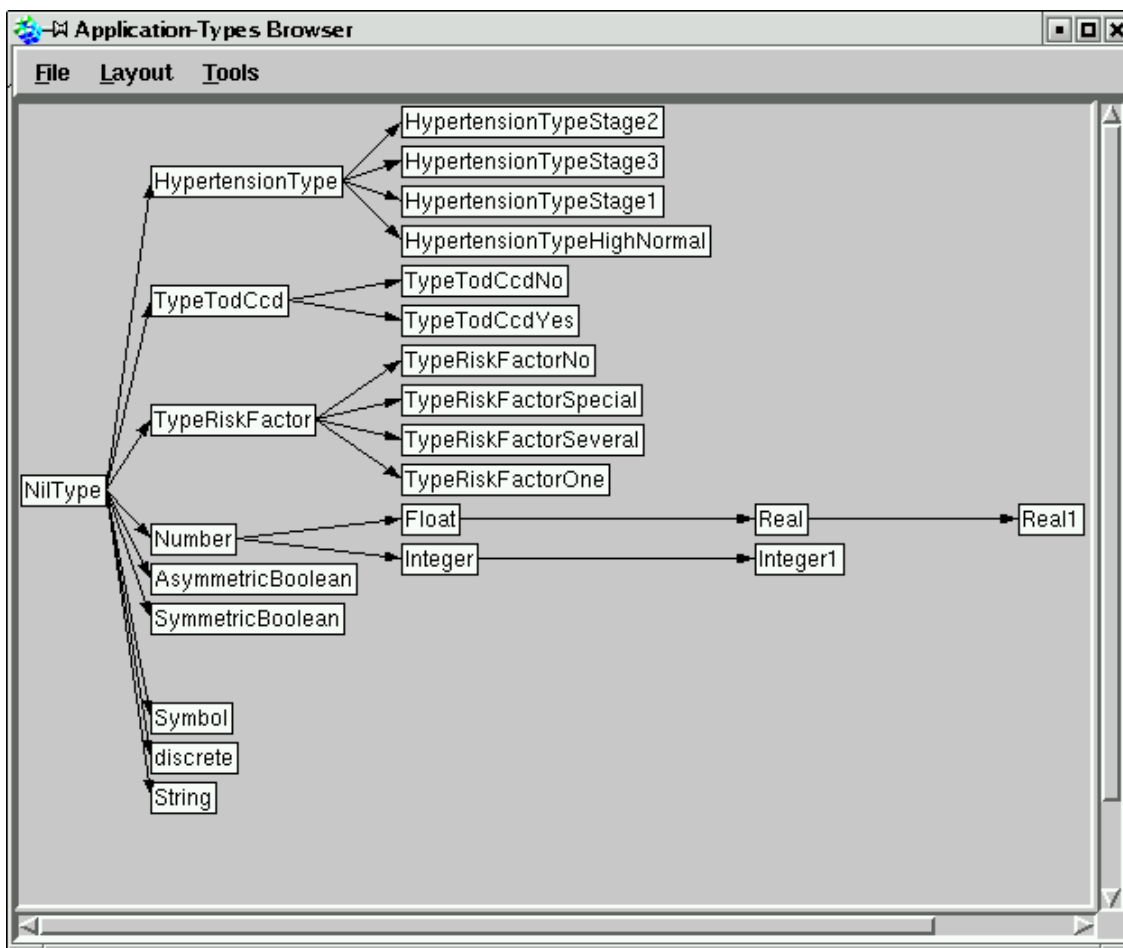
```

Para descrever as propriedades individuais de cada objeto representado por nodos na árvore é necessário utilizar atributos. Estes, por sua vez, são definidos através da interface gráfica chamada *Attribute Editor* que é chamada através do menu *Tools*. A FIGURA 16 demonstra o funcionamento deste editor. Existe uma diferenciação básica entre os atributos *local*, *inherited* e *imported*, existentes no *Attribute Editor*. Quando se define um atributo como *local*, através do *radio button* situado no canto superior esquerdo do editor, todos os novos atributos inseridos no campo de inserção serão definidos como locais. A seguir, o usuário pode associar um tipo para o novo atributo através da *combo box*. A sessão *values* especifica um valor associado a este atributo e a sessão *groups* representa o grupo ao qual o atributo pertence. O usuário deve definir os tipos especiais, modelados a partir do *guideline* de hipertensão arterial, em virtude de existir no Cyclops apenas os tipos padrões como tipo inteiro, real e booleano.



**FIGURA 16 - Attribute Editor**

A FIGURA 17 exibe o Editor de Tipos, o qual demonstra os tipos básicos e os novos tipos *HypertensionType*, *TypeTodCcd*, *TypeRiskFactor*.



**FIGURA 17 - Type Editor**

Quando se troca a seleção do atributo para *inherited*, todos os atributos herdados serão mostrados. Ocorre o mesmo quando se troca a seleção para *imported*, apenas os atributos importados serão mostrados o Editor de Atributos. Assim, o usuário pode fazer as mesmas operações explicadas acima.

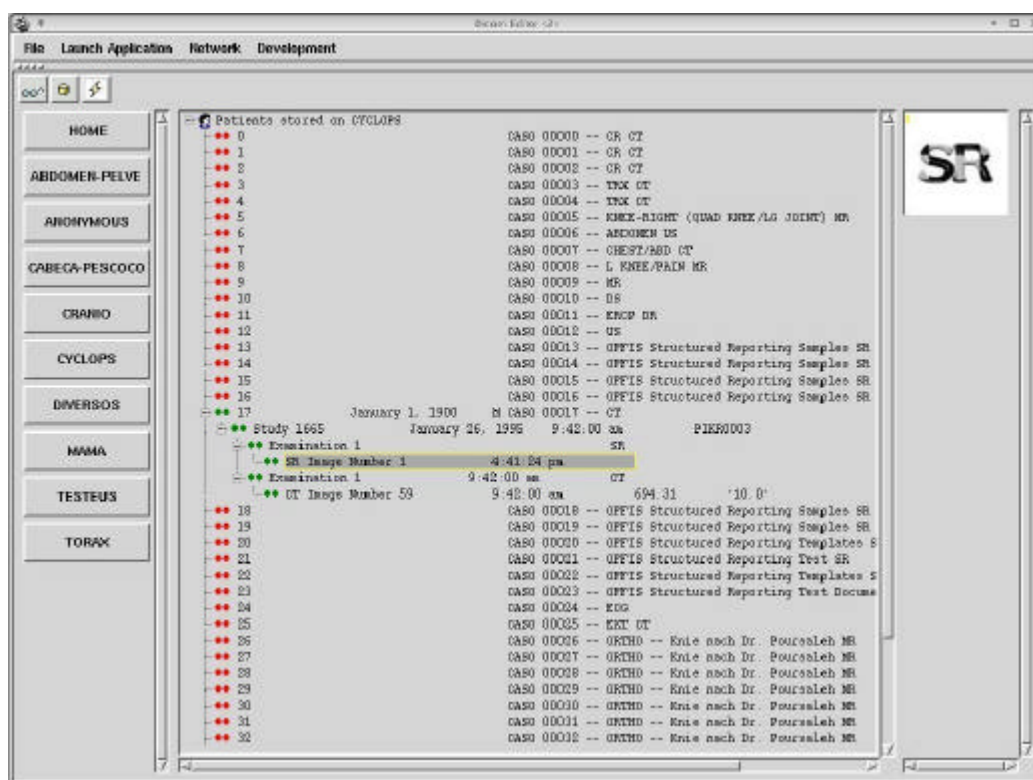
## 8.2 Assistente de Informação

O Assistente de Informação auxilia a equipe médica durante a busca e o tratamento do paciente hipertenso. A sessão 8.2.1 apresenta o Editor de Exames, uma interface gráfica que auxilia na execução dos processos de exames do *guideline* de

hipertensão arterial, o qual está integrado com o cliente/servidor DICOM desenvolvido pelo projeto Cyclops.

### 8.2.1 Editor de Exame *Structured Report* para Hipertensão Arterial

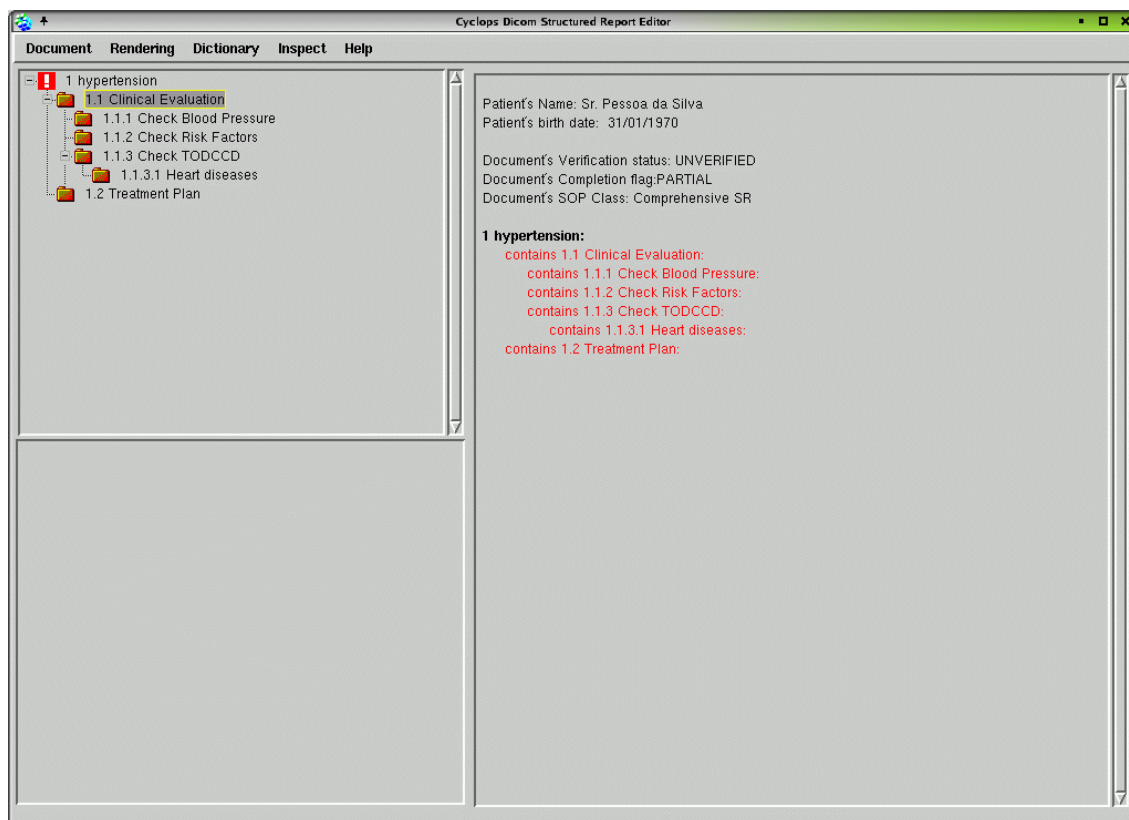
A interface gráfica, Editor de Exames, foi desenvolvida para auxiliar a equipe médica na execução de um exame de hipertensão arterial. A interface é chamada a partir do cliente *DICOM Editor*, o qual é o responsável por receber e transmitir informações do padrão DICOM. Estas informações, imagens radiológicas, exames de eletrocardiograma, laudos estruturados estão armazenados no servidor *Cyclops DICOM Server* desenvolvido pelos parceiros do Projeto Cyclops (Dellani, Paulo, R., 2001). A FIGURA 18 demonstra o *DICOM Editor*.



**FIGURA 18 –DICOM Editor**

O procedimento para a visualização dos exames armazenados no Servidor DICOM ocorre da seguinte forma. A partir do *DICOM Editor*, o profissional da área de saúde escolhe o banco de dados onde os exames estão armazenados, lado esquerdo da FIGURA 18, a seguir uma lista de pacientes é apresentada juntamente com seu estudo e

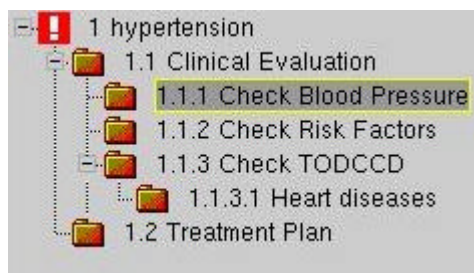
exame. Após selecionar o estudo referente ao laudo estruturado de hipertensão arterial, abre-se a interface amigável do *Editor de Exames DICOM Structured Report* para HAS (Hipertensão Arterial Sistêmica), FIGURA 19. Esta interface herda classes do Editor de Documentos Estruturados no padrão DICOM SR descrito em (Bortoluzzi, Mariana, K., 2003).



**FIGURA 19 - Editor de Exames DICOM Structured Report para HAS**

O Editor de exames é dividido em três partes: árvore HAS, valores da atividade, relatório de HAS. A árvore HAS, FIGURA 20, representa a hierarquia de contexto do *guideline* de hipertensão arterial modelado no padrão DICOM SR, sessão 7.3. Os tipos de valor *CONTAINER* são apresentados como itens a serem executados. O fluxo de execução das atividades, *Check Blood Pressure*, *Check Risk Factor*, *Check TODCCD*, ocorrem nesta ordem, evitando assim que algum dado de verificação do processo de anamnese do paciente seja esquecido de ser realizado.





**FIGURA 20 - Árvore HAS**

Ao selecionar a atividade a ser executada, *Check Blood Pressure*, surge na parte de valores da atividade, abaixo da árvore, a PAS e PAD a ser preenchida pela enfermeira, FIGURA 21.

**FIGURA 21 - Editor de Exames - Atividade *Check Blood Pressure***

A próxima atividade a ser executada é a checagem dos fatores de risco, *Check Risk Factors*. Os valores de atividade são carregados, automaticamente, a partir da modelagem do *guideline* de hipertensão arterial no padrão DICOM SR. O mesmo acontece com a execução da próxima atividade, *Check TODCCD*.

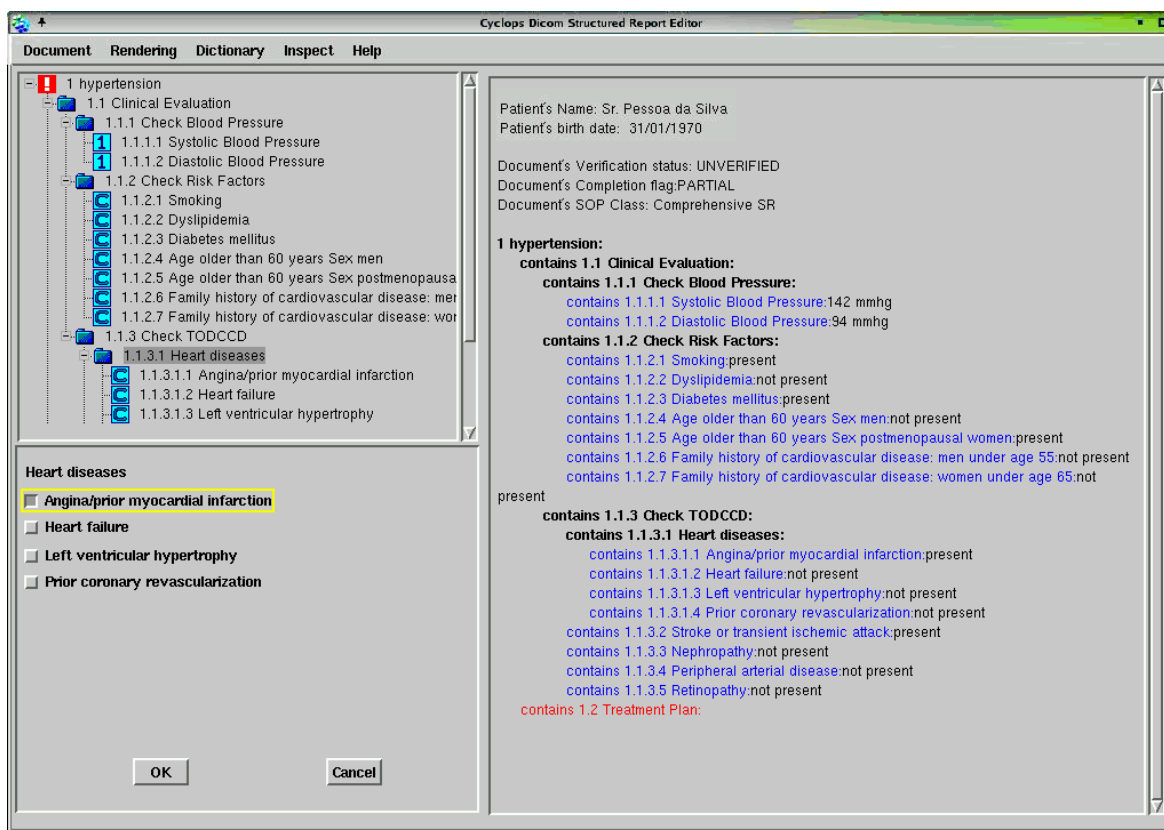
A FIGURA 22 demonstra os valores correspondentes a cada atividade.

The figure consists of three separate dialog boxes, each with a list of checkboxes and 'OK'/'Cancel' buttons at the bottom.

- Risk Factors:** Contains checkboxes for Smoking, Dystlipidemia, Diabetes mellitus, Age older than 60 years Sex men, Age older than 60 years Sex postmenopausal women (highlighted), Family history of cardiovascular disease: men under age 55, and Family history of cardiovascular disease: women under age 65.
- Heart Diseases:** Contains checkboxes for Angina/prior myocardial infarction (highlighted), Heart failure, Left ventricular hypertrophy, and Prior coronary revascularization.
- Check TODCCD:** Contains checkboxes for Stroke or transient ischemic attack (highlighted), Nephropathy, Peripheral arterial disease, and Retinopathy.

**FIGURA 22 - Valores das atividades**

Após a execução de cada atividade, é gerado o relatório de hipertensão arterial no padrão DICOM SR, com os respectivos valores de cada atividade endentados de uma forma a refletir a estrutura do documento. A FIGURA 23 apresenta o Editor de Exames com todas as atividades do processo *Clinical Evaluation* concluídas.



**FIGURA 23 - Editor de Exames das atividades executadas do processo *Clinical Evaluation*.**

A próxima etapa é a execução do processo *Treatment Plan*. Esta, por sua vez, utiliza os valores adquiridos das atividades executadas no processo *Clinical Evaluation*, modelados no padrão DICOM SR ocorrendo assim o pré-processamento destes valores.

O sistema funciona, porém, só parcialmente: problemas ocorreram no sistema de *constraints* do IDAX referentes somente à atividade *Treatment Plan*.

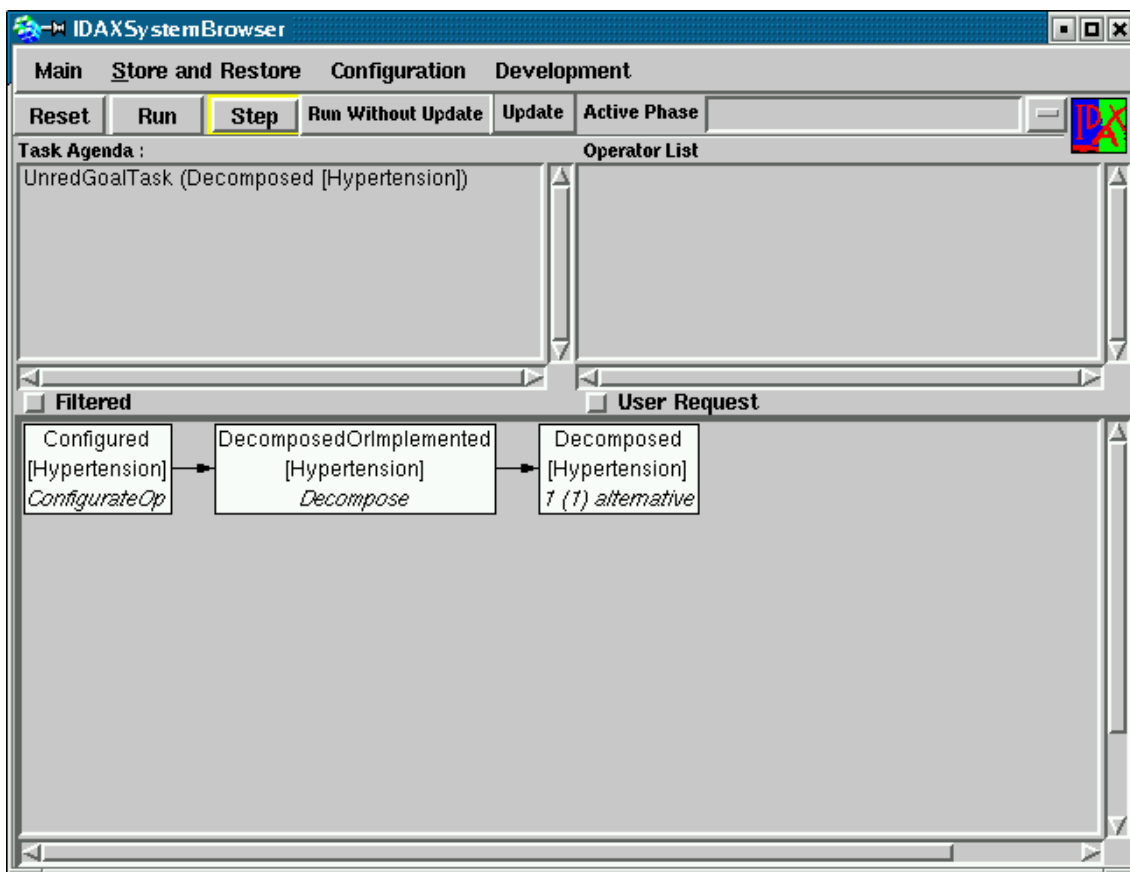
Veremos a seguir, a título de ilustração, o processo inicial e a avaliação dos dados e da montagem do plano de tratamento.

Após a modelagem da base estática de conhecimento e a execução da atividade de anamnese, o sistema monta a base dinâmica de conhecimento a partir da base estática de conhecimento de hipertensão arterial.

Utiliza-se a máquina de inferência e a interface gráfica *IDAX System Browser*, para fazer o pré-processamento computacional dos dados adquiridos.

O funcionamento ocorre da seguinte forma: *A priori*, se escolhe o objeto inicial a ser configurado na árvore, no nosso caso o nodo *Hypertension*. A seguir, a máquina de

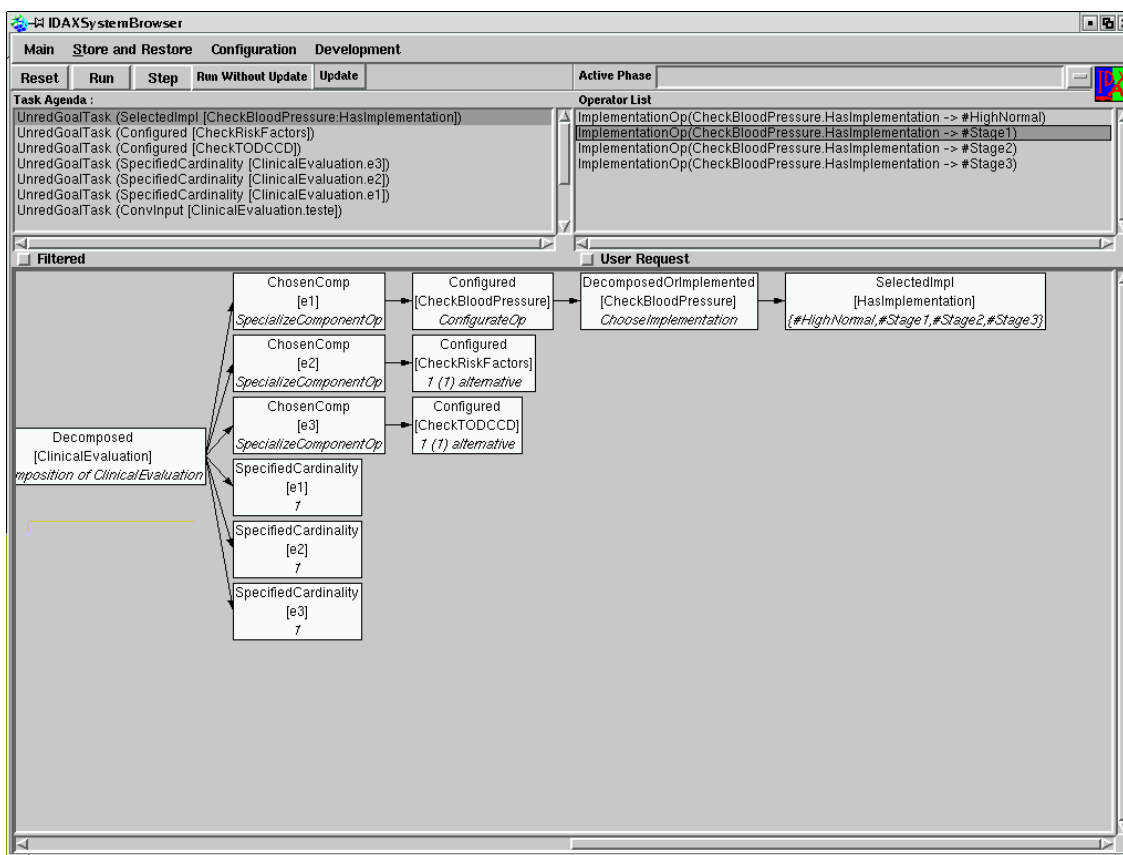
inferência analisa se este nodo é para ser decomposto ou implementado. Conforme modelado na FIGURA 14 e demonstrado no *IDAX System Browser*, FIGURA 24, ocorre a decomposição do nodo *Hypertension* em dois novos nodos *ClinicalEvaluation* e *TreatmentPlan*.



**FIGURA 24 - *IDAX System Browser* - Decomposição do nodo *Hypertension***

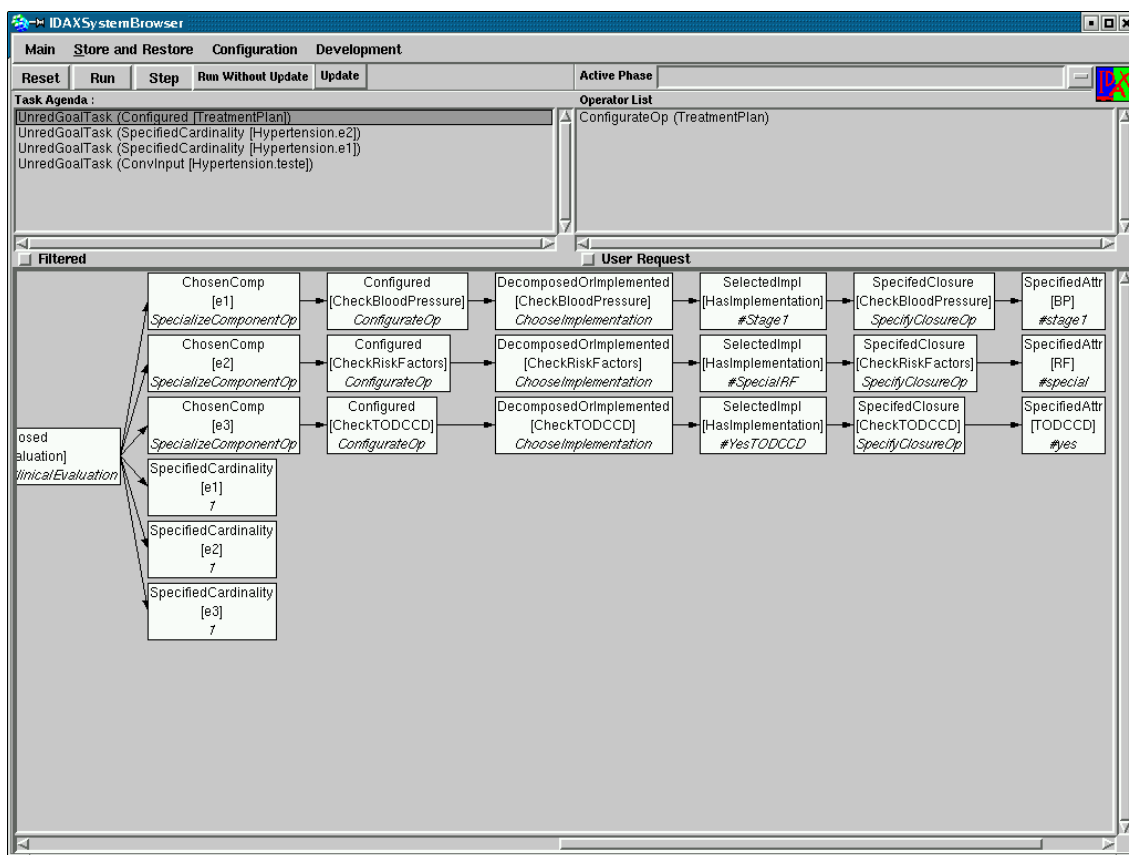
A parte superior direita do *IDAX System Browser*, FIGURA 25, mostra a Agenda apresentando as atividades a serem executadas e, ao lado direito, um conjunto de operadores relacionados à execução da atividade selecionada.

No processo *ClinicalEvaluation* ocorre a especialização dos componentes de anamnese (*CheckBloodPressure*, *CheckRiskFactors*, *CheckTODCCD*) e suas configurações. A FIGURA 25 mostra a configuração do operador *CheckBloodPressure* e sua respectiva implementação.



**FIGURA 25 - IDAX System Browser - Seleção de implementação da atividade *CheckBloodPressure***

Nota-se que na parte *Operator List* aparecem os operadores referentes aos estágios de classificação da pressão arterial (TABELA 1). A partir deste, a máquina de inferência verifica o valor da pressão arterial sistólica e diastólica, inserida pela enfermeira através do *Editor de Exames DICOM Structured Report* para HAS, FIGURA 19, e processa esta informação, através do sistema de *constraints*, os quais representam as restrições existentes entre os atributos de um objeto e seus componentes, testando suas validações e ativações, escolhendo a correta implementação para aquele operador. Estes processos também ocorrem com as outras atividades *CheckRiskFactors* e *CheckTODCCD*. Os resultados destes processamentos podem ser visualizados na FIGURA 26, demonstrando que o sistema foi parcialmente concluído.



**FIGURA 26 - IDAX System Browser - Resultado do processamento de *ClinicalEvaluation***

Verificamos a ocorrência da classificação da pressão arterial, dos fatores de risco e das lesões em órgãos-alvo, porém, devido a um impasse ocorrido com o sistema de restrições modelados na base estática de conhecimento, o objetivo 6, recomendação de classe medicamentosa para que o médico escolha a medicação mais adequada para o paciente, referente à atividade *Treatment Plan*, está incompleto, FIGURA 27.

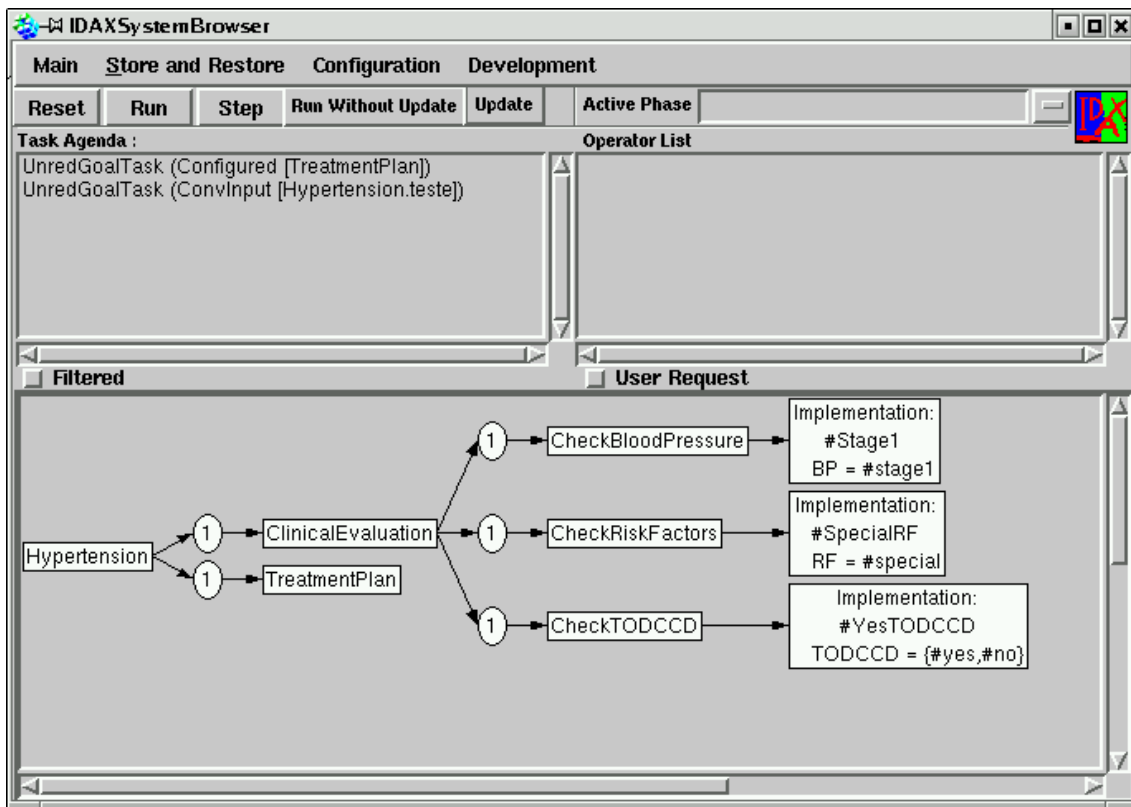


FIGURA 27 - IDAX System Browser - Treatment Plan

## 9 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi desenvolvida uma metodologia que apresenta as bases para o desenvolvimento de sistemas computacionais para auxílio inteligente ao *workflow* médico.

Os requisitos foram claramente identificados e descritos. O conhecimento da hipertensão arterial, proveniente do III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial (III CBHA, 1998) e do *guideline* baseado no *The Sixth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (JNC6, 1997), foi modelado seguindo o padrão *DICOM Structured Report* e inserido no sistema de gerência de *workflow*.

Foi realizada uma implementação dividida em duas partes: aquisição de dados baseada em DICOM SR e suporte ao desenvolvimento de plano de tratamento baseado em uma máquina de inferência de operadores.

A primeira parte se utilizou de recursos do Projeto Cyclops e funcionou sem problemas, sendo possível ser utilizada para as mais diversas áreas de aplicação.

A segunda parte atingiu seus objetivos apenas parcialmente: a realização da modelagem pode ser completada, porém os testes não puderam ser executados para todas as possibilidades devido a instabilidades na versão do sistema IDAX utilizada. Como o sistema IDAX é um sistema cujo desenvolvimento foi abandonado, não será possível resolver este problema. Para a solução deste aspecto, será utilizada a metodologia desenvolvida no presente trabalho e a ferramenta MILOS, sucessora do sistema IDAX, para o desenvolvimento de um novo protótipo.

Acreditamos que os objetivos metodológicos e científicos tenham sido atingidos, mesmo que o desenvolvimento de um protótipo funcional para demonstração das idéias aqui desenvolvidas não tenha sido levada a cabo.

### 9.1 Trabalhos Futuros

A partir da realização desta pesquisa, foram observadas diversas outras necessidades as quais darão prosseguimento ao projeto submetido à chamada RHAE



Inovação e aprovado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O projeto, Desenvolvimento e validação de tecnologias para sistemas de informação e *workflow* hospitalar utilizando redes *wireless* e gestão de *workflow* através de padrões internacionais para dados médicos, consiste no desenvolvimento de uma plataforma de tecnologias de software e equipamentos computacionais móveis e sua subsequente validação. Essa tecnologia possibilitará a integração do acesso e da manipulação distribuída móvel dos dados de pacientes e gestão de *workflow* hospitalar, em um único sistema integrado, por meio da utilização de tecnologias de redes de computadores sem fio, de sistemas de gestão inteligente de *workflow* (*workflow engines*), de servidores de imagens e dados médicos (*PACS*) e de computadores de mão (*PDA*s – *Personal Digital Assistants*).

Para a gestão inteligente de *workflow*, será efetuada a substituição do sistema IDAX será pela ferramenta MILOS. O projeto MILOS (do inglês – *Minimally Invasive Long-term Organizational Support*) é um projeto conjunto ao grupo de Inteligência Artificial da Universidade de Kaiserslautern (Alemanha), pelo consórcio internacional no Projeto Cyclops Brasil, e pelo *e-Business Engineering Group* da Universidade de Calgary (Canadá).

MILOS consiste em um sistema de suporte para ferramentas de engenharia distribuídas. Este suporte inclui mecanismos para modelar e planejar o desenvolvimento de processos, bem como uma máquina de inferência, a qual coordena a execução de desenvolvimento destes processos. Esta abordagem permite ao modelo e ao plano dinâmico serem alterados durante o plano de inferência, e fornece um mecanismo de notificação o qual rastreia as mudanças durante a inferência informando, à pessoa responsável, a alteração. Este mecanismo possibilita, ao sistema, obter a informação necessária da pessoa responsável assim que ela se torne disponível, evitando erros durante a carência daquela informação.

Os componentes existentes no MILOS são: *resource pool*, o qual gerencia os papéis, agentes e suas propriedades; processo de modelos responsável pelo gerenciamento das definições de processos incluindo o fluxo de controle, fluxo da informação e as decomposições destes processos; gerenciador de planos de projetos o qual personaliza o modelo de processo e produz um plano para o desenvolvimento do

projeto e o gerenciador do *workflow*, responsável pela inferência do plano de projetos e a gerência dos produtos.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Action Technologies. **Technical report**, 1995.

Adams, HP., Brott, TG., Crowell, RM., Furln, AJ., Gomez, CR., Grotta, J., Helgason, CM., Marler, JR., Woolson, RF., Zivin, JA., Feinberg, W., Mayberg, M. **Guidelines for the management of patients with acute ischemic stroke. Special report.** Stroke 1994;25(9):1901±11.

BARTHELMES, P. **Sistemas de Workflow: Análise da Área e Proposta de Modelo Instituto de Computação – UNICAMP - 1996.**

<http://www.dcc.unicamp.br/~wainer/barthelmess/intro.htm> –acessado em 24/04/01.

BARTHELMES, P.; WAINER, J. **Workflow Systems: a few definitions and a few suggestions.** ACM Conference in Organizational Computer Systems, San Jose, CA, 1995

Bortoluzzi, Mariana, K. **Desenvolvimento e implementação de um editor de documentos estruturados no padrão DICOM Structured Report**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

Clunie, David A. **DICOM Structured Reporting**, 2000.

Comes, R. **Konzeption und Implementierung einer bildauswertungsorientierten Konfigurationswissensbasis.** Diplomarbeit, Universität Kaiserslautern, Februar 1997

Comes, R. **Modellierung und Implementierung einer virtuellen Maschine für die Ausführung von Bildauswertungssequenzen.** Projektarbeit, Universität Kaiserslautern, Juni 1994

Concordium Software Ltd. **An Introduction to Workflow**, 1997.

CYCLOPS PROJECT – **Cyclops** - Departamento de Informática e Estatística da Universidade Federal de Santa Catarina. Apresenta informações sobre o Projeto Cyclops. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/cyclops>>. Acesso em: 26 de março de 2001.

Dellani, Paulo R. **Desenvolvimento de um servidor de imagens médicas digitais no padrão DICOM**; Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

DICOM-Supp23. **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) – Supplement 23: Structured Reporting Storage SOP Classes**. Virginia, 2000. Disponível em: <[ftp://medical.nema.org/medical/dicom/Final/sup23\\_ft.pdf](ftp://medical.nema.org/medical/dicom/Final/sup23_ft.pdf)>. Acesso em: 10 de janeiro de 2002

Doyle, J. **A truth maintenance system**. Artificial Intelligence, 12(3):231-272, 1979.

Faber, K., Krechel, D., Reidenbach, D., Wangenheim, A.v, Wille, P.R. **Modelling of Radiological Examinations with POKMAT, a Process Oriented Knowledge Management Tool**. In: CBMS2001 - 14th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2001, Bethesda, EUA. IEEE Computer Society Press, 2001.

Faber, K. **The Process Oriented Knowledge Management Tool POKMAT, with an Application to Radiological Knee Examinations**, 2001.

Feinberg, WM., Albers, GW., Barnett, HJM., Biller, J., Caplan, LR., Carter, LP., Hart, RG., Hobson, RW., Kronmal, RA., Moore, WS., Robertson, JT., Adams, Jr., HP., Mayberg, M. **Guidelines for the management of transient ischemic attacks**. Stroke 1994;25(6):1321±35.

Hayes-Roth, B. **A blackboard architecture for control**. Artificial Intelligence, 26:251 – 301, 1985.

Hollingsworth, D. **The Workflow Reference Model. Workflow Management Coalition**, 2 Crown Walk, Winchester, Hampshire, UK, January 19, 1995. Document Status - Issue 1.1.

Hull, R., Llibat, F., Su, J., Dong, G., Kumar, B., Zhou, G. **Adaptive execution of workflow: Analysis and optimization**. Bell Labs working paper, October 1998. Available on the Web from <http://www-db.research.bell-labs.com/projects/vortex/>.

III CBHA. **III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial**. Disponível em: <<http://departamentos.cardiol.br/dha/publicacoes/consenso3/consen.asp>>. Acesso em: 26 de março de 2001.

Ilha, Jaime de **O. Registro Clínico Computadorizado: Padronização e Codificação.** Revista Informédica, 1 (5): 5-8. Disponível na Internet, URL: <http://www.epub.org.br/informed/recclin2.htm>; 1993.

IHE Technical Framework: Year 2. **Integrating the Healthcare Enterprise.** March, 2000.

JNC6. **The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure.** Washington, National High Blood Pressure Education Program, DC: National Institutes of Health; 1997.

Krechel, D., Bergmann, R., Maximini, K., Wangenheim, A.v. **A Framework for Radiological Assistant Systems.** CBMS2002 – IEEE Computer-Based Medical Systems, Junho, 2002, Malibor, Eslovênia. IEEE Computer Society Press, 2002.

Krechel, D., Faber, K., Reidenbach, D., Blasinger, K., Wangenheim, A. v., Comunello, E. **A Workflow Component for Knowledge Management in the Field of Radiological Examinations.** In Alexander Horsch and Thomas Lehmann, editors, Bildverarbeitung für die Medizin 2000, Proceedings des Workshops vom 12.-14. März 2000 in München, pages 439\_443. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hongkong, London, Mailand, Paris, Singapur, Tokio: Springer 2000, March 2000.

Lichtnow, D. **Desenvolvimento e implementação de um protótipo de ferramenta para gestão do conhecimento em grupos de pesquisa.** Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. (Tese de Mestrado).

Manolescu, DA. **A. Micro-Workflow: a workflow architecture supporting compositional object-oriented software development.** University of Illinois at Urbana-Champaign, 2001.

Petrie, C. **Constrained decision revision.** In *Proceedings of AAAI-92*, pages 393-400, 1992.

Pape, C. **Behandlung nicht erfüllter Erwartungen in der Konfiguration von wissensbasierten Bildauswertungsprozessen.** Diplomarbeit, Universität Kaiserslautern, Mai 1998.

Petrie, C. **Planning and Replanning with Reason Maintenance.** PhD thesis, University of Texas at Austin, Computer Science Dept, 1991.

Quaglino, S., Stefanelli, M., Cavallini, A., Micieli, G., Fassino, C., Mossa, C. **Guideline-based careflow systems**. Artif Intell Med 2000 Aug;20(1):5-22.

Rausch-Schott, S. **TRIGSflow-Workflow Management Based on Active Object-Oriented Database Systems and Extended Transaction Mechanisms**. PhD thesis, Institute of Applied Computer Science, Johannes Kepler University, Linz, Austria, February 1997. Published by Trauner Verlag, Linz, ISBN 3-85320-991-2.

Wangenheim, Aldo; Barreto, Jorge M.; Richter, Michael M.; Krechel, Dirk: **Cyclops - Expert System Shell for the Development of Applications in the Area of Medical Image Analysis**, in: Jähnichen; Lucena (Eds.): Proceedings of the 4th German-Brazilian Workshop on Information Technology. Edited by: DLR - German International Bureau for the Federal Ministry of Education, Science, Research and Technology and CNPq - The National Council for Scientific and Technological Development, Porto Alegre/Berlin, 1997.

Wangenheim, A. v. **Cyclops: Ein Konfigurationsansatz zur Integration hybrider Systeme am Beispiel der Bildauswertung**. Dissertation, Universität Kaiserslautern, 1996.

Wangenheim, A.v., Krechel, D., Comunello, E., Blasinger, K., Faber, K. Reidenbach, D. **A Workflow Component for Knowledge Management in the field of Radiological Examinations**. In: BVM'2000 -Bildverarbeitung fuer die Medizin. v.1. p.6-10, 2000. Munique, Alemanha.

## 11 ANEXO 1 – MODIFICAÇÃO DO ESTILO DE VIDA

A modificação do estilo de vida, característica de um tratamento não-medicamentoso, objetiva a diminuição da morbidade e mortalidade cardiovascular através da diminuição da pressão arterial. Dentre essas modificações, as que comprovadamente reduzem a pressão arterial são:

a) Redução do peso corporal

O excesso de peso corporal tem forte correlação com o aumento da pressão arterial. Deve-se analisar o Índice de Massa Corpórea (IMC):

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso em Kg}}{(\text{Altura})^2}, \text{ sendo o ideal entre 20 e 27.}$$

É necessária individualizar a adequação dietética de cada paciente observando os aspectos socioeconômicos e culturais e à motivação dos pacientes. A terapia dietética compreende na substituição de gorduras animais por óleos vegetais, ingestão de alimentos cozidos, assados, grelhados, ou refogados, utilização de alimentos fonte de fibras, redução do consumo de sal a menos de 6 g/dia, eliminação da ingestão de açúcar e doces.

b) Redução da ingestão do sal

Atualmente, na literatura mundial é unânime a consideração sobre a correlação existente entre a excessiva ingestão de sal e o aumento da pressão arterial. Observa-se a hipertensão arterial em sociedades cuja ingestão de sal é superior a 100mEq/dia, contudo a hipertensão é rara em comunidades cuja ingestão de sal é inferior a 50 mEq/dia. Verifica-se que a restrição salina pode reduzir a mortalidade por acidente vascular encefálico e na regressão da hipertrofia ventricular esquerda bem como a redução da excreção urinária de cálcio prevenindo assim a osteoporose em idosos. Destarte, a ingestão salina diária deve ficar em torno de 100 mEq/dia (6 g de sal = 1 colher de chá). Recomenda-se usar alimentos naturais que não tenham teor elevado de sal, evitar alimentos enlatados, cozer os alimentos sem sal, usar temperos alternativos e adicionar, no máximo, 4gr de NaCl (uma colher de chá rasa) aos alimentos.

c) Redução do consumo de bebidas alcoólicas

A elevação da pressão arterial também é constatada em consumidores excessivos de bebidas alcoólicas. É aconselhável para pacientes hipertensos do sexo masculino que fazem uso de bebidas alcoólicas que o consumo não ultrapasse 30 ml de etanol/dia, contidos em 60 ml de bebidas destiladas (uísque, vodca, aguardente, etc.), 240 ml de vinho, ou 720 ml de cerveja. Para as pessoas do sexo feminino a ingestão de bebidas alcoólicas não deve ser superior a 15 ml de etanol/dia.

d) Prática de exercícios físicos com regularidade

A prática de exercícios físicos reduz a pressão arterial, o peso corporal e têm ação coadjuvante no tratamento das dislipidemias, resistência à insulina e do controle do estresse. Recomenda-se atividade física que inclua exercícios aeróbicos(30 a 60 min/dia 3 a 4 vezes por semana; os exercícios mais adequados são caminhadas rápidas, corridas, natação, ciclismo. Em pacientes acima de 35 anos recomenda-se previa avaliação cardiológica. Deve-se evitar exercícios isométricos ou estáticos tipo musculação, estes exercícios não são recomendáveis para indivíduos hipertensos.

e) Abandono do Tabagismo

O uso da nicotina não está associado com a maior prevalência de hipertensão arterial, porém, a pressão arterial e a frequência cardíaca se elevam durante o ato de fumar. Os indivíduos que fumam mais de uma carteira de cigarro por dia têm risco 5 vezes maior de morte súbita que os indivíduos não fumantes. Dentre outras medidas, o tabagismo deve ser combatido por colaborar com o risco de câncer e de doenças pulmonares, e por constituir risco para doença coronariana, acidente vascular encefálico e morte súbita. Para tanto, é essencial o aconselhamento médico precoce, repetido e consistente até o abandono definitivo.

Uma documentação mais detalhada sobre o tratamento não-medicamentoso ou modificação do estilo de vida pode ser encontrada no III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial.



## 12 ANEXO 2 – DICIONÁRIO DE TERMOS DE HIPERTENSÃO ARTERIAL

Code Value	Code Scheme Designator	Code Scheme Version	Code Meaning
0042	99Hypertension	1	ACE inhibitors
0039	99Hypertension	1	Adrenergic inhibitors
0018	99Hypertension	1	Age older than 60 years Sex men
0019	99Hypertension	1	Age older than 60 years Sex postmenopausal women
0043	99Hypertension	1	Angiotensin II receptor blockers
0000	99Hypertension	1	Blood Pressure
0041	99Hypertension	1	Calcium antagonists
0005	99Hypertension	1	Category High-normal
0006	99Hypertension	1	Category Hypertension Stage 1
0007	99Hypertension	1	Category Hypertension Stage 2
0008	99Hypertension	1	Category Hypertension Stage 3
0004	99Hypertension	1	Category Normal
0003	99Hypertension	1	Category Optimal
0047	99Hypertension	1	Check Blood Pressure
0048	99Hypertension	1	Check Risk Factors
0049	99Hypertension	1	Check TODCCD
0045	99Hypertension	1	Clinical Evaluation
0012	99Hypertension	1	Confirm within 2 months
0017	99Hypertension	1	Diabetes mellitus
0002	99Hypertension	1	Diastolic Blood Pressure
0040	99Hypertension	1	Direct vasodilators
0038	99Hypertension	1	Diuretics
0037	99Hypertension	1	Drug therapy
0016	99Hypertension	1	Dyslipidemia
0013	99Hypertension	1	Evaluate or refer to source of care within 1 month
0021	99Hypertension	1	Family history of cardiovascular disease: men under age 55
0020	99Hypertension	1	Family history of cardiovascular disease: women under age 65
0009	99Hypertension	1	Followup Recommendation
0024	99Hypertension	1	Heart diseases Angina/prior myocardial infarction
0026	99Hypertension	1	Heart diseases Heart failure
0023	99Hypertension	1	Heart diseases Left ventricular hypertrophy
0025	99Hypertension	1	Heart diseases Prior coronary revascularization
0044	99Hypertension	1	hypertension

0034	99Hypertension	1	Lifestyle modification
0035	99Hypertension	1	Lifestyle modification(up to 12 months)
0036	99Hypertension	1	Lifestyle modification(up to 6 months)
0014	99Hypertension	1	Major Risk Factors
0028	99Hypertension	1	Nephropathy
0050	99Hypertension	1	not present
0029	99Hypertension	1	Peripheral arterial disease
0051	99Hypertension	1	present
0011	99Hypertension	1	Recheck in 1 year
0010	99Hypertension	1	Recheck in 2 years
0030	99Hypertension	1	Retinopathy
0031	99Hypertension	1	Risk Group A
0032	99Hypertension	1	Risk Group B
0033	99Hypertension	1	Risk Group C
0015	99Hypertension	1	Smoking
0027	99Hypertension	1	Stroke or transient ischemic attack
0001	99Hypertension	1	Systolic Blood Pressure
0022	99Hypertension	1	Target Organ Damage/Clinical Cardiovascular Disease
0046	99Hypertension	1	Treatment Plan