

# O Método KADS-estendido

Vera Maria B. Werneck<sup>1,2</sup>; Ana Regina C.da Rocha<sup>1</sup>; Álvaro Rabelo Jr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> COPPE - Programa de Engenharia de Sistemas  
e Computação  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Caixa Postal 68511  
21945-970 - Rio de Janeiro - RJ  
e-mail: vera@cos.ufrj.br

<sup>2</sup> Unidade de Cardiologia e Cirurgia  
Cardiovascular - HUPES  
Universidade Federal da Bahia  
Fundação Bahiana de Cardiologia  
Rua Augusto Viana s/n - Canela  
40140-060 - Salvador - Bahia

## RESUMO

*Este artigo define uma extensão, ao método KADS cujo objetivo é apoiar o desenvolvimento e construção de Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). O método KADS-estendido foi proposto a partir de experiências de utilização do KADS, principalmente no sistema especialista SEC-diagnóstico, cujo objetivo é apoiar eventos coronarianos agudos (ECA). O KADS-estendido é composto de quatro modelos: Modelo do Domínio do Problema, Modelo de Especialidade, Modelo Lógico e Modelo Físico, que são descritos ao longo deste trabalho.*

## ABSTRACT

*This paper defines the extension of the KADS method for the development and construction of Knowledge Based Systems (KBS). The definition of KADS-extension was based on the experiences with the KADS method, specially, on the acute myocardial ischemic diagnosis system, an expert system in development at the Cardiology Foundation of Bahia. KADS-extension consists of four models: the Problem Domain Model, the Model of Expertise, the Logical Model and the Design Model, which are described in this paper.*

## 1. INTRODUÇÃO

Sistemas baseados em conhecimento (SBC) foram inicialmente construídos de forma "ad-hoc", sem uso de métodos e técnicas específicos. É fato conhecido que estes sistemas ainda não tem plena aceitação no mercado. Essa realidade deve-se, principalmente, ao fato de que os SBC não têm, em geral, o nível de qualidade desejado. Qualidade em software não se atinge de forma espontânea. É necessário ter-se uma engenharia de software adequada à construção de sistemas com esta tecnologia.

Os SBC utilizam a tecnologia baseada no conhecimento e seu desenvolvimento caracteriza-se, principalmente, pela natureza interativa e pela aquisição gradativa de conhecimento heurístico e especializado. Por isso é necessário a definição de um processo específico e adequado ao desenvolvimento de SBC.

Em trabalho anterior [Werneck95] foi definido um processo de desenvolvimento para SBC e descrito um ambiente de desenvolvimento de software baseado neste processo. Esse processo foi experimentado, reformulado e validado através do desenvolvimento de vários SBC sendo, a experiência mais significativa a do projeto *SEC-Sistemas Especialistas em Cardiologia* (Projeto FINEP nº 66940058-00) da Unidade de Cardiologia e Cirurgia Cardiovascular do HUPES da Universidade Federal da Bahia/Fundação Bahiana de Cardiologia (UCCV/FBC), que conta com a participação da área de Engenharia de Software da COPPE/UFRJ em aspectos relativos ao processo de desenvolvimento e à avaliação da qualidade do produto.

Neste processo foi incorporado o método de especialidade da metodologia KADS [Wielinga92], [Schreiber93] para a modelagem conceitual do conhecimento. KADS é o resultado de uma pesquisa desenvolvida em um projeto ESPRIT da comunidade europeia, sendo uma proposta para o desenvolvimento e construção de sistemas baseados em conhecimento.

Os resultados da avaliação do processo de desenvolvimento levaram à reformulação final do processo e à definição de uma extensão ao método KADS, pois este não se mostrou suficiente para a especificação e projeto de um SBC. Descrições mais detalhadas dos resultados obtidos com o uso do processo no projeto SEC podem ser encontradas em [Rabelo95a], [Rabelo95b], [Rabelo94b],[Werneck95] e [Oliveira95].

Este artigo descreve com detalhes o método KADS-estendido, fornecendo a priori uma

visão geral do método KADS. A seção 3 apresenta a estrutura geral do KADS-estendido e as seções seguintes descrevem os quatro modelos do KADS-estendido: *Modelo do Domínio do Problema*, *Modelo de Especialidade*, *Modelo Lógico* e *Modelo Físico*

## 2. O MÉTODO KADS

O método KADS, é resultado do projeto ESPRIT número P1098. É uma proposta para o desenvolvimento e construção de SBC, prevendo a geração dos seguintes modelos: [Wielinga92], [Schreiber93]:

- *Modelo Organizacional*: analisa o ambiente sócio-organizacional em que o sistema irá funcionar;
- *Modelo da Aplicação*: define o escopo do problema, suas funções e restrições externas;
- *Modelo de Tarefas*: especifica como a função do sistema é realizada através das tarefas executadas pelo sistema;
- *Modelo de Cooperação*: descreve as tarefas do modelo de tarefas que necessitam um esforço cooperativo, isto é, define como deverão ser distribuídas as tarefas entre o sistema e os agentes externos (usuários) e como as tarefas com envolvimento conjunto serão executadas;
- *Modelo de Especialidade*: atividade central do desenvolvimento de um SBC e tem como objetivo especificar o conhecimento necessário para executar as tarefas do sistema.
- *Modelo Conceitual*: é composto do *modelo de cooperação* e *modelo de especialidade*, sendo estes independentes da implementação. Este modelo resulta no modelo de resolução do problema, agregando esses dois modelos;
- *Modelo de Projeto*: descreve o sistema baseado nas técnicas computacionais e de representação do conhecimento.

Para apoiar o desenvolvimento de SBC, KADS baseia-se em cinco princípios: múltiplos modelos, modelagem do conhecimento em quatro camadas através do Modelo de Especialidade, reutilização de componentes genéricos, diferenciação do conhecimento através do refinamento de modelos (a partir de um modelo genérico simples pode-se construir modelos mais complexos) e projeto com preservação da estrutura do Modelo de Especialidade.

A ênfase do método está no Modelo de Especialidade, que consiste na realização da atividade central do desenvolvimento de um sistema baseado em conhecimento. Os outros modelos estão ainda em fase de definição, existindo poucos artigos sobre o Modelo de

Cooperação [Schreiber93]. O Modelo de Projeto é definido em termos da operacionalização do Modelo de Especialidade, apresentando uma alternativa para realização do projeto e construção [Schreiber93]. Por isso este trabalho se concentrou no Modelo de Especialidade, pois o Modelo de Cooperação só deve ser definido na fase de projeto ao se verificar a parte automatizada ou não do sistema.

O Modelo de Especialidade está baseado em um modelo de quatro camadas: domínio, inferência, tarefa e estratégia [Wielinga92], [Schreiber93]. Na camada de domínio é representado o conhecimento estático do domínio do problema, isto é, os conceitos e suas relações, independentes do raciocínio utilizado. Esta utiliza a Linguagem de Definição do Domínio (DDL-"Domain Description Language") [Schreiber93]. A camada de inferência contém o conhecimento necessário para inferir novos fatos a partir do conhecimento do domínio do problema. As inferências ou funções são denominadas *fontes de conhecimento* que podem ter várias entradas e possuem, normalmente, uma saída. As saídas e entradas da fonte do conhecimento, denominadas *meta-classes*, são conceitos da camada do domínio. As meta-classes descrevem os papéis que os conceitos do domínio podem desempenhar no processo de raciocínio. A camada de tarefas representa a descrição de quando realizar as inferências, descritas na camada de inferência. Ao solucionar um problema, o especialista utiliza uma estrutura de controle que demonstra o seu conhecimento na solução do problema. A camada de estratégia representa o meta-conhecimento do especialista sobre a estratégia usada para resolver um determinado problema, sendo que cada estratégia tem sua própria camada de tarefas. Esse tipo de conhecimento permite que sejam construídos SBC bem flexíveis.

O Modelo de Especialidade do KADS é uma simplificação da teoria de quatro camadas, tendo sua ênfase centrada nas estruturas de inferência e de tarefas. No início da análise é usado um modelo de interpretação contido numa biblioteca, que define especificações gerais das estruturas de inferência e de tarefas. Breuker e Wielinga [Breuker88] fornecem uma taxonomia de tarefas genéricas, do conjunto de meta-classes e das fontes de conhecimento, além da biblioteca de modelos de interpretação. Em [Hickman89] encontram-se alguns desses modelos. Tarefas reais podem ser vistas como composições dinâmicas de tarefas genéricas, por isso o Modelo de Especialidade pode ser construído através da combinação dos modelos de interpretação, provendo uma estrutura inicial de alto nível para a modelagem conceitual. Ao se elicitar o conhecimento, identifica-se as tarefas do sistema através da taxonomia de tarefas

genéricas para possibilitar a escolha do modelo de interpretação a ser utilizado. Este modelo deverá ser refinado para o domínio do problema tratado no modelo conceitual.

Na nova versão do KADS [Schreiber94] nota-se que foram realizados estudos definindo melhor o modelo organizacional embora a ênfase continue no Modelo de Especialidade.

### 3. VISÃO GERAL DO KADS-estendido

O método KADS-estendido foi definido com base na experiência obtida no desenvolvimento de SBC utilizando o método KADS. Para esta definição, foram utilizados, também, conceitos e experiência no desenvolvimento de sistemas, em geral, com outros métodos de desenvolvimento, [DeMarco89], [McMenamim91], [Yourdon90], [Ross85], [Keller87], [Martin90], [Coad92], [Rumbaugh91] e [Martin92].

O método KADS, conforme proposto em [Wielinga92], [Schreiber93] prevê a geração de vários modelos. Entretanto, a ênfase deste método está no Modelo de Especialidade. A experiência no uso do Modelo de Especialidade, principalmente no projeto SEC, mostrou que este não é suficiente. Para resolver estas questões, foi definida uma extensão ao método KADS, o KADS-estendido. No KADS-estendido tem-se, considerando os mesmos princípios propostos no método KADS, os seguintes modelos: *Modelo do Domínio do Problema*, *Modelo de Especialidade*, *Modelo Lógico* e *Modelo Físico*. A Figura 1 apresenta os modelos do KADS e do KADS-estendido.

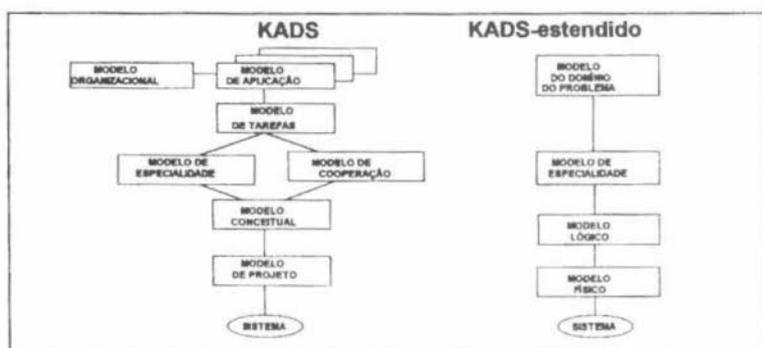


Figura 1 - Os modelos do KADS e do KADS-estendido

O *Modelo de Domínio do Problema*, engloba a finalidade dos modelos organizacional, de aplicação e de tarefas propostos no KADS. Este modelo tem como objetivo definir o domínio do problema a ser tratado pelo sistema em termos das tarefas necessárias para resolução do

problema e da abrangência do conhecimento com uma visão geral deste problema na organização. O *Modelo de Especialidade*, como no KADS, tem a finalidade de especificar o conhecimento necessário para executar as tarefas associadas à solução do problema. Este modelo é definido a nível conceitual sem considerar aspectos de implementação. Finalmente, tem-se o *Modelo Lógico* e o *Modelo Físico* onde está a maior contribuição do KADS-estendido. Essa inclusão foi motivada pelas observações da equipe de desenvolvimento do projeto SEC, que sentiu falta no KADS de um apoio efetivo para a fase de projeto e desta para a implementação. Nas próximas seções definimos, com detalhes, cada um destes modelos. Em [Werneck95] encontram-se definidos exemplos de cada um dos componentes deste método, sendo apresentado neste artigo somente os mais relevantes.

#### 4. MODELO DO DOMÍNIO DO PROBLEMA

Durante o desenvolvimento da 1ª versão do sistema SEC, o *Modelo do Domínio do Problema* foi elaborado de forma descritiva e informal. Entretanto, esta não é a forma mais adequada para sua definição existindo, atualmente, métodos que podem ser utilizados para realizar a *análise do domínio do problema* [Arango94], [Schreiber93]. O *Modelo do Domínio do Problema* do KADS-estendido é composto de um *Diagrama de Tarefas* e de uma *Taxonomia Geral do Domínio do Problema*, sendo ambos gerados durante a atividade *Aquisição do Conhecimento Geral*, que consta do processo de desenvolvimento.

O *Diagrama de Tarefas* é baseado no *Modelo de Cooperação* do método KADS [Schreiber93] e em métodos de análise do domínio [Arango94]. Este diagrama é uma decomposição do domínio do problema em tarefas, podendo conter operadores lógicos evidenciando o fluxo das tarefas. A *Taxonomia Geral do Domínio do Problema* deve ser elaborada com base no esquema de classificação por facetas proposto por [Pietro-Diaz87]. Este esquema pressupõe a classificação de um domínio do problema sob diferentes aspectos, podendo fornecer um esquema abrangente de taxonomia.

#### 5. MODELO DE ESPECIALIDADE

O Modelo de Especialidade do KADS-estendido incorpora sugestões feitas ao longo do desenvolvimento do SEC, pela equipe de especialistas e de desenvolvimento, com relação à forma de representação proposta no método KADS. Pretende-se com essas alterações obter uma melhor visualização do processo de raciocínio e consistência entre as estruturas das diversas camadas do conhecimento.

As modificações feitas ao método KADS referem-se as alterações na estrutura de inferência, na apresentação do modelo e na especificação das meta-classes de forma a evidenciar, explicitamente, a consistência entre as camadas de domínio e de inferência. O *Modelo de Especialidade* do KADS-estendido é composto de três camadas<sup>1</sup> com as seguintes estruturas: *Estrutura de Domínio*, *Estrutura de Inferência* e *Estrutura de Tarefas*. O *Modelo de Especialidade* do KADS-estendido contém ainda um *Diagrama de Transição de Estados*.

A *Estrutura de Domínio* do KADS-estendido utiliza, apenas, a representação gráfica da Linguagem de Definição do Domínio (DDL-“Domain Description Language”) [Schreiber93], não diferenciando as representações de instância e tuplas por se considerar que estes conceitos estão embutidos nos conceitos de objetos e relações. A Figura 2 apresenta a *Estrutura de Domínio* do Sistema SEC Versão 2.0 com o KADS-estendido.

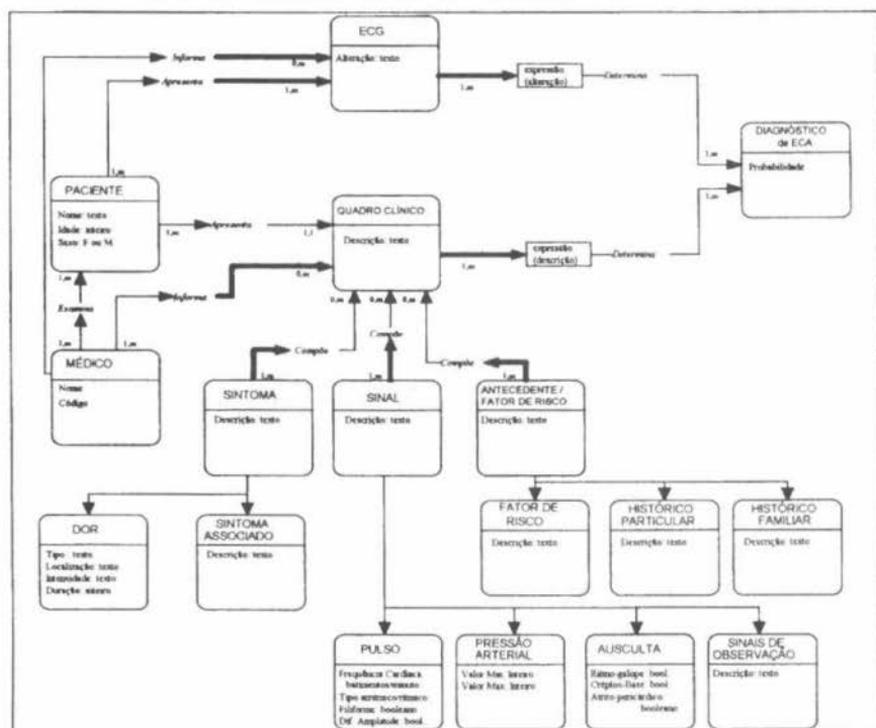


Figura 2: Estrutura de Domínio do SEC versão 2.0

<sup>1</sup> A camada de estratégia, presente na versão inicial do KADS, normalmente, não é utilizada e já foi suprimida na nova versão do KADS (CommonKADS) [Velde94].

Para facilitar o entendimento do modelo pelos especialistas e com base em suas sugestões, a *Estrutura de Inferência* do KADS foi alterada, principalmente, nos seguintes aspectos: as tarefas/inferências que podem ser repetidas ao longo do raciocínio e sua execução, são representadas explicitamente, as meta-classes são especificadas, considerando-se os componentes definidos na *Estrutura do Domínio*. A *Estrutura de Inferência* e a *Estrutura de Tarefa* (Figura 3) devem estar representadas numa mesma página, lado a lado, para uma melhor compreensão do processo de raciocínio. A *Estrutura de Tarefas* pode ser representada de forma procedural ou através de uma árvore de tarefas, sendo aconselhável, a partir de nossa experiência, as duas representações.



Figura 3: Estrutura de Inferência e Estrutura de Tarefas do SEC Versão 2.0

O *Modelo de Especialidade* no KADS-estendido se completa com a construção do *Diagrama de Transição de Estados* da classe solução cujo objetivo é mostrar explicitamente como o sistema se comportará. Este diagrama é opcional e tem como objetivo tornar mais clara as interações do sistema com o ambiente externo, mostrando os estados do processo de raciocínio, as condições de mudança de estado e as tarefas realizadas. Essas tarefas devem ser consistentes com as tarefas descritas na *Estrutura de Tarefas*.

## 6. MODELO LÓGICO

No *Modelo Lógico* tem-se a maior contribuição do *KADS-estendido*. A experiência prática verificou ser a necessidade de se ter uma especificação do sistema com uma visão mais próxima do desenvolvedor. No método KADS existem várias propostas para essa passagem, fundamentadas em linguagens formais [Schreiber93]. A experiência, bem sucedida, de emprego de métodos semi-formais/gráficos e o perfil das equipes de desenvolvimento, normalmente disponíveis em empresas, não habituadas ao uso de métodos formais fez com que se optasse por continuar usando uma linguagem gráfica no *Modelo Lógico*. Este é composto por dois diagramas: *Diagrama Heurístico do Raciocínio* e *Diagrama do Domínio do Problema*, construídos a partir do *Modelo de Especialidade* do *KADS-estendido*.

O *Diagrama Heurístico do Raciocínio* tem como principal objetivo definir a estrutura de investigação do processo de solução do problema que originará a estrutura da base de conhecimento. Este diagrama é definido a partir do *Modelo de Especialidade*. O *Diagrama do Domínio do Problema* é, na realidade, uma nova visão da *Estrutura de Domínio*, definida usando a Linguagem de Definição do Domínio. Este diagrama é gerado a partir do *Diagrama Heurístico do Raciocínio*. A representação gráfica dos dois diagramas evidencia sua compatibilidade. Assim, tem-se garantida a consistência entre o *Diagrama do Domínio do Problema* e o *Diagrama Heurístico do Raciocínio* o que é fundamental para a fase de *projeto*, pois a partir deles será definido o *Modelo Físico*. O *Diagrama Heurístico do Raciocínio* está baseado nos conceitos de classe da Linguagem de Definição do Domínio (DDL) [Schreiber93], e nos seguintes conceitos:

- **Classes heurísticas**, que são classes que fazem parte do processo de raciocínio. São representadas por um retângulo colorido com o nome dentro.
- **Classes de entrada ou saída**, que são classes introduzidas ou apresentadas ao ambiente externo do sistema. São representadas por um retângulo sem cor com o nome dentro.
- **Classes solução** que são classes resultantes do processo de raciocínio. Podem ser classes heurísticas ou de saída. Exemplo: DIAGNÓSTICO, PLANO, PROJETO.
- **Classes equivalentes**: Algumas classes heurísticas podem ser equivalentes entre si, sendo identificadas e eliminadas do *Diagrama Heurístico do Raciocínio* através da fusão das duas classes, permanecendo o nome de maior significado semântico para o domínio do problema. Tem-se, assim uma simplificação do diagrama.



- **Associações lógicas** são combinações entre objetos e operadores lógicos, conforme conceito de associação lógica definido na Linguagem de Definição do Domínio (DDL).



O *Diagrama Heurístico do Raciocínio* é obtido através da aplicação de um processo de transformação no *Modelo de Especialidade*, especificamente, a partir da *Estrutura de Inferência e da Estrutura de Tarefas*. A seguir são definidos sucintamente os procedimentos necessários para a construção do *Diagrama Heurístico do Raciocínio*. O procedimento detalhado e ilustrado com exemplos encontra-se definido em [Werneck95].

- O primeiro passo na construção do *Diagrama Heurístico do Raciocínio* consiste na transformação da *Estrutura de Inferência*, retirando as tarefas/inferências;
- Identificar as classes que fazem parte do processo de raciocínio da solução do problema, colocando-as em outra cor. As outras classes são entradas ou saídas que serão introduzidas ou apresentadas ao ambiente externo do sistema;
- Identificar as classes onde ocorrem o início e o fim da execução da tarefa genérica modelada, colocando um círculo com a identificação interna de *i* (início) ou *f* (fim).
- Alterar a disposição das classes no diagrama com a classe solução no topo sendo que as classes heurísticas devem ser colocadas uma em baixo da outra. As classes de entrada ficam à esquerda das classes heurísticas.
- Colocar o nome da tarefa correspondente a cada classe em cima do nome das classes.
- Analisar as classes de entrada com o objetivo de tornar explícito o diálogo entre o processo de raciocínio e o ambiente externo.
- Identificar os relacionamentos entre as classes, a cardinalidade entre elas e suas associações lógicas. Este passo deve ser realizado com o auxílio da *Estrutura de Domínio*.

viii) Identificar os atributos relevantes ao processo de raciocínio que possam existir nas classes do diagrama. Este item deve ser realizado com o auxílio da *Estrutura do Domínio* e do *Diagrama de Transição de Estados*.

ix) Simplificar o *Diagrama Heurístico do Raciocínio* retirando as classes de início e fim, permanecendo explicitamente as classes de entrada que serão introduzidas ao longo do processo de raciocínio. A identificação de início e fim deve permanecer e os nomes dos atributos de entrada ou saída devem ser explicitados quando necessário.

Os passos vii e viii requerem uma análise do conhecimento, podendo necessitar de uma nova atividade de elicitação do conhecimento. Na Figura 4 temos o *Diagrama Heurístico do Raciocínio* correspondente ao *Modelo de Especialidade* do SEC Versão 2.0 (Figura 2 e 3).

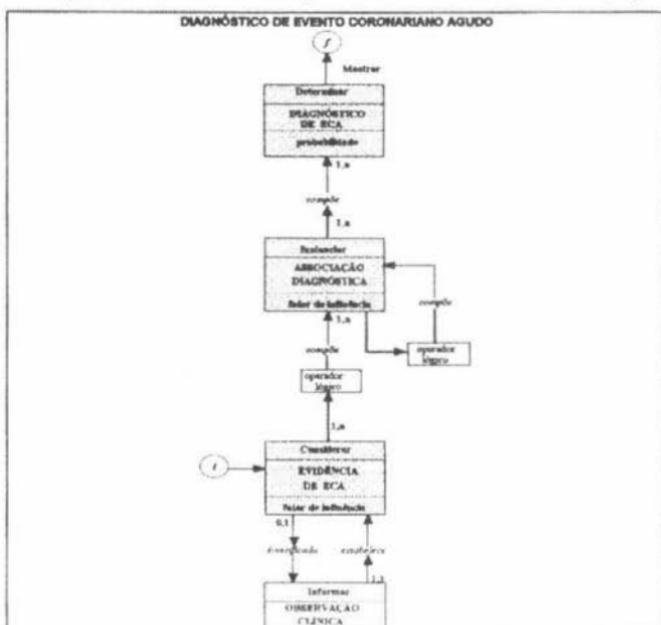


Figura 4: Diagrama Heurístico do Raciocínio do SEC Versão 2.0

O *Diagrama do Domínio do Problema* é uma nova visão da *Estrutura do Domínio* do *Modelo de Especialidade*, onde estão definidas as classes presentes no *Diagrama Heurístico do Raciocínio*. Sua construção é definida a partir do procedimento descrito em [Werneck95]. A Figura 5 apresenta o *Diagrama do Domínio do Problema* do SEC versão 2.0 correspondente à *Estrutura do Domínio* do *Modelo de Especialidade* (Figura 2) e ao

Diagrama Heurístico do Raciocínio (Figura 4)

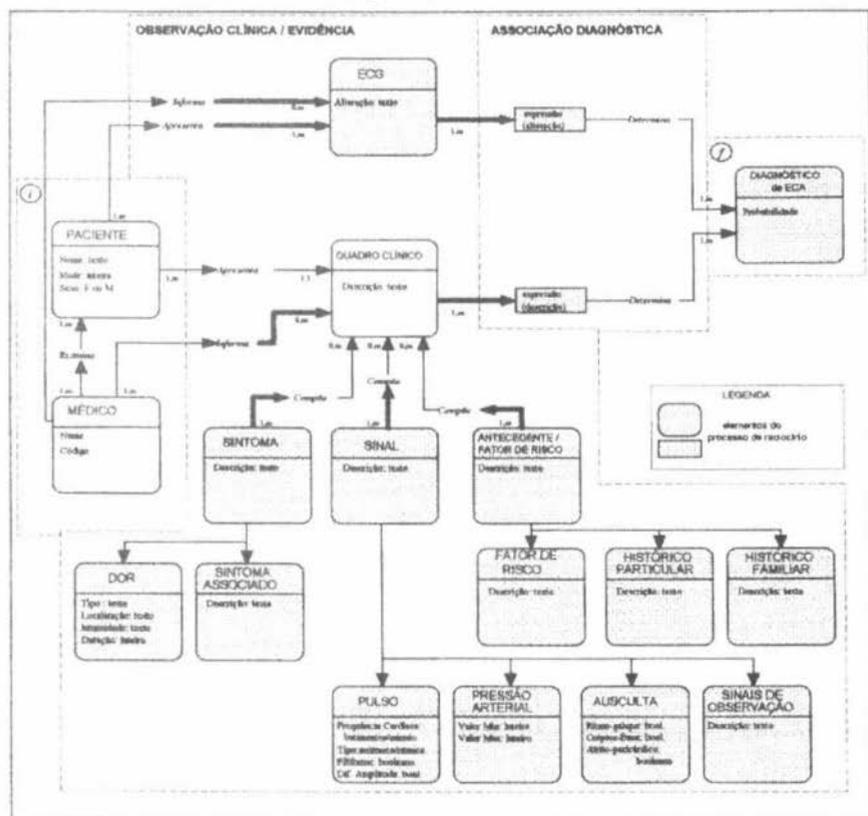


Figura 5: Diagrama do Domínio do Problema do SEC versão 2.0

## 7. MODELO FÍSICO

O *Modelo Físico* é construído a partir do *Modelo Lógico*, isto é, do *Diagrama do Domínio do Problema* e do *Diagrama Heurístico do Raciocínio*, sendo uma extensão desses diagramas. O objetivo deste modelo é definir o sistema numa representação possível de ser implementada na linguagem de programação escolhida. No *KADS-estendido*, até este momento, o *Modelo Físico* foi definido e testado, considerando apenas linguagens de programação lógica e orientadas a objetos com regras, dada as experiências realizadas com os sistemas KBRF [Oliveira95a] e SEC. Entretanto, outras definições podem ser feitas, sem dificuldades.

A *modelagem física* é composta de dois modelos: *Modelo de Implementação do Usuário* e *Modelo de Implementação do Sistema*. Esses modelos estão baseados na visão proposta na Análise Estruturada Moderna [Yourdon90], procurando-se utilizar uma representação semelhante às usadas no modelo lógico do *KADS-estendido*.

O *Modelo de Implementação do Usuário* é composto do *Diagrama de Interface com o Usuário* e do *Diagrama de Explicação do Raciocínio*. O *Diagrama de Interface com o Usuário* é construído a partir do *Diagrama do Domínio do Problema*, identificando-se explicitamente a hierarquia dos comandos e a interação do sistema com o usuário. Neste diagrama são definidas como deverão ser realizadas as consultas, os comandos disponíveis em cada tela, as informações fornecidas pelo usuário e as respostas do sistema. O *Diagrama de Explicação do Raciocínio* é construído a partir do *Diagrama Heurístico do Raciocínio* e do *Diagrama de Interface com o Usuário*. Define as informações de explicação e o momento em que o sistema baseado em conhecimento fornece essas explicações a seus usuários. Deve ser apresentado junto com o *Diagrama de Interface com o Usuário* conforme a Figura 6.

O *Modelo de Implementação do Sistema* possui o *Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento*, a *Especificação da Base de Conhecimento*, a *Especificação da Memória de Trabalho* e a *Especificação dos Módulos*.

O *Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento* é construído a partir das classes heurísticas do *Diagrama Heurístico do Raciocínio*, sendo definidas também as estruturas das regras do processo de raciocínio. Este diagrama contém a forma interna de representar o conhecimento no sistema e o formato das regras da base de conhecimento. A Figura 7 apresenta o *Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento* do SEC Versão 2.0 que utiliza uma linguagem orientada a objetos e regras. O conteúdo da base de conhecimento (*Especificação da Base de Conhecimento*) é definido a partir da estrutura desse diagrama.

A *Especificação da Memória de Trabalho* implica na definição do conteúdo das possíveis entradas do sistema que serão armazenadas em arquivos ou banco de dados, dependendo das facilidades oferecidas pelo ambiente de programação utilizado para construção do sistema. Esta Especificação é construída a partir do *Diagrama do Domínio do Problema* com base em conceitos de definição lógica e física de banco de dados.

A *Especificação dos Módulos* define cada módulo do sistema numa representação próxima da linguagem de programação a ser utilizada na etapa de construção.



Em linguagens orientada a objetos e regras, a *Especificação dos Módulos* é composto pelas classes, atributos e relações do *Diagrama do Domínio do Problema* e das classes do *Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento*. As estruturas de regras definidas no *Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento* serão as regras genéricas da classe. Em linguagens lógicas, como PROLOG, as classes *Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento* são definidas como predicados e os seus relacionamentos com operadores lógicos entre as classes, como regras, de acordo com a estrutura de regras apresentada no *Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento*.

A forma de *Especificação dos Módulos* é totalmente dependente do ambiente de programação utilizado na implementação do sistema. Assim sendo, pode ser necessária a definição de alguma função especial, tais como tratamento de incerteza, cálculos ou métodos utilizados por uma classe de objetos em linguagens orientadas a objetos. Estes métodos deverão ser definidos na *Especificação dos Módulos*.

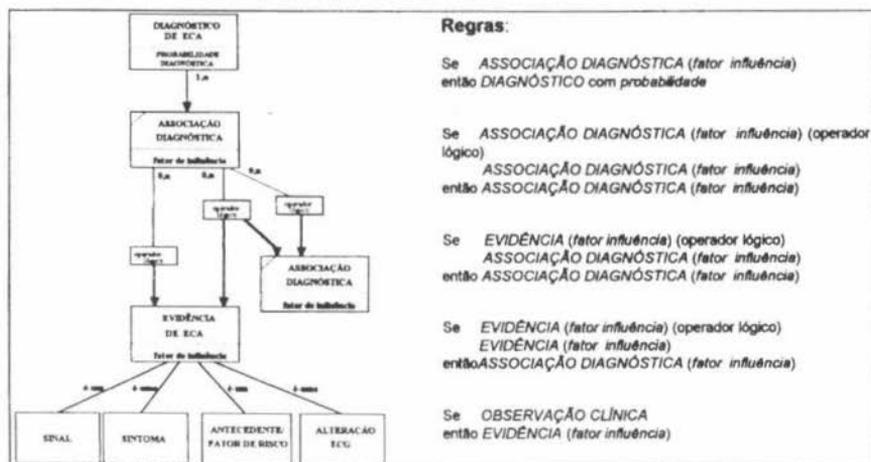


Figura 7: Diagrama Estrutural da Base de Conhecimento do SEC versão 2.0

## 8. CONCLUSÃO

Neste artigo foi definida uma extensão ao método KADS, o *KADS-estendido*. Esta proposta foi validada na Versão 2.0 do sistema SEC e KBRF [Oliveira95], além de outros projetos acadêmicos. São contribuições deste trabalho a experiência de uso e avaliação realizada no método KADS, e a definição de um método para o desenvolvimento de SBC, o

KADS-estendido, com seus modelos integrados entre si. Neste contexto, surge como continuidade a este trabalho, a realização de experiências de uso do KADS-estendido de forma a permitir novos aperfeiçoamentos nos modelos propostos.

Finalmente cabe ressaltar que a participação no projeto SEC, que por não ser um projeto acadêmico, possibilitou a percepção de problemas que acontecem no desenvolvimento de produtos de software. A definição do método KADS-estendido não teria sido possível sem essa participação.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arango, Guilherme; "Domain Analysis Methods: Software Reusability"; Schäfen, Wilhelm, Pietro-Diaz, Rubem, Matsumoto, Masao, (ed); Ellis Horwood Inc, 1994.
- Breuker, J. A. e Wielinga, B. J.; **Models of Expertise in Knowledge Acquisition**; Guida G. e Tasso C. (Eds.), Amsterdam, North-Holland, 1988.
- Coad, P. e Yourdon, E.; **Análise Baseada em Objetos**, Editora Campus, 1992.
- De Marco, Tom; **Análise Estruturada e Especificação de Sistema**, Editora Campus, 1989.
- Hickman, Frank et al; **Analysis for Knowledge-Based System: A Practical Guide to the KADS Methodology**, Ellis Horwood, 1989.
- Keller, R.; **Expert Systems Technology: Development and Application**; Prentice-Hall, 1987.
- Martin, James; **Information Engineering**, Prentice-Hall, 1990.
- Martin, James e Odell, James J., **Object-Oriented Analysis & Design**, Prentice-Hall, 1992.
- McMenamin, Stephen e Palmer, John; **Análise Essencial de Sistemas**, McGraw Hill, 1991.
- Oliveira, Káthia Marçal, Belchior, A., Araujo, R. e Vasconcelos Jr., F., Werneck, V.M.B.; **KBRF: Um sistema para Determinação da Aplicabilidade da Tecnologia Baseada no Conhecimento**; Relatório Técnico, COPPE/UFRJ, março 1995, ES 348/95.
- Oliveira, Káthia Marçal; **Avaliação da Qualidade de Sistemas Especialistas**; Tese de Mestrado, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, março 1995.
- Pietro-Diaz, Ruben; "A Software Classification Scheme", Tese D.Sc, University of California, Irvine, 1985.
- Rabelo Jr., A. et al; "Avaliação do 1º Estágio do Projeto Sistemas Especialistas em Cardiologia"; FBC, 1994b.
- Rabelo Jr., A. et al; "An Expert System for Diagnosis of Acute Myocardial Infarction", **ACM Symposium on Applied Computing - SAC'95**, Nashville, USA; Fevereiro, 1995a.
- Rabelo Jr., A. et al, "An Expert System for Diagnosis of Acute Myocardial Infarction: Software Quality Assurance Procedures", **EUROVAV'95**, Chambery, França, junho 1995b (aceito).
- Ross, D.; "Applications and Extensions of SADT", **IEEE Computer**, Vol. 18, N°4, 1985, 25-34.
- Rumbaugh, James et al, "Object-Oriented Modeling and Design", Prentice-Hall, 1991.
- Schreiber, G.; **KADS: A Principled Approach to KBS Development**; Academic Press, 1993.
- Schreiber, G. et al; "CommonKADS: Comprehensive Methodology for KBS Development", **IEEE Expert**, dezembro 1994.
- Velde, W. V.; "An Overview of CommonKADS" em "The CommonKADS Library for Expertise Modeling"; Breuker, J. e W. e Velde, Van de (ed); Academic Press, 1994.
- Werneck, V.M.; "Ambiente de Desenvolvimento de SBC"; Tese Dsc, COPPE/UFRJ, 1995.
- Wielinga, B et al., "KBS Development through Knowledge Modelling" em "Enhancing the Knowledge Engineering Process: Contributions from Esprit", North Holland, 1992.
- Yourdon, Edward. "Análise Estruturada Moderna", Editora Campus, 1990.