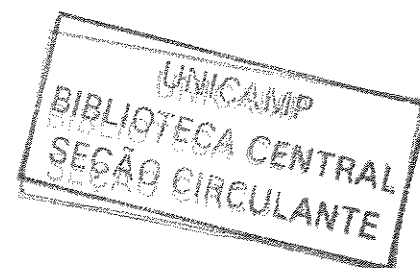


Este exemplar corresponde à redação final da
Tese/Dissertação devidamente corrigida e defendida
por: Ana Maria Monteiro
e aprovada pela Banca Examinadora.
Campinas, 29 de maio de 2007
[Assinatura]
COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO
CPG-IC

Modelagem do Gerenciamento de Doenças
Crônicas ou de Longa Duração em
ST-guide

Ana Maria Monteiro

Tese de Doutorado



200408006

Modelagem do Gerenciamento de Doenças Crônicas ou de Longa Duração em *ST*-guide

Ana Maria Monteiro¹

Dezembro de 2003

Banca Examinadora:

- Prof. Dr. Jacques Wainer (Orientador)
- Prof. Dr. Daniel Sigulem
DIS—UNIFESP
- Prof. Dr. Konradim Metze
FCM—UNICAMP
- Prof^ª Dr^ª Maria Carolina Monard
ICMC—USP—SC
- Prof^ª Dr^ª Claudia Maria Bauzer Medeiros
IC—UNICAMP
- Prof^ª Dr^ª Heloisa Vieira da Rocha
IC—UNICAMP
- Prof. Dr. Alexandre Xavier Falcão
IC—UNICAMP

¹Apoio financeiro da Capes.

UNIVERSIDADE BC
CHAMADADA UNICAMP
M764m
EX
OMBO BC/ 58171
ROC 16-117-04
D x
REÇO R\$ 11,00
DATA 02/06/04
1º CPD _____

CM00197812-6

BIB ID 316782

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**

Monteiro, Ana Maria

M764m Modelagem do gerenciamento de doenças crônicas e de longa
duração em ST-guide / Ana Maria Monteiro -- Campinas, [S.P.:s.n.],
2002.

Orientador : Jacques Wainer

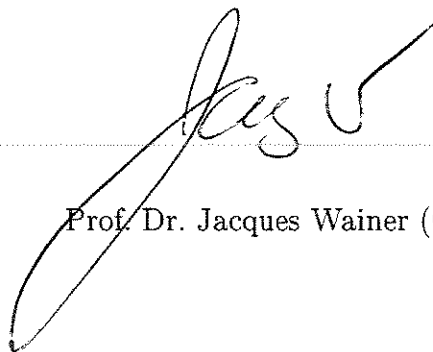
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Computação.

1. Inteligência artificial -- Aplicações médicas. 2.Representação
conhecimento. I. Wainer, Jacques. II. Universidade Estadual de
Campinas. Instituto de Computação. III. Título.

Modelagem do Gerenciamento de Doenças Crônicas ou de Longa Duração em *ST*-guide

Este exemplar corresponde à redação final da Tese devidamente corrigida e defendida por Ana Maria Monteiro e aprovada pela Banca Examinadora.

Campinas, 23 de Dezembro de 2003.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jacques Wainer', is written over a horizontal dotted line. The signature is fluid and cursive, with a large loop at the beginning and a checkmark-like flourish at the end.

Prof. Dr. Jacques Wainer (Orientador)

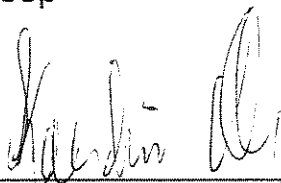
Tese apresentada ao Instituto de Computação, UNICAMP, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

TERMO DE APROVAÇÃO

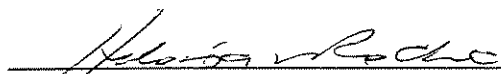
Tese defendida e aprovada em 15 de abril de 2002, pela Banca Examinadora composta pelos Professores Doutores:



Prof. Dr. Daniel Sigulem
DIS - Unifesp



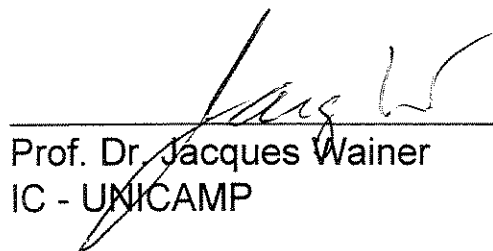
Prof. Dr. Konrad Metze
FCM - UNICAMP



Prof.ª Dr.ª Heloisa Vieira da Rocha
IC - UNICAMP



Prof. Dr. Alexandre Xavier Falcão
IC - UNICAMP



Prof. Dr. Jacques Wainer
IC - UNICAMP

© Ana Maria Monteiro, 2004.
Todos os direitos reservados.

Agradecimentos

- Aos colegas e funcionários do IC, em particular à Vera e ao Daniel.
 - Aos professores, em particular à professora Cláudia, ao professor Neucimar, ao professor Arnaldo, ao professor Lucchesi e ao professor Konradin.
 - Ao meu orientador, pela paciência.
 - À CAPES, pelo apoio financeiro.
 - Ao pessoal do Grupo de Hepatite da UNICAMP e ao pessoal do Departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo.
 - Ao pessoal do Instituto de Pesquisa em Inteligência Artificial (IIIA), na Espanha.
 - A meus amigos. “Muchas gracias”, sem vocês não teria conseguido!
-

Resumo

O gerenciamento de um paciente com uma doença crônica ou de longa duração é um processo que envolve a coleta e a interpretação de quantidades consideráveis de dados ao longo do tempo, a tomada de decisões em função dessa interpretação e do conhecimento disponível, a aplicação de planos de diagnóstico ou terapêuticos de maneira periódica e a revisão desses planos quando for necessário. Considerando a complexidade do gerenciamento de um paciente e sua importância humana e econômica, sistemas que possam auxiliar este trabalho podem ajudar esses profissionais a realizar seu trabalho de uma forma mais eficiente e econômica.

Nós desenvolvemos um formalismo, chamado *ST-guide*, que permite construir sistemas baseados em conhecimento para ajudar os profissionais de saúde no gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração. Este formalismo leva em consideração as características próprias do gerenciamento dessas doenças e sua maior vantagem é que essas características podem ser traduzidos diretamente nas primitivas fornecidas por *ST-guide*. Dessa forma, *ST-guide* permite uma abordagem mais intuitiva tanto para os encarregados de representar o conhecimento referente ao gerenciamento de uma doença quanto para os usuários do sistema associado.

Abstract

The management of a patient with a chronic or long term disease is a process that involves gathering and interpreting a great amount of data along the treatment time, taking decisions based on these interpretations and on the available knowledge, applying diagnosis and therapeutics plans periodically and revising these plans when necessary. Taking into account the complexity of the patient's management and its human and economic importance, systems that assist this job may help these professionals to do their work in a more efficient and economical way.

We have developed a formalism, called *ST-guide*, that allows the construction of knowledge-based systems to assist health professionals in the management of patients with chronic or long term diseases. This formalism takes into account the characteristics of the management of these diseases and its main advantage is that these characteristics can be directly translated into the primitives provided by *ST-guide*. In this way, *ST-guide* allows a more intuitive approach for the persons in charge of representing the management knowledge of a disease as well as for the users of the associated system.

Conteúdo

Agradecimentos	vii
Resumo	viii
Abstract	ix
1 Introdução	1
1.1 Gerenciamento da evolução de uma doença	2
1.2 Sistema de apoio à decisão clínica	3
1.3 Gerenciamento de doenças crônicas ou de longa duração	4
1.4 Estrutura da tese	6
2 Trabalhos relacionados	7
2.1 Guidelines clínicos	7
2.2 Representação computacional de guidelines	9
2.3 Modelos para representar guidelines	10
2.3.1 Sintaxe Arden	11
2.3.2 O projeto EON	13
2.3.3 PROforma	21
2.3.4 O projeto Asgaard	26
2.3.5 O projeto PRODIGY	31
2.3.6 GLIF	34
2.3.7 Análise dos conceitos comuns aos modelos apresentados	37
3 Processo de gerenciamento de pacientes ao longo do tempo	41
3.1 O processo de gerenciamento	41
3.2 Encontro paciente/profissional de saúde	42
3.3 Fases do processo de gerenciamento	45
3.3.1 Conhecimento relevante para as fases do gerenciamento	46
3.4 Proposta para a modelagem do gerenciamento	47

4	Modelagem de conhecimento utilizando <i>ST-guide</i>	51
4.1	Representação do conhecimento	51
4.2	Informação a ser obtida	55
4.3	Ações	65
4.3.1	Sugestões e lembretes	65
4.3.2	Prescrição de medicamentos	67
4.4	Exames e procedimentos clínicos	76
4.5	Consultas	76
4.6	Transições entre estados	77
4.7	Explicação	78
4.8	Dados e funções	80
4.8.1	Dados manipulados pelo sistema	80
4.8.2	Funções	81
4.9	Modelo do gerenciamento de doenças	83
4.9.1	Modelo para o gerenciamento de hepatite	84
5	Arquitetura <i>ST-guide</i>	91
5.1	Mecanismo de execução	92
5.2	Modelo do paciente	93
5.3	Modelo do conhecimento do domínio	97
5.3.1	Medicamentos	98
5.3.2	Exames e procedimentos	101
5.4	Módulos de geração de relatórios e de abstração	102
5.5	Implementação e uso do sistema	104
6	Exemplo de modelagem de um segmento de guideline	109
6.1	Análise do guideline	109
6.2	Informação sobre o paciente	110
6.3	Medicamentos	115
6.4	Modelagem das ações sugeridas pelo guideline	120
7	Conclusões e trabalhos futuros	123
7.1	Reflexões	124
7.2	Trabalhos Futuros	125
A	Especificação do gerenciamento de hepatite	126
	Bibliografia	146

Lista de Figuras

2.1	Evolução e inter-relação entre os modelos mais conhecidos para representar guidelines [9]	11
2.2	Exemplo de um MML	14
2.3	Arquitetura EON	16
2.4	Classes do modelo de dados do paciente de EON	17
2.5	Parte da hierarquia de classes do modelo de especialidade médica de EON	18
2.6	Parte da hierarquia de classes da ontologia de guidelines de EON	19
2.7	Exemplo de parte de um guideline representado em EON	21
2.8	O modelo dominó de PROforma	22
2.9	Ícones de classes de PROforma	25
2.10	Tarefas de um guideline para o gerenciamento de asma aguda em PROforma	25
2.11	Arquitetura do sistema desenvolvido no projeto Asgaard	27
2.12	Estados da seleção de um plano Asbru	28
2.13	Estados de execução de um plano Asbru	28
2.14	Guideline representado em Asbru	32
2.15	Visão de alto nível de um guideline de hipertensão em PRODIGY	33
2.16	Modelo GLIF	36
2.17	Especificação de parte de um guideline em GLIF	38
3.1	Tarefas realizadas nos encontros paciente/profissional de saúde	43
4.1	Diagrama de estados do gerenciamento de uma doença	52
5.1	Arquitetura conceitual	91
5.2	Relatório	103

Capítulo 1

Introdução

Desde o começo da história da inteligência artificial (IA) os cientistas foram atraídos por aplicações na medicina. Alguns dos primeiros trabalhos de sucesso aplicando tecnologia de IA foram desenvolvidos neste contexto e esses trabalhos deram origem a uma nova área de pesquisa chamada de inteligência artificial em medicina (IAM).

O primeiro aspecto do domínio médico que atraiu os pesquisadores foi o processo de coletar dados clínicos e aplicar regras de inferência para realizar o diagnóstico de uma doença. Surgiram assim os primeiros sistemas de diagnóstico médico. CASNET [25], MYCIN [5] e INTERNIST [34], que deu origem mais tarde ao sistema QMR [33], são os mais conhecidos. Na maioria dos casos o desempenho foi comparável ao desempenho de médicos experientes [1].

Entretanto, depois da euforia inicial em torno dos resultados obtidos com os primeiros sistemas de diagnóstico, seguiu-se um período de relativo desânimo, principalmente porque, apesar desse bom desempenho, os médicos não demonstraram grande interesse em adotar essa tecnologia na prática clínica. Isto foi motivado em parte porque nessa época os dados dos pacientes não estavam disponíveis em formato digital; então, para utilizar esses sistemas os médicos deviam perder tempo inserindo dados que geralmente já estavam escritos nos prontuários dos pacientes. Dado esse problema, a comunidade de IAM percebeu a necessidade da existência do *registro médico eletrônico* dos pacientes como um pré-requisito para permitir a aceitação de tais sistemas. Por outro lado, os médicos não queriam ajuda para diagnosticar a doença de um paciente, já que eles são treinados para fazer isso na universidade e a habilidade de diagnosticar melhora com os anos de prática. Além disso, o diagnóstico é só uma pequena parte do trabalho do médico. O problema não é só fazer o diagnóstico em função dos dados do paciente, mas também acompanhar a evolução do paciente da melhor forma e, de preferência, com o menor custo. Em vista destes fatos a visão inicial da IAM mudou bastante. Atualmente a importância do diagnóstico como tarefa que requer suporte computacional é bem menor.

Percebe-se hoje que, quando os sistemas desempenham um papel apropriado, eles oferecem benefícios significativos. Uma das tarefas mais importantes dos desenvolvedores de sistemas é caracterizar cuidadosamente quais aspectos da prática médica são os mais apropriados para a introdução de sistemas computacionais. Os sistemas atuais tentam auxiliar os profissionais de saúde no decorrer normal de suas obrigações, assistindo em tarefas que requerem manipulação de dados e conhecimento. Assim, por exemplo, um sistema de IAM pode estar embutido dentro de um sistema de registro médico eletrônico e alertar o médico quando detectar uma contra-indicação com relação ao tratamento planejado ou quando detectar padrões nos dados que sugiram mudanças significativas na condição do paciente. Os sistemas computacionais são utilizados para apoiar tarefas tais como a monitorização de pacientes em unidades de terapia intensiva, ajudar no gerenciamento de pacientes com doenças de longa duração ou para analisar grandes quantidades de dados, procurando, por exemplo, padrões que sugiram associações não percebidas previamente.

1.1 Gerenciamento da evolução de uma doença

O gerenciamento de um paciente usualmente requer a realização de diferentes tarefas, geralmente inter-relacionadas. O *diagnóstico*, o *planejamento de tratamentos* e a *monitorização do paciente* são algumas das mais importantes. Desde o começo da IAM, os pesquisadores tentam construir sistemas baseados em conhecimento para executar estas tarefas. A maioria dos sistemas desenvolvidos inicialmente, como já foi mencionado, foram projetados como ferramentas para auxiliar em uma dessas tarefas: o diagnóstico. Isto não é surpreendente se pensarmos que o diagnóstico médico consiste em achar a melhor explicação para a situação atual do paciente, portanto, é indispensável para o sucesso de qualquer outra ação médica. O planejamento do tratamento e a monitorização implicam em achar a melhor ação terapêutica e verificar quais os efeitos do tratamento. Mais precisamente, o planejamento envolve determinar quais tratamentos podem melhorar a condição do paciente, prever seus resultados e adotar um plano terapêutico de acordo com as preferências ou a condição do paciente. A monitorização implica em observar a evolução do paciente que está seguindo um determinado tratamento e verificar se as ações terapêuticas escolhidas são efetivas. Se isto não acontecer, o plano deve ser reexaminado e, se for necessário, mudado. Às vezes é necessário tomar decisões em caso de conflito de interesses entre os benefícios potenciais de um tratamento e seus custos. Frequentemente as decisões estão atreladas às preferências do paciente em relação à qualidade de vida associada aos resultados dos tratamentos, sobretudo no caso de doenças crônicas.

1.2 Sistema de apoio à decisão clínica

Freqüentemente, os profissionais de saúde têm que tomar decisões importantes sobre o diagnóstico e gerenciamento de um paciente e a escolha de tratamentos adequados. Os *sistemas de apoio à decisão clínica* (SADC) são programas de computador projetados para ajudar os profissionais de saúde a tomar essas decisões. Estes sistemas geram dinamicamente lembretes, alertas ou avisos utilizando o conhecimento médico embutido nos sistemas e nos dados dos pacientes, os quais em alguns casos podem ser extraídos diretamente do registro eletrônico do paciente.

A primeira geração de SADCs apareceu no final dos anos 50. Os sistemas estavam baseados em métodos que utilizavam árvores ou tabelas de decisão. Depois vieram os sistemas baseados em métodos estatísticos e já nos anos 70 surgiram os sistemas especialistas constituídos de uma base de conhecimento e de um mecanismo de inferência que gera a ajuda necessária utilizando a base de conhecimento e os dados específicos de cada paciente.

A versão mais simples de SADCs inclui programas que sugerem alternativas para o tratamento ou diagnóstico de um paciente utilizando algoritmos simples. Os sistemas mais complexos modelam a probabilidade de que aconteçam determinados eventos futuros e a eficácia das intervenções propostas, baseados nos dados dos pacientes e no conhecimento sobre riscos das intervenções clínicas.

Os SADCs têm o potencial de diminuir a sobrecarga de informação e reduzir os possíveis descuidos dos profissionais de saúde. Este potencial pode ser aproveitado especialmente na área de atenção médica primária. Em geral, nesta área ocorre o primeiro contato entre o paciente e o profissional de saúde. Também é nesta área que a maioria dos casos crônicos são monitorados e tratados.

Alguns SADCs podem ser integrados em sistemas de informação hospitalar gerais. Esses sistemas podem produzir não só lembretes de rotina, mas também alertas sobre exames que devem ser feitos ou sobre possíveis interações entre drogas utilizadas no tratamento de um paciente. Outros SADCs podem ser projetados para serem utilizados pelo público em geral através da Internet.

Nos primeiros SADCs, o conhecimento embutido era retirado de livros ou obtido com especialistas do domínio da aplicação. Alguns sistemas como o QMR foram construídos a partir de revisões da literatura da época. Sistemas mais recentes baseiam-se em evidência médica. Um bom critério para ter um SADC útil é que o sistema esteja baseado na melhor evidência médica disponível. Mas como o objetivo dos SADCs é ajudar o profissional de saúde no gerenciamento das doenças dos pacientes, é preciso incluir também informações referentes às preferências pessoais dos pacientes, à disponibilidade de recursos e às políticas locais e nacionais.

Se existe um “*guideline*” (guia de conduta médica) que incorpora uma parte dessa informação, então ele constitui o ponto de partida mais adequado para o desenvolvimento de um SADC, já que os guidelines são o resultado de revisões sistemáticas das pesquisas realizadas sobre diferentes tratamentos e procedimentos médicos e representam a melhor evidência médica disponível atualmente. Os guidelines permitem melhorar a qualidade dos cuidados médicos, reduzindo a variação clínica no atendimento de pacientes e os custos associados [18]. Dada a importância dos guidelines na prática médica atual, foram propostos vários formalismos para representar os guidelines num formato que possa ser interpretado por um computador e assim serem utilizados, por exemplo, em sistemas de apoio aos profissionais de saúde no atendimento de pacientes. Esses formalismos, em geral, têm como objetivo representar qualquer tipo de guideline clínico, não só guidelines associados ao tratamento de uma doença.

1.3 Gerenciamento de doenças crônicas ou de longa duração

O gerenciamento de um paciente com uma doença crônica ou de longa duração é um processo que envolve coletar e interpretar quantidades consideráveis de dados ao longo do tempo, tomar decisões em função dessa interpretação e do conhecimento disponível, e aplicar planos de diagnóstico ou terapêuticos de maneira periódica, revisando esses planos quando for necessário. O gerenciamento do estado de saúde de um paciente é um processo muito rico no que diz respeito à quantidade de informação envolvida, já que os profissionais de saúde, especialmente os médicos, devem lidar com uma grande quantidade de dados relacionados com a informação médica dos pacientes.

Considerando a complexidade do gerenciamento de um paciente e sua importância humana e econômica, sistemas que possam auxiliar este trabalho podem ajudar esses profissionais a realizar seu trabalho de uma forma melhor e mais econômica. A maioria dos sistemas médicos considera o problema do diagnóstico de uma doença, mas o gerenciamento de um paciente abrange muito mais que isso. O diagnóstico representa menos de 5 % do tempo do médico [1]; a maioria das visitas a um profissional de saúde está relacionada com a evolução de um problema previamente diagnosticado [28, 30, 35].

Levando em consideração estes fatos, o gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração é um dos aspectos da prática médica mais apropriados para a introdução de SADCs. Alguns sistemas foram construídos para auxiliar os profissionais de saúde no gerenciamento e no tratamento de pacientes, mas muitos deles foram construídos para uma doença particular [27, 40, 54] ou para tratar de uma tarefa específica dentre as várias tarefas associadas ao gerenciamento de pacientes [26, 53].

Também foram construídos sistemas utilizando os formalismos para representar guidelines executáveis, formalismos que têm por objetivo, em geral, representar qualquer tipo de guideline, não só guidelines associados ao tratamento de uma doença.

Nós desenvolvemos um formalismo, chamado *ST-guide*(State/Transition guideline), que permite construir sistemas baseados em conhecimento para ajudar os profissionais de saúde no gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração. Este formalismo leva em consideração as características próprias do gerenciamento dessas doenças e considera o apoio fornecido como um esforço colaborativo entre os profissionais de saúde e um assistente inteligente que usa conhecimento médico e informação do paciente para:

- monitorar os progressos do paciente,
- recomendar um tratamento ou sugerir modificações no tratamento que está sendo ministrado, baseadas no estado de saúde do paciente e em guidelines clínicos,
- lembrar ao profissional sobre a realização de exames e procedimentos clínicos,
- checar quando o paciente está seguindo as instruções dos profissionais,
- prever o desenvolvimento futuro do estado de saúde do paciente e alertar o profissional sobre possíveis riscos ou tendências na evolução da doença,
- ajudar a lidar com a informação do paciente fragmentada ao longo do tempo.

O formalismo que apresentamos é o resultado de um processo de *abstração* resultante de nossa participação em três situações diferentes de gerenciamento de doenças: a interação com especialistas em hepatite no Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, a interação com os desenvolvedores de um sistema de gerenciamento da terapia de tuberculose [7] e a participação no desenvolvimento de um sistema assistente para a avaliação dos riscos de pacientes com diabetes em diferentes estágios de evolução [2].

Como resultado do processo de abstração foram identificadas as principais fases do processo de gerenciamento de pacientes, bem como as ações e o conhecimento relevante para a realização desse gerenciamento. A maior vantagem do formalismo *ST-guide* frente aos formalismos existentes na literatura para representar guidelines [9, 62] é que os principais conceitos envolvidos no gerenciamento podem ser mapeados diretamente nas primitivas fornecidas por *ST-guide*. Dessa forma, *ST-guide* permite uma abordagem mais intuitiva tanto para os encarregados de representar o conhecimento referente ao gerenciamento de uma doença quanto para os usuários do sistema associado, que são, em geral, profissionais de saúde e não experientes programadores.

1.4 Estrutura da tese

O restante do texto desta tese está organizado da seguinte forma:

- No capítulo 2 apresentamos uma revisão sobre guidelines clínicos e os principais modelos para representar guidelines que podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de sistemas computacionais de apoio à decisão clínica.
- No capítulo 3 analisamos o processo de gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração, identificando as principais fases do processo, bem como as ações e o conhecimento relevante para cada fase. Os resultados da análise do processo de gerenciamento refletem-se diretamente na definição do formalismo apresentado no capítulo 4.
- No capítulo 4 apresentamos o formalismo *ST-guide* que permite representar o conhecimento que será utilizado por um sistema para auxiliar os profissionais da saúde no gerenciamento de seus pacientes.
- No capítulo 5 apresentamos a arquitetura conceitual de um sistema que, utilizando o conhecimento sobre o gerenciamento de uma doença, fornece apoio ao profissional de saúde em cada um dos encontros com o paciente.
- No capítulo 6 apresentamos a modelagem de um segmento de um guideline de hipertensão utilizando o formalismo *ST-guide*.
- Finalmente, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e possíveis extensões deste trabalho.

Capítulo 2

Trabalhos relacionados

Nos últimos anos os guidelines e protocolos consolidaram-se como um meio para garantir uma melhor prática clínica, dado que os guidelines estão baseados na melhor evidência médica disponível e têm como objetivo melhorar a qualidade dos cuidados ministrados aos pacientes, reduzir as variações na prática clínica e controlar os custos. Os guidelines clínicos constituem hoje uma ativa área de pesquisa em IAM, já que os guidelines tem um papel importante na área de tomada de decisões dado que podem ser utilizados tanto por sistemas de apoio aos profissionais de saúde em prevenção, diagnóstico, tratamento e gerenciamento de pacientes quanto por sistemas educativos e de crítica e avaliação de prática médica. Dada essa possibilidade de utilizar os guidelines em sistemas computacionais, foram propostos vários formalismo para representar guidelines em um formato capaz de ser interpretado por um computador.

Apresentamos a seguir alguns dos formalismo mais conhecidos que podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão clínica. Estes trabalhos estão relacionados com a nossa proposta entanto são formalismo que permitem representar o conhecimento associado ao gerenciamento de pacientes. Mas estes são formalismos de propósito geral que podem ser utilizados para uma grande variedade de tarefas médicas, não só no gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração. Por ser formalismos de propósito geral, eles não fornecem, com exceção de PRODIGY, facilidades específicas associadas ao gerenciamento de doenças crônicas ou de longa duração.

2.1 Guidelines clínicos

Os *guidelines clínicos* foram definidos pelo Instituto de Medicina (IOM) dos Estados Unidos como “enunciados desenvolvidos sistematicamente para assistir aos médicos e aos pacientes a tomar decisões sobre cuidados médicos apropriados em circunstâncias clínicas especiais” [10]. Em 1992 o Comitê sobre Guidelines de Prática Clínica do IOM escl-

receu esta definição fornecendo uma definição para *cuidados apropriados*. Os cuidados apropriados são aqueles cuidados onde “os benefícios esperados para a saúde do paciente superam as conseqüências negativas esperadas por uma margem suficiente como para que o cuidado valha a pena” [23].

Os guidelines clínicos podem ser vistos como conjuntos de esquemas de planos com diferente nível de abstração e detalhe para o gerenciamento dos cuidados a serem ministrados a um paciente em uma determinada situação. Associados aos guidelines estão os *protocolos clínicos* que geralmente são guidelines com maior grau de detalhe, utilizados com freqüência em áreas tais como a oncologia ou em provas clínicas experimentais. O objetivo dos guidelines é minimizar a variação na prática médica, melhorar os resultados clínicos e a qualidade do serviço e reduzir o uso inapropriado de recursos (controle de custos).

O processo de criação de um guideline é um processo demorado e custoso que envolve uma detalhada revisão bibliográfica, uma avaliação das possíveis alternativas para todas as ações, especificação de seqüências ótimas de decisões/ações e a documentação de base para as recomendações. O ideal é que cada recomendação esteja baseada em evidências, mas quando essas evidências faltam ou são insuficientes, um processo de consenso é utilizado.

A divulgação é feita por diferentes meios que incluem livros, revistas, CDROM's e a Web. A maioria dos guidelines são documentos de leitura apresentados em forma narrativa que as vezes incluem algum diagrama de fluxo. Em geral, estes guidelines não estão formalmente estruturados, alguns termos utilizados podem não estar definidos e podem ter algumas ambigüidades.

O impacto dos guidelines no dia a dia dos profissionais de saúde depende da suposição e da esperança de que esses profissionais saibam avaliar e aprender as diretivas dos guidelines e aplicá-los a situações específicas. A experiência mostra que esta difusão através da leitura não é suficientemente efetiva para modificar a prática clínica [18].

A tecnologia da informação oferece os meios para estender a forma de divulgar os guidelines através da publicação eletrônica. Mas a tecnologia também permite desenvolver sistemas computacionais baseados em guidelines que podem auxiliar os profissionais de saúde a ministrar cuidados médicos. Existe um grande interesse em achar formas de representar os guidelines de forma tal que possam ser utilizados em aplicações médicas, especialmente aquelas que podem fornecer recomendações específicas à situação de cada paciente.

Os guidelines representados em um formato que possa ser interpretado por um computador (*guidelines eletrônicos*) podem ser mais úteis já que existe uma ampla variedade de possíveis aplicações para esses guidelines. Essas aplicações incluem o uso de guidelines para gerenciamento de doenças, planejamento de cuidados médicos, recuperação e revisão passiva de dados, aplicações “background” que monitoram e criticam o processo

atual de cuidados médicos gerando alertas e lembretes, ou servindo de suporte a revisores de qualidade de serviços médicos, educação e treinamento, etc. Inclusive aplicações de “workflow” podem ser guiadas por guidelines que definem os atores e as seqüências de interações do workflow [50, 51]. Mas os guidelines eletrônicos tem uma outra utilidade se for levado em consideração que no processo de criação de um desses guidelines tem que ser removidas todas as possíveis ambigüidades presentes nos guidelines convencionais. Por tudo isto os guidelines eletrônicos podem ter um impacto superior no comportamento dos médicos que o impacto dos guidelines baseados em papel.

2.2 Representação computacional de guidelines

Apesar da importância dos guidelines, as organizações de saúde estão tipicamente mais preocupadas com o desenvolvimento dos guidelines que com a implementação de seu uso na prática clínica, esperando que os profissionais de saúde se familiarizem com os guidelines escritos e os apliquem apropriadamente durante o atendimento de seus pacientes (leiam, memorizem e utilizem os guidelines segundo seu próprio critério). Grande parte dos guidelines clínicos são inacessíveis à maioria dos profissionais de saúde, inclusive quando o guideline pode ser consultado “on-line”. Os profissionais raramente tem tempo para decidir qual guideline é o mais adequado e se for achado o mais adequado, ainda têm que ser determinadas quais são as conseqüências de aplicar o guideline a um paciente particular. Os profissionais de saúde precisam cada vez mais processar maior quantidade de dados em um tempo menor. As mesmas considerações podem ser aplicadas à tarefa de avaliar a qualidade da aplicação de um guideline clínico.

Estudos provaram que sistemas computacionais de apoio à tomada de decisões podem melhorar o desempenho dos profissionais e os resultados obtidos com relação ao paciente [19]. Sistemas de apoio à tomada de decisões baseados em guidelines foram propostos para esse propósito.

Para implementar um de tais sistemas a representação do guideline é uma questão crítica. Um modelo formal para representar guidelines proverá um entendimento profundo do processo clínico de cuidado de pacientes referenciado pelos guidelines e levará a: (1) métodos mais rigorosos para o desenvolvimento de guidelines que possam permitir a detecção de ambigüidades, inconsistências, redundância e erros no conteúdo do guideline, (2) melhoras na clareza dos critérios de decisão e nas recomendações, (3) enfoques mais robustos para a implementação e (4) técnicas mais efetivas para a avaliação dos guidelines.

Organizações profissionais, agências de governo e instituições médicas publicam numerosos guidelines médicos. A variedade e complexidade desses guidelines apresenta um problema para os pesquisadores que desejam modelar esses guidelines com o propósito de fornecer uma ferramenta computacional para apoio à tomada de decisões.

As ações indicadas em um guideline envolvem tomar uma decisão por uma única vez (por exemplo, determinar quando uma pessoa deve ser vacinada contra a gripe), ou realizar intervenções episódicas (tais como acompanhar um paciente com hepatite crônica) ou monitorar continuamente um paciente (por exemplo, controlar o nível de ventilação de um paciente de UTI).

Assim as diferentes ações podem precisar só dos dados atuais do paciente, podem precisar utilizar dados de laboratório com marcadores de tempo (“time stamped data”), ou precisar realizar raciocínio sobre um intervalo de tempo.

Os guidelines podem utilizar abstrações de dados (o paciente está com anemia) ou abstrações de ações (prescrever uma determinada classe de medicamentos sem especificar um em particular).

Os guidelines de “triagem” de pacientes são explícitos no que diz respeito aos dados que devem ser coletados e às ações que devem ser executadas. Outros guidelines só sugerem um determinado tipo de ação (por exemplo, diminuir a dose de uma droga, sem especificar quanto deve ser diminuída).

Os guidelines podem ser escritos do ponto de vista dos médicos, enfermeiras, pacientes ou administradores de hospital.

Como uma forma de lidar com a complexidade, uma alternativa para os autores de guidelines é descrever os guidelines em termos dos casos normais (aplicáveis à maioria dos pacientes) e deixar os casos excepcionais para serem especificados em seções separadas do guideline principal.

Os desenvolvedores de programas de aplicação baseados em guidelines devem analisar os guidelines, levando em consideração os diferentes aspectos de um guideline mencionados anteriormente, para determinar os requisitos de modelagem.

Para que um guideline possa ser interpretado por um computador tem que estar codificado em um modelo particular. Esse modelo define conceitos do domínio de aplicação. Tanto a estrutura destes conceitos como o relacionamento entre eles deve estar especificado explicitamente. Uma ampla variedade de modelos para guidelines foram desenvolvidos.

2.3 Modelos para representar guidelines

A seguir são apresentados alguns dos modelos mais conhecidos para representar guidelines que podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de SADCS. A figura 2.1 apresenta a evolução desses modelos e suas inter-relações.

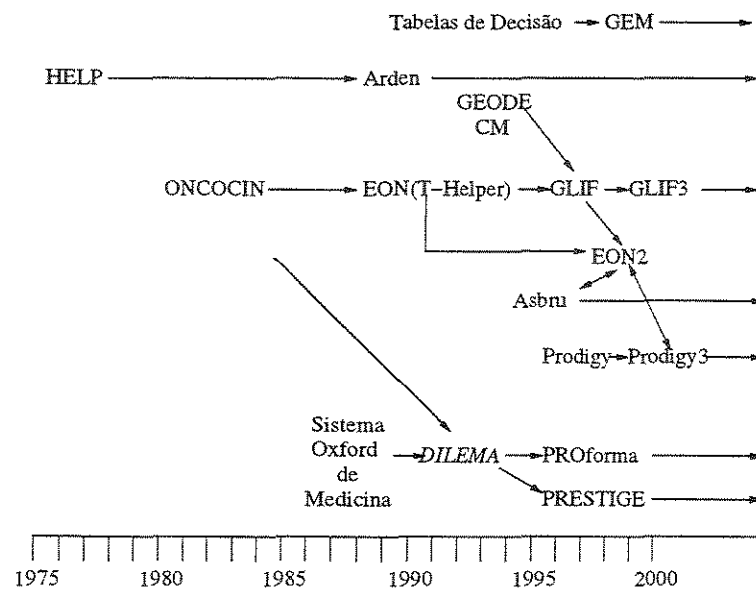


Figura 2.1: Evolução e inter-relação entre os modelos mais conhecidos para representar guidelines [9]

2.3.1 Sintaxe Arden

A Sintaxe Arden [21] foi desenvolvida por um grupo da “Arden Homestead”, em Harrinam nos Estados Unidos. A versão inicial da Sintaxe Arden estava baseada no esquema de codificação para apoio à decisão utilizado no sistema **HELP** (**H**ealth **E**valuation through **L**ogical **P**rocessing) desenvolvido no hospital LDS de Salt Lake City [49]. A Sintaxe Arden é agora um padrão da ASTM (Sociedade Americana para Testes e Materiais); foi publicada inicialmente em abril de 1992 como ASTM E1460-92. Robert Jenders e seus colaboradores desenvolveram e publicaram uma segunda versão (Arden 2.0). Atualmente é mantida pelo Grupo de Interesse Especial na Sintaxe Arden do Comitê Técnico de Ajuda à Decisão Clínica do HL-7 (**H**ealth **L**evel **S**even), uma organização dedicada a desenvolver padrões ANSI na área de saúde.

Representação de conhecimento em Arden

A Sintaxe Arden representa o conhecimento médico em *Módulos Médicos Lógicos* (MML) [20]. Os MMLs são um híbrido entre as regras de produção e o formalismo procedural. Cada MML é chamado como se fosse um único passo *se-então*, mas é executado como uma seqüência de instruções que incluem perguntas, cálculos, enunciados lógicos e ordens de impressão. Seqüências de tarefas podem ser modeladas encadeando uma seqüência de

MMLs. Os MMLs, incluídos em sistemas de informação clínica proprietários, são utilizados para gerar alertas e lembretes, diagnóstico, interpretação de dados e suporte administrativo. A maioria dos MMLs são ativados por eventos clínicos (por exemplo, o armazenamento dos resultados de um exame de laboratório no registro eletrônico do paciente). Uma vez ativado, o MML avalia um critério de decisão lógico e se o critério for verdadeiro uma ação é realizada.

Um MML contém “slots” agrupados em três categorias:

- **Categoria de manutenção:** é utilizada para a manutenção da base de conhecimento e para controle de revisão. Esta categoria contém uma breve descrição da função do MML e informação que permite identificar os autores do MML, a versão de Arden utilizada, a versão do MML, a instituição onde foi desenvolvido o módulo e o especialista responsável pela validação e instalação.
- **Categoria biblioteca:** provê informação explicativa pré-definida sobre como funciona o MML e porque é utilizado. Esta categoria também provê apontadores para literatura médica relacionada com o MML.
- **Categoria de conhecimento:** contém os componentes que especificam o que o MML faz. Esta categoria tem os slots *dados*, *evoca*, *lógico* e *ação*. O slot de dados define os termos utilizados no MML, o slot evoca especifica os eventos que disparam o MML, o lógico contém um critério lógico que é avaliado e o slot ação contém as ações que devem ser realizadas se o critério lógico for verdadeiro.

Levando em consideração que uma grande parte do conhecimento médico está associado a referências temporais, Arden garante que cada dado e cada evento tem associado um marcador temporal clinicamente significativo. Várias funções são fornecidas para ajudar os usuários a especificar tempo e datas nos MMLs.

Para gerar os alertas e lembretes é necessário ter acesso aos dados dos registros do paciente armazenados em bancos de dados. Os esquemas de bancos de dados, o vocabulário clínico e os métodos de acesso variam de implementação em implementação, Arden explicitamente isola as referências a dados do ambiente local entre chaves (‘{’}). Estas referências estão codificadas no slot de dados da categoria de conhecimento. Como não existe ainda uma terminologia padrão ou um modelo único para o registro eletrônico de pacientes, não existe na sintaxe uma forma de especificar referências aos dados dos registros, estas referências tem que ser reescritas para cada instituição. Este problema de adaptação é chamado de “problema das chaves”.

Utilização da Sintaxe Arden

A Sintaxe Arden não é uma linguagem de programação completa, carecendo por exemplo de estruturas de controle complexas. O usuário alvo para escrever MMLs é o médico. Um exemplo de um MML é apresentado na figura 2.2.

Varias ferramentas de autoria foram desenvolvidas para escrever MMLs, uma delas é Médaillé, que provê suporte para editar MMLs. Existem alguns compiladores que permitem traduzir os MMLs para uma forma executável. Utilizando um monitor de eventos, os MMLs rodam automaticamente gerando alertas e lembretes quando e onde for necessário.

Algumas das organizações que utilizam a Sintaxe Arden nos seus sistemas são o Centro Médico JFK, o Centro Médico Presbiteriano de Columbia, a Universidade do Estado de Ohio, o Centro Médico da Universidade de Nebraska e o Centro Médico Regional Alamace, todos eles nos Estados Unidos. Fora dos Estados Unidos é utilizada na Universidade de Linkoping na Suécia, no Hospital Saint-Louis em Paris e na Universidade Erasmus da Holanda.

2.3.2 O projeto EON

EON é um projeto do Grupo de Informática Médica da Universidade de Stanford. O objetivo do projeto foi criar uma arquitetura (fig. 2.3) formada por um conjunto de componentes de software projetadas para desenvolver aplicações de apoio à decisão clínica baseadas em guidelines [38, 60, 61].

Arquitetura de EON

EON tem um conjunto de servidores que fornecem suporte para as aplicações baseadas em guidelines:

- **Padda:** este servidor para a execução de guidelines tem como entrada um guideline clínico e os dados relevantes do paciente e gera como saída recomendações específicas para o paciente. Para um guideline e um paciente, o servidor Padda é o que determina se o guideline é aplicável ao paciente. Se o guideline pode ser aplicado, o servidor deve utilizar o algoritmo clínico associado ao guideline e determinar qual é a parte do guideline apropriada para a condição do paciente e a partir desta determinação são estabelecidas as tarefas que devem ser realizadas.
- **Tzolkin:** este servidor provê a todos os *componentes de resolução de problemas* de um caminho de acesso comum tanto para os dados dos pacientes como para abstrações desses dados. Tzolkin permite estender um banco de dados tradicional de

```

maintenance:
  title:Screen for hypokalemia with digoxin therapy;;
  filename: hypokalemia-and-digoxin;;
  version:1.06;;
  institution: Columbia-Presbyterian Medical Center;;
  author: George Hripcsak, M.D. (hripcsa@cucis.columbia.edu);;
  specialist: George Hripcsak, M. D. ;;
  date: 1993-09-17;;
  validation: production;;
library:
  purpose: Warn the health care provider of hypokalemia in the
           setting of digoxin therapy. ;;
  explanation: Whenever a serum or whole blood potassium value is
               stored, it is checked for hypokalemia (less than 3.3). ;;
  keywords: hypokalemia; digoxin; arrhythmia ;;
  citations:
    1. International Committee of Medical Journal Editors.
       Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical
       links: CTIM-1.14.5;;
knowledge:
  type:data-driven;;
  data:
    K:= read last {serum potassium}
        where it occurred before now;;
priority:50;;
evoke: potassium-storage;;
logic:
  if K >= 3.3 then
    conclude false;
  endif;;
action:
  write 'This patient has
        hypokalemia in the setting of
        digoxin therapy ....';;
urgency: 50;;
end:

```

Figura 2.2: Exemplo de um MML

forma tal que seja possível realizar perguntas que incluem relações temporais complexas [43]. Permite também criar intervalos temporais que representam abstrações derivadas de dados que têm associados marcadores temporais. Tzolkin tem dois módulos:

- **Chronus**: serve como um pré-processador e pós-processador para o sistema de perguntas e manipulação de dados de um sistema de banco de dados relacional padrão. O sistema agrega duas anotações temporais (começo e fim) a cada relação do banco de dados que descreve dados específicos dos pacientes. Chronus utiliza uma ontologia do domínio para estabelecer um esquema para todos os dados específicos dos pacientes que serão armazenados em um banco de dados relacional. A *ontologia do domínio de especialidade médica* informa a Chronus sobre as classes de observações clínicas, problemas do paciente e intervenções terapêuticas que os profissionais de saúde vão querer armazenar nos registros dos pacientes e que serão utilizados pelos resolvedores de problemas para realizar as tarefas de apoio à decisão.
- **RÉSUMÉ**: com frequência é necessário fazer referência à informação que não está armazenada no banco de dados e que corresponde a abstrações de dados primitivos. Tzolkin resolve essas questões invocando o sistema RÉSUMÉ [57, 55]. Este sistema requer conhecimento específico e bem definido dos dados primários que ele abstrai e das abstrações resultantes. Para cada classe de dados e de abstrações, RÉSUMÉ precisa conhecer certas propriedades semântico-temporais. Essas propriedades são propriedades tais como a que especifica que dois intervalos contíguos nos quais o paciente apresenta anemia podem converter-se em um único intervalo que inclui os intervalos originais.
- **WOZ**: este servidor provê do serviço de explicações para os outros componentes. Este servidor utiliza uma estrutura argumentativa específica e múltiplas fontes de informação para explicar as recomendações fornecidas pelo sistema [58].

Todos os servidores de EON têm acesso a modelos de dados e bases de conhecimento criados e mantidos no ambiente de engenharia de conhecimento Protégé 2000 [36, 45]. Protégé provê:

- uma ferramenta de editoração baseada em conhecimento que permite construir ontologias e projetar formulários para adquirir conhecimento de um determinado domínio de aplicação.
- uma plataforma que pode ser estendida com “widgets” para tabelas, diagramas, componentes de animação, etc.

Um outro componente da arquitetura EON é a *base de conhecimento de especificações de guidelines e protocolos* que definem a sequência de intervenções necessárias para cada protocolo ou guideline e os critérios que permitem determinar quando um paciente pode ser escolhido para aplicar um determinado protocolo ou guideline. Estas especificações são as entradas essenciais dos componentes de resolução de problemas que realizam as computações necessárias para automatizar as tarefas relacionadas com o cuidado de pacientes assistido por guidelines.

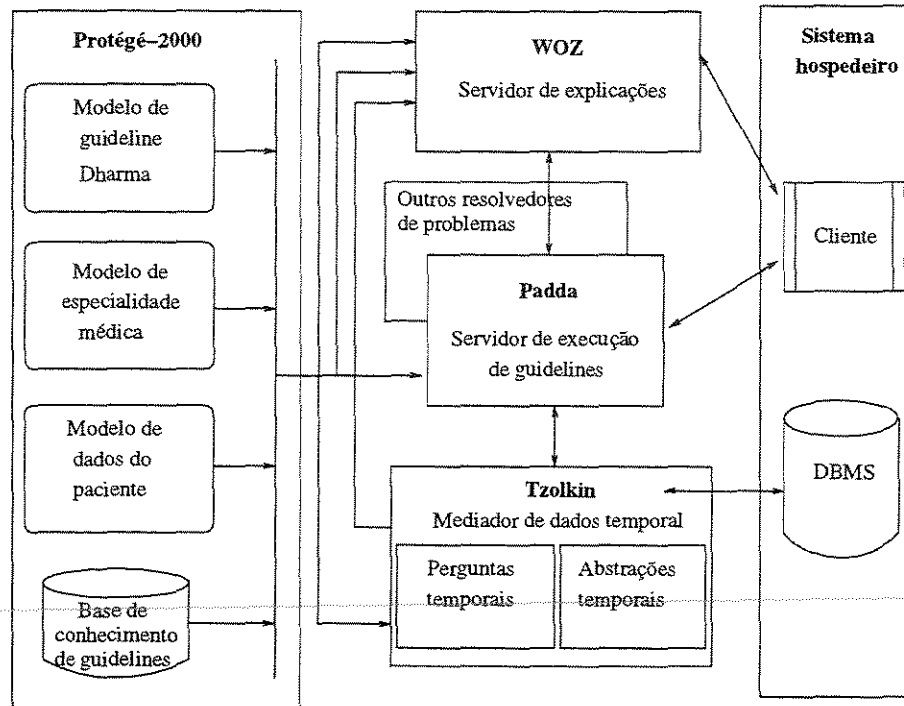


Figura 2.3: Arquitetura EON

Modelagem de conhecimento e dados em EON

Neste formalismo, para representar os dados e o conhecimento necessários para um sistema de apoio à decisão baseado em guidelines [39] é preciso criar (1) *um modelo de informação dos dados do paciente*, (2) *um modelo de especialidade médica* onde os conceitos e relacionamentos do domínio são organizados em hierarquias taxonômicas, e (3) *um modelo de informação/ontologia do guideline* chamado de Dharma que define a estrutura do conhecimento do guideline necessária para realizar as tarefas da aplicação baseada em guidelines. O modelo do guideline Dharma inclui critérios e linguagens de consulta que

utilizam o modelo de dados do paciente e o modelo da especialidade médica para especificar situações relevantes do paciente. A seguir são descritos cada um dos modelos de informação e as ontologias, suas interligações e como são utilizados esses modelos para associar os dados do paciente no sistema de registros médicos com as aplicações EON.

- **Modelo de dados do paciente:** define as classes e os atributos dos dados do paciente que são utilizados em todo o sistema. Os dados do paciente são estáticos, ou têm anotações temporais ou estão associados ao intervalo de tempo no qual eles são válidos. O modelo de dados não duplica tudo o que é mantido nos registros dos pacientes, só aqueles dados que são relevantes para a modelagem do guideline ou do protocolo. A definição das classes é apresentada na figura 2.4.

- EPR_Entity
 - Encounter
 - Patient
 - Observation
 - Numeric_Entry
 - Note_Entry
 - Adverse_Reaction
 - Intervention
 - Procedure_Record
 - Medication
 - Condition

Figura 2.4: Classes do modelo de dados do paciente de EON

- **Modelo de especialidade médica:** este modelo permite representar um conjunto de metaclasses que especificam a categoria dos conceitos médicos que podem ser utilizados em cada aplicação e os atributos desses conceitos. Os conceitos definidos neste modelo estão relacionados com procedimentos de diagnóstico, medicações, sinais e sintomas, procedimentos terapêuticos, exames de laboratório, etc. Uma parte desta hierarquia é apresentada na figura 2.5.
- **Modelo de guidelines Dharma:** tem uma ontologia de guidelines que permite definir os *algoritmos clínicos* onde são especificadas seqüências de decisões e ações médicas. Também tem linguagens para definir critérios que permitem estabelecer o estado de determinados aspectos do paciente.

A ontologia de guidelines, parte da qual é apresentada na figura 2.6, permite definir duas classes de guidelines, os *guidelines de consulta* que especificam ações e decisões

- Medical_Domain_Class
 - Diagnostic_Class
 - Diagnostic_Procedures_Class
 - Cardiology_Tests
 - Laboratory_Tests
 - Blood_Chemistry
 - Hematology
 - Microbiology_Tests
 - Urinalysis
 - Radiologic_Tests
- ...

Figura 2.5: Parte da hierarquia de classes do modelo de especialidade médica de EON

cuja consequência não precisam ser consideradas ao longo do tempo e os *guidelines de gerenciamento* que modelam decisões e ações que causam mudanças no estado do paciente que devem ser consideradas ao longo do tempo. Para modelar um guideline são definidos *algoritmos clínicos* que podem utilizar diferentes tipos de mecanismos de decisão e diferentes primitivas para expressar sequência e repetição de ações. No modelo é feita a distinção entre *ações* (instantâneas) e *atividades* (persistentes). Os guidelines podem também fazer referência aos *casos normais* e às *exceções*. Combinando estas primitivas são construídos diferentes modelos de guidelines.

Os algoritmos clínicos estão constituídos por um conjunto de *cenários*, *passos ação*, *decisões* e *controles* de *bifurcação*, *sincronização* e *repetição* conectados pela relação *seguido-por*. Os passos ação e as decisões são os *passos* do algoritmo clínico. Cada passo pode ter associado um objetivo representado por uma relação lógica.

Um cenário é uma caracterização parcial do estado de um paciente. Um cenário está associado a uma descrição informal (texto) e a condições que especificam os requisitos para que um paciente esteja nesse estado.

Um modelo de guideline deve oferecer diferentes formas para descrever alternativas e os correspondentes mecanismos de escolha. Este modelo tem duas sub-classes de decisões: as decisões que podem ser especificadas com uma condição *se-então* e as decisões que requerem realizar uma escolha heurística dentre um conjunto de alternativas pré-estabelecidas. Fazer uma escolha entre alternativas pode ser expressado utilizando condições para considerar ou excluir alternativas (condições “rule-in” e “

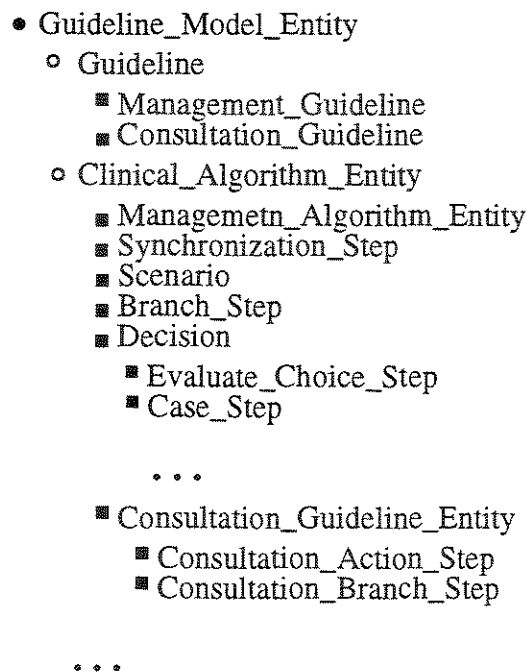


Figura 2.6: Parte da hierarquia de classes da ontologia de guidelines de EON

rule-out”).

Um passo ação descreve um conjunto de ações instantâneas que devem ser realizadas. As vezes é preciso descrever decisões ou conjuntos de ações que devem ser executadas concorrentemente, para isso o modelo provê primitivas opcionais de bifurcação e sincronização que permitem especificar ações paralelas. Para modelar ações repetitivas existem construtores especiais que permitem especificar o número de vezes ou a frequência em que deve ser executado certo conjunto de ações.

Alguns guidelines especificam só o objetivo a atingir em lugar de especificar as decisões e ações a executar. Neste modelo um objetivo, representado por uma expressão lógica, é associado a um passo do algoritmo clínico.

O conjunto de atividades que podem ser especificadas no modelo é extensível. Segundo a informação disponível [60], inicialmente só era possível modelar o uso de medicação.

O modelo de guidelines de EON permite realizar abstração de conceitos baseando-se em classificação (por exemplo, angina é uma doença cardiovascular) e também permite definir termos baseando-se em certos critérios (por exemplo, pode ser definida uma criança como uma pessoa de menos de 12 anos). Também podem ser criadas

abstrações a partir de dados temporais.

EON permite modelar duas classes de *exceções*: aquelas que podem ser recuperadas, ou seja aquelas nas quais o paciente pode ser conduzido até um cenário coberto pelo guideline e aquelas nas quais o paciente fica fora do gerenciamento do guideline. Para poder lidar com as exceções cada cenário tem associado um conjunto de mecanismos de tratamento de exceções.

Com relação a como são utilizados os dados dos pacientes e os conceitos do modelo da especialidade médica no modelo do guideline, o principal mecanismo de interação é através dos *critérios* de EON. Os autores e desenvolvedores de guidelines podem escrever critérios de decisão no modelo Dharma em três linguagens diferentes. A primeira linguagem permite que o autor codifique os critérios menos complexos simplesmente preenchendo formulários gerados utilizando Protégé 2000. Uma outra alternativa é utilizar a linguagem de restrições PAL (**P**rotégé **A**xiom **L**anguage) do ambiente Protégé 2000. Esta linguagem implementa um subconjunto da lógica de predicados de primeira ordem. Uma terceira linguagem permite fazer referência a abstrações (por exemplo, um episódio de hiperglicemia) e comparar seqüências de ocorrências de eventos (por exemplo, um episódio de hiperglicemia uma semana depois de começar a utilizar um medicamento X). Para este tipo de critério o mediador Tzolkín é capaz de fazer abstrações temporais baseadas em intervalos a partir de dados primitivos e resolver comparações temporais.

Para cada tipo de critério, o mecanismo de execução do guideline invoca o mecanismo apropriado de avaliação. Para que o critério codificado no guideline seja aplicado em situações específicas, os dados do paciente disponíveis devem ser mapeados nos termos e relações utilizados no guideline.

O modelo de guideline atual do projeto EON, que permite definir algoritmos clínicos como uma rede composta por cenários, ações, decisões, bifurcações, sincronizações e passos de subguidelines (fig. 2.7), é o resultado da integração de versões anteriores do modelo com o modelo de decisão de PRODIGY III. Os desenvolvedores que desejam utilizar o modelo de guideline Dharma para codificar um guideline têm que analisar o guideline em termos das tarefas e métodos suportados pelo modelo e determinar qual deles é relevante para o domínio de uma aplicação específica. Eles podem configurar o modelo apropriado de guideline utilizando o ambiente Protégé 2000.

Implementação e uso de EON

Uma versão inicial de EON foi implementada dentro do sistema T-Helper para o cuidado de pacientes com AIDS [37]. Os modelos e os componentes de software de EON

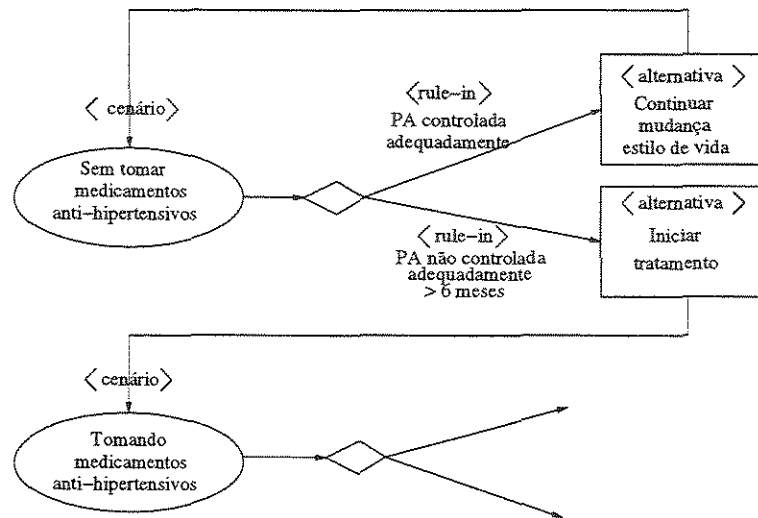


Figura 2.7: Exemplo de parte de um guideline representado em EON

foram testados construindo modelos para guidelines de asma [14, 15] e hipertensão e para um protocolo de câncer de mama, e desenvolvendo sistemas de apoio à decisão para o gerenciamento baseado em guidelines de pacientes com asma e hipertensão.

2.3.3 PROforma

PROforma é uma linguagem de representação de conhecimento projetada para representar a estrutura e o conteúdo dos guidelines clínicos de forma que estes possam ser interpretados por um computador. A linguagem é a base de um método e uma tecnologia [12, 13] para desenvolver e publicar guidelines executáveis. PROforma é um projeto do Laboratório de Computação Avançada (ACL) do Imperial Cancer Research Fund do Reino Unido.

PROforma combina as características de uma linguagem de especificação formal com as de uma linguagem de representação de conhecimento. PROforma pode ser visto como um sistema de programação lógica enquanto permite realizar inferências na lógica proposicional e de primeira ordem estendida, e também como um sistema orientado a objetos no qual os principais objetos são procedimentos clínicos (tarefas) utilizados para atingir objetivos específicos. As duas visões são apresentadas a seguir.

O modelo de PROforma: visão de processo

A estrutura da linguagem PROforma [6] está baseada em um modelo simples e versátil do processo clínico. Este modelo, chamado de *modelo dominó* (fig. 2.8), foi abstraído a

partir de estudos empíricos sobre tomada de decisões clínicas e do desenvolvimento de ferramentas para auxiliar no gerenciamento de pacientes. O modelo apresenta uma visão abstrata do processo de tomada de decisões e do gerenciamento das tarefas que devem ser feitas em um procedimento clínico.

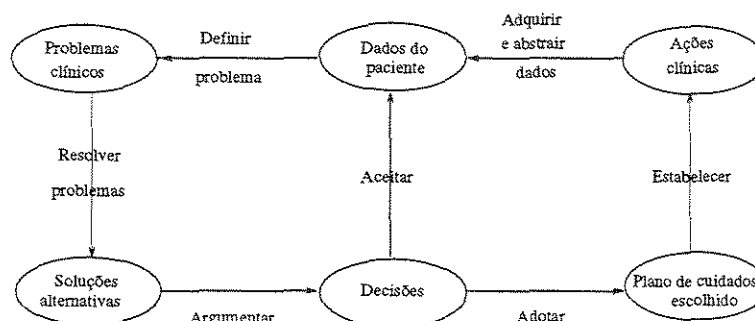


Figura 2.8: O modelo dominó de PROforma

Cada nó do dominó representa informação sobre uma situação clínica particular, fatos sobre a história do paciente, atividades atuais ou cuidados planejados. Cada seta no modelo representa um procedimento de inferência que a partir da informação do nó origem, da informação proveniente do prontuário do paciente e de conhecimento médico geral, gera a informação do tipo mostrado no nó apontado pela seta. O modelo dominó descreve a relação entre ações, decisões, crenças, planos, objetivos de problemas e soluções possíveis e os processos de inferência que os unem. O modelo dominó é um esquema geral no qual podem ser definidas regras específicas do domínio e qualquer outro conhecimento necessário para instanciar o tipo de inferências necessárias para uma aplicação específica. Uma aplicação PROforma pode instanciar parte ou todo o modelo dominó.

Este modelo é formalizado em termos do cálculo de predicados aumentado por lógica de primeira ordem não clássica.

O modelo de PROforma: visão orientada a objetos

Um guideline PROforma consiste em um conjunto de tarefas e um conjunto de itens de dados cujos valores são acessíveis a essas tarefas. As tarefas definidas em PROforma são:

- **Planos:** são a peça chave de um guideline. Os planos são conjuntos de tarefas que devem ser executadas para atingir um objetivo clínico. Os planos estão compostos de um número arbitrário de tarefas PROforma, incluídos sub-planos, que estão ordenadas para refletir restrições temporais, lógicas ou de outro tipo.

- **Decisões:** representam pontos de escolha nos guidelines.
- **Ações:** representam uma ação ou um procedimento que deve ser realizado por um humano ou um agente de software.
- **Perguntas:** representam uma aquisição de dados a partir de alguma fonte externa.

Cada tarefa tem um conjunto de propriedades para as quais podem ser definidos valores. O conjunto de propriedades depende da classe de tarefa, mas certas propriedades são comuns a todas as tarefas e podem ser descritas como pertencentes a uma classe genérica tarefa da qual as quatro classes mencionadas anteriormente são extensões. Todas as tarefas podem ter associados, opcionalmente, valores para as seguintes propriedades:

- **Pré e pós-condições:** devem ser verdadeiras para que uma tarefa possa começar (pré-condições) e tem que ser verdadeiras quando uma tarefa acaba (pós-condições).
- **Objetivo:** é o objetivo a ser atingido pela tarefa.
- **Descrição:** permite documentar o que uma tarefa faz.
- **Gatilho:** é uma mensagem enviada a uma tarefa para começar.

Além destas propriedades, uma decisão pode ter:

- **Candidatos:** são as opções entre as quais escolher.
- **Modo de escolha:** pode ser uma única ou múltiplas escolhas, dependendo do fato de que um ou vários candidatos possam ser escolhidos.

No caso dos planos, as propriedades específicas são:

- **Componentes:** são as tarefas que compõem o plano.
- **Restrições de escalonamento:** definem a ordem em que os componentes são executados.
- **Condições para abortar:** expressões lógicas que quando são verdadeiras causam que o plano falhe.
- **Condições de terminação:** quando são verdadeiras o plano é concluído.

Além das propriedades genéricas, a definição das perguntas inclui:

- **Fontes:** são um conjunto de nomes de itens de dados cujos valores são necessários para completar um procedimento ou tomar uma decisão.
- **Método para obter as informações:** pode ser por uma consulta aos registros do paciente ou por um acesso a um banco de dados remoto.

As propriedades das ações por sua vez incluem na sua definição o procedimento que deve ser feito para levar a cabo a ação.

Em *PROforma* as tarefas estão relacionadas pelas suas pré e pós-condições. Um gerenciador de tarefas é o encarregado de executar essas tarefas. Este gerenciador, a medida que executa as tarefas, pode agregar novos fatos em um banco de dados global. Esses novos fatos por sua vez influem na ativação de outras tarefas através da avaliação das pré-condições. Qualquer número de tarefas pode ser ativado concorrentemente.

Método de composição de guidelines em *PROforma*

Proforma tem um ambiente gráfico de autoria que foi construído para simplificar a composição e o teste das aplicações. O desenvolvimento de um guideline ou protocolo utilizando o sistema de composição de *PROforma* é um processo de dois passos.

Primeiro é construída a representação gráfica da rede de tarefas necessárias para implementar o guideline. Na rede gráfica resultante estão presentes as principais tarefas clínicas e seus relacionamentos lógicos e temporais.

Após a representação gráfica, os detalhes de cada uma das tarefas clínicas do guideline são definidos utilizando um editor gráfico. O desenvolvedor insere os valores dos atributos para cada tarefa. As tarefas têm associado um formulário padrão com ajuda do qual o usuário define cada tarefa.

O ambiente *PROforma* de desenvolvimento de guidelines e protocolos clínicos tem:

- **um editor gráfico:** dá suporte à criação do guideline. Os guidelines são construídos utilizando os quatro tipos de tarefas descritas anteriormente. Os ícones associados a cada uma das tarefas (fig. 2.9) são compostos formando redes de tarefas que representam planos e procedimentos a serem realizados no decorrer do tempo. O editor também permite associar conhecimento médico ou procedural a uma tarefa particular ou ao guideline como um todo. A estrutura gráfica que representa o guideline é automaticamente convertida para um banco de dados pronto para execução. Um exemplo de guideline representado em *PROforma* é apresentado na figura 2.10.
- **um mecanismo de execução:** permite não só executar a especificação do guideline mas também testar o guideline na etapa de desenvolvimento. O mecanismo de execução à medida que interpreta a especificação do guideline vai sugerindo ações para o usuário, coletando dados, executando procedimentos e tomando decisões.

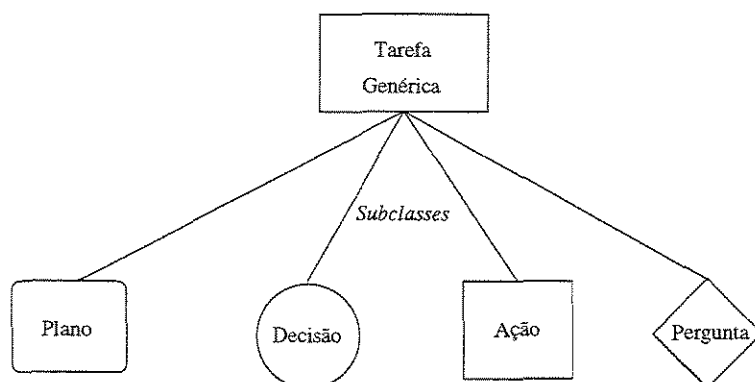


Figura 2.9: Ícones de classes de PROforma

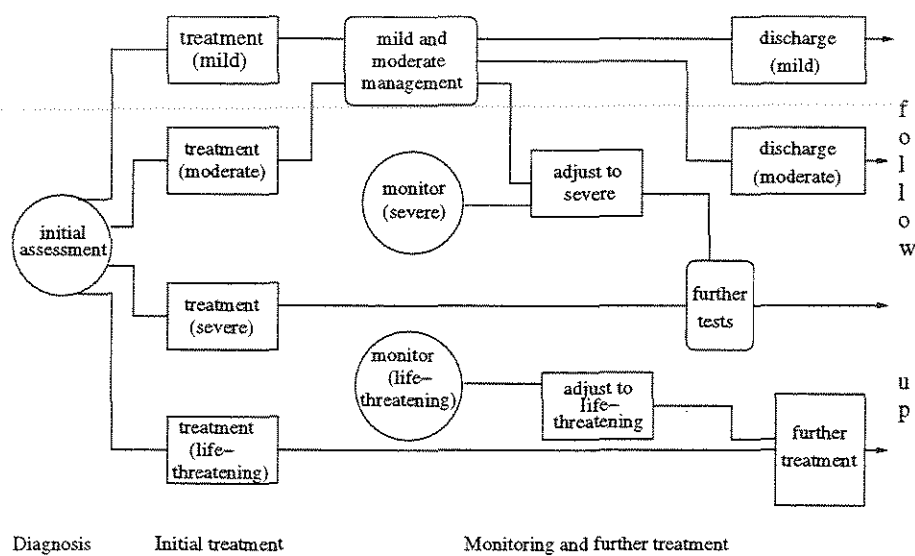


Figura 2.10: Tarefas de um guideline para o gerenciamento de asma aguda em PROforma

Utilização de PROforma

A principal implementação de PROforma é Arezzo, comercializado por Inferred Ltd.. Esta tecnologia foi utilizada para desenvolver vários sistemas de apoio à decisão clínica entre os quais podem ser mencionados: RAGs Cadmium (sistema para ajuda no diagnóstico de anormalidades mamográficas), CAPSULE (um sistema de apoio à decisão projetado para ajudar a prescrever medicamentos), RetroGram (sistema desenvolvido para ajudar os médicos a escolher um tratamento anti-retroviral para pacientes com HIV) e ERA (um conjunto de 10 guidelines sobre câncer).

2.3.4 O projeto Asgaard

O projeto Asgaard [56] está relacionado com os projetos EON, Protégé, RÉSUMÉ e com o Grupo de Modelagem de Conhecimento da Universidade de Stanford. Neste projeto foram consideradas fundamentalmente as tarefas de suporte para a execução de guidelines, o reconhecimento das intenções dos profissionais de saúde a partir das ações por eles realizadas, a crítica das ações realizadas em função do guideline e o registro médico do paciente, e a ajuda para a modificação de planos em tempo de execução.

Visando facilitar a utilização, reutilização e modificação dos guidelines, a representação escolhida neste projeto inclui explicitamente as intenções do autor do guideline. As *intenções* são padrões temporais das ações do profissional que aplica o guideline ou são padrões do estado do paciente a serem mantidos, evitados ou atingidos quando é utilizado um guideline.

A figura 2.11 apresenta a arquitetura geral do sistema desenvolvido neste projeto. Cada um dos módulos da arquitetura requer diferentes tipos de conhecimento, às vezes fora do escopo específico do guideline. Por exemplo, os *métodos de reconhecimento de planos e crítica* requerem conhecimento genérico sobre revisão de planos, conhecimento que em geral não está especificado no guideline, mas que pode ser representado em uma base de conhecimento e pode ser utilizado pelos métodos de resolução de problemas. No caso, por exemplo, do conhecimento associado aos efeitos de intervenções tais como ministrar um medicamento, este conhecimento pode ser representado como parte do guideline ou pode ser representado em uma base de conhecimento específica.

As especificações dos guidelines clínicos são representadas e organizadas na *biblioteca de especificações de guidelines*. A biblioteca é um conjunto de planos de execução expressos na linguagem Asbru desenvolvida para esses fins. Durante a fase de execução do guideline, os planos associados a cada guideline são instanciados com os dados apropriados correspondentes a um determinado paciente.

Um plano na biblioteca de especificações é composto por um conjunto de planos com argumentos e anotações temporais. O *intérprete de execução* tenta decompor um plano em

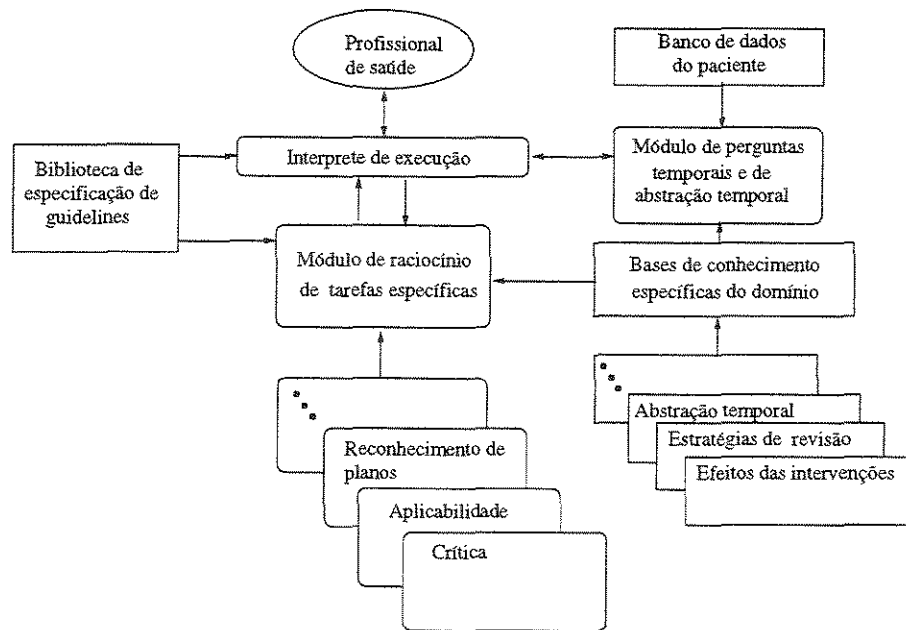


Figura 2.11: Arquitetura do sistema desenvolvido no projeto Asgaard

sub-planos, a menos que seja encontrado na biblioteca, tratando-se nesse caso de um plano que não pode ser decomposto. Isto pode ser considerado como uma condição de parada “semântica” que dá flexibilidade ao sistema, já que um mesmo plano pode implicar uma ação atômica quando um guideline é implementado em um determinado lugar ou pode ser decomposto em várias ações em um outro lugar. Um *plano atômico* é executado pelo usuário ou é uma chamada externa a um programa. A biblioteca inclui um conjunto de *planos primitivos* para realizar interações com o usuário ou para recuperar informações do registro médico do paciente.

As *condições de transição* especificam critérios para a transição entre estados vizinhos. Os planos genéricos da biblioteca também tem estados (fig. 2.12) que determinam quando o plano pode ser aplicado e quando uma instância pode ser criada. Uma vez que um plano genérico esteja pronto para execução uma instância do plano pode ser criada. Um conjunto de estados mutuamente exclusivos descrevem a situação da instância do plano durante a execução (fig. 2.13).

O *módulo de consulta e abstração temporal* é utilizado para fazer consultas relacionadas com dados temporais dos pacientes, abstrações temporais de alto nível e padrões presentes nos dados. Este módulo utiliza o mediador temporal Tzolkin desenvolvido no projeto EON.

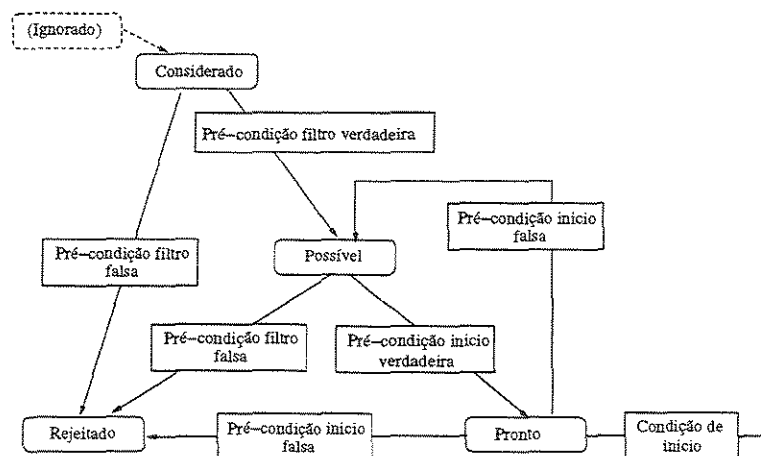


Figura 2.12: Estados da seleção de um plano Asbru

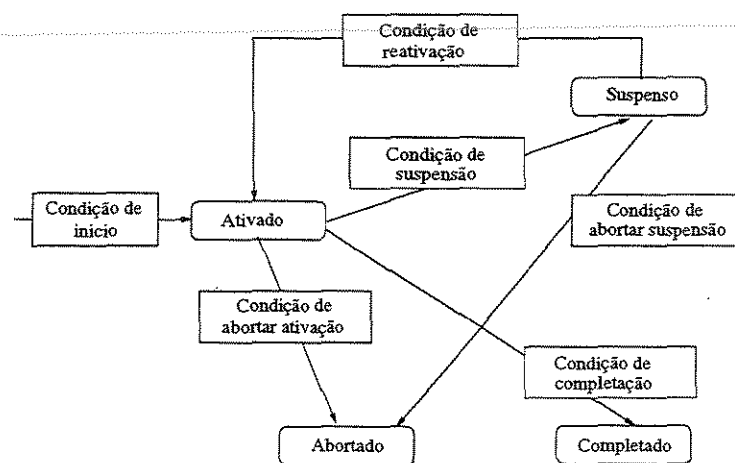


Figura 2.13: Estados de execução de um plano Asbru

A linguagem Asbru

Asbru [32], a linguagem formal desenvolvida para representar guidelines no projeto Asgaard, pode ser utilizada para representar guidelines e protocolos clínicos como esqueletos de planos que são instanciados para cada paciente. Asbru permite representar todo o conhecimento útil para que os métodos de resolução de problemas realizem as diferentes tarefas que servem de apoio para a aplicação de guidelines clínicos.

Um *plano* consiste de um nome, um conjunto de argumentos (incluindo anotações temporais que representam o escopo temporal do plano) e cinco componentes (opcionais):

- **Preferências:** as preferências determinam se um plano pode ser aplicado ou não, permitem expressar critérios de seleção. Também determinam o tipo de comportamento do plano (agressivo ou normal) e especificam que recursos são obrigatórios para o plano e quais estão proibidos.
- **Intenções:** são objetivos de alto nível que devem ser atingidos, mantidos ou evitados durante a execução do plano ou pode ser o estado a ser atingido depois de finalizado o plano. As ações que devem ser realizadas durante a execução do plano também são especificadas nas intenções. Esta informação é importante não só para escolher o plano certo, mas também para auxiliar nas tarefas de crítica e modificação de planos de tratamento que formam parte de um processo de gerenciamento de um paciente. O acesso às intenções dos que projetaram o guideline permite realizar uma crítica automática de quando, onde e quanto o profissional de saúde está se desviando do processo sugerido pelo guideline e em que medida as intenções do profissional podem ser similares às dos autores do guideline.
- **Condições:** são as condições que devem ser válidas para começar, suspender, reativar, abortar ou completar um plano. Existem condições, denominadas *pré-condições*, que devem ser verdadeiras para que um plano possa começar. Depois que um plano começa pode ser suspenso até que uma condição de recomeçar seja verdadeira, continuando a execução do plano a partir do ponto onde tinha sido interrompido. Um plano pode abortar e se ele aborta é porque falhou em atingir os objetivos. Se um plano foi completado é porque atingiu os objetivos e então o próximo plano na sequência pode ser executado.
- **Efeitos:** descrevem, por meio de uma função, o relacionamento entre os argumentos dos planos e os valores de parâmetros ou o relacionamento entre o plano e os parâmetros que supostamente o plano vai modificar (por exemplo um plano para gerenciar a administração de insulina deveria diminuir o nível de glicose no sangue).

- **Corpo do plano (ações):** o corpo do plano contém planos e ações que devem ser realizadas se as pré-condições associadas forem verdadeiras. Um plano está composto por outros planos que devem ser realizados, segundo o tipo de plano, em seqüência, em qualquer ordem, em paralelo ou periodicamente. Em Asbru só existem três tipos de planos: *seqüenciais*, *paralelos* e *cíclicos*. Um plano seqüencial especifica um conjunto de planos que são executados um após o outro, para continuar com um novo passo do plano todos os planos incluídos devem ser completados com sucesso. Um plano concorrente especifica um conjunto de planos que podem ser executados em paralelo ou em qualquer ordem; uma *condição de continuação* especifica os nomes dos planos que devem ser completados para poder continuar com um novo passo do plano. Um *plano cíclico* inclui um plano e argumentos temporais e de continuação que especificam o comportamento do plano.

Para executar um plano, uma *unidade de execução* monitora os parâmetros, checa as condições e reage segundo o estabelecido pelas condições. No caso dos planos executados pelo usuário, este tem que informar ao sistema se a ação foi realizada com ou sem sucesso.

Os aspectos temporais de um plano são especificados através de *anotações temporais*. Estas anotações são relativas a um ponto de referência que pode ser um ponto do tempo específico ou abstrato ou um estado de transição de um plano. As anotações temporais permitem representar incerteza no ponto de começo, de fim e na duração de um plano. Assim uma anotação temporal em um guideline do tipo “começa entre 24 e 26 semanas depois da concepção, acaba entre 32 e 34 semanas depois da concepção e dura entre 7 e 8 semanas” pode ser representado em Asbru como ([24,26],[32,34],[7,9], concepção). Para permitir repetições Asbru define *pontos cíclicos*, por exemplo *Meia-noite* ou anotações temporais cíclicas tais como *Manhã* que representa o conjunto de manhãs que começam às 8 ou depois e vão até no máximo 11 hs e tem uma duração mínima de 30 minutos.

A principal característica de Asbru é que permite definir os objetivos e as intenções de um guideline como uma parte desse guideline. Esta característica permite avaliar melhor a qualidade da aplicação, associar restrições temporais ou de outro tipo às tarefas e especificar objetivos finais com relação ao paciente.

Ferramentas para a utilização de Asbru

A versão inicial de um intérprete/simulador de Asbru foi implementado em CLIPS e foi reimplementado depois em JAVA. A autoria de um guideline em Asbru é suportada por um conjunto de ferramentas de software que estão sendo desenvolvidas na Universidade

Ben Gurion em Israel. Utilizando estas ferramentas o texto de um guideline pode ser transformado em um texto estruturado (XML, segmentado e com rótulos semânticos Asbru) e deste formato pode passar para uma representação formal executável (Asbru). Neste processo, a primeira etapa, que consiste em marcar o texto e agregar rótulos semânticos apropriados, seria realizada por médicos, e seriam os engenheiros de conhecimento os encarregados de converter o texto estruturado para Asbru. Também foi desenvolvida como parte do projeto Asgaard uma ferramenta que permite modificar e particularmente visualizar [31] um guideline escrito em Asbru.

2.3.5 O projeto PRODIGY

O projeto PRODIGY (**P**rescribing **R**ati**O**nally with **D**ecision-support **I**n **G**eneral-practice **s**tud**Y**) foi fundado pelo Serviço Nacional de Saúde (National Health Service) do Reino Unido para desenvolver um sistema de apoio à decisão baseado em guidelines que pudesse assistir aos médicos clínicos gerais na tarefa de escolher a ação terapêutica apropriada para seus pacientes [59, 24]. O projeto está sendo desenvolvido pelo SCHIN (**S**owerky**C**enter for **H**ealth **I**nformatic), um centro de pesquisa da universidade de Newcastle.

Atualmente PRODIGY está na fase III. O sistema PRODIGY passou por duas fases prévias de desenvolvimento e avaliação. Em cada fase a equipe de PRODIGY criou especificações para o comportamento do sistema de software e criou representações de guidelines clínicos extraídos da literatura, apropriadas para serem utilizadas em um computador.

Os sistemas da fase I e II do projeto foram implementados como módulos que estendiam os sistemas existentes de registro eletrônico de pacientes. Para cada diagnóstico existia um guideline e cada possível situação do paciente era organizada em um cenário. Cada cenário tinha associado uma lista de possíveis ações condicionadas aos dados armazenados nos registros do paciente.

A fase II de PRODIGY mostrou ser tecnicamente adequada para fornecer ajuda à tomada de decisões e para prescrever no caso de gerenciamento de doenças agudas. Mas a representação e uso de guidelines para doenças crônicas foram considerados inadequados e os autores de guidelines acharam muito difícil criar guidelines para doenças crônicas em PRODIGY. Foi iniciada então a fase III de PRODIGY para desenvolver um sistema de guidelines para o gerenciamento de doenças crônicas.

O modelo de guidelines de PRODIGY III

O modelo de PRODIGY III foi construído na base do modelo EON e das versões anteriores de PRODIGY. Este modelo divide o gerenciamento de uma doença crônica em duas seções. A primeira descreve o *gerenciamento ao longo do tempo*, mostrando as escolhas terapêuticas disponíveis para cada estado da doença. Utilizando a informação do prontuário

```

(PPLAN observing-GDM
;; the following time-annotations are local to the GDM example
(DOMAIN-DEPENDENT TIME-ASSIGNMENT
  (SHIFT DELIVERY <- 38 WEEKS) ;; domain-specific time shift from the CONCEPTION point
  (POINT CONCEPTION <- (ask (ARG "what is the conception-date?"))))
(ABSTRACTION-ASSIGNMENT
  (CYCLIC
    BREAKFAST-START-TIME <- [0 , 7 HOURS, 24 HOURS]))
  MIDNIGHTS <- [0, 0 HOURS, 24 HOURS]))
(PREFERENCES
  (SELECT-METHOD EXACT-FIT) ;; The match in the filter conditions needs to be exact
  (START-CONDITION AUTOMATIC)) ;; The plan starts as soon as it is ready, no user input
(INTENTION:INTERMEDIATE-STATE
  (MAINTAIN blood-glucose-post-meal (<= 130) GDM-Type-II
    [[24 WEEKS, 24 WEEKS], [DELIVERY, DELIVERY, [.,], CONCEPTION]])
  (MAINTAIN blood-glucose-fasting (<= 100) GDM-Type-II
    [[24 WEEKS, 24 WEEKS], [DELIVERY, DELIVERY], [.,], CONCEPTION]))
(INTENTION:OVERALL-STATE
  (AVOID STATE(blood-glucose) HIGH GDM-Type-II
    [[24 WEEKS, 24 WEEKS], [DELIVERY, DELIVERY] [7 DAYS, .], CONCEPTION]))
  ;;avoid, throughout the guideline, a period of high
  blood-glucose level lasting more than 7 days
(FILTER-PRECONDITIONS
  (one-hour-GTT (140,200) PREGNANCY
    [[24 WEEKS, 24 WEEKS], [26 WEEKS, 26 WEEKS], [.,], CONCEPTION]))
(SETUP-PRECONDITIONS
  (PLAN-STATE one-hour-GTT COMPLETED
    [[24 WEEKS, 24 WEEKS], [26 WEEKS, 26 WEEKS], [.,], CONCEPTION]))
  The patient must have completed a glucose-tolerance
  test (another plan in the library)
(SUSPEND-CONDITIONS
  STATE (blood-glucose) HIGH GDM-Type-II
    [[24 WEEKS, 24 WEEKS], [DELIVERY, DELIVERY], [4 DAYS, .], CONCEPTION]
    (SAMPLING-FREQUENCY 24 HOURS)))
  ;;suspend if high blood-glucose level exists for at least 4 DAYS
(ABORT-CONDITIONS
  (insulin-indicator-conditions TRUE GDM-Type-II *
    (SAMPLING-FREQUENCY 24 HOURS)))
(COMPLETE-CONDITIONS
  (delivery TRUE GDM-Type-II * (SAMPLING-FREQUENCY 24 HOURS )))
(REACTIVATE-CONDITIONS
  (STATE (blood-glucose) (OR NORMAL SLIGHTLY-HIGH) GDM-Type-II
    [[24 WEEKS, 24 WEEKS], [DELIVERY, DELIVERY], [.,], CONCEPTION]
    (SAMPLING-FREQUENCY 24 HOURS)))
(DO-ALL-TOGETHER
  (glucose-monitoring)
  (nutrition-management)
  (observe-insulin-indicators)))
  ;; The plan body is a concurrent one; the three plans start together and all need to complete

```

Figura 2.14: Guideline representado em Asbru

do paciente algumas escolhas têm preferência sobre outras e algumas são descartadas. A segunda seção, o *modelo de consulta*, descreve as ações que podem ser realizadas em cada consulta. Esta seção pode ser especializada para cada cenário.

Em PRODIGY III, um guideline é modelado como uma série de decisões que o médico clínico deve tomar nos encontros com o paciente. O modelo permite que o guideline seja organizado como uma rede de cenários, decisões de gerenciamento, passos ação e subguidelines. Na figura 2.15 apresenta-se um exemplo de um guideline representado em PRODIGY.

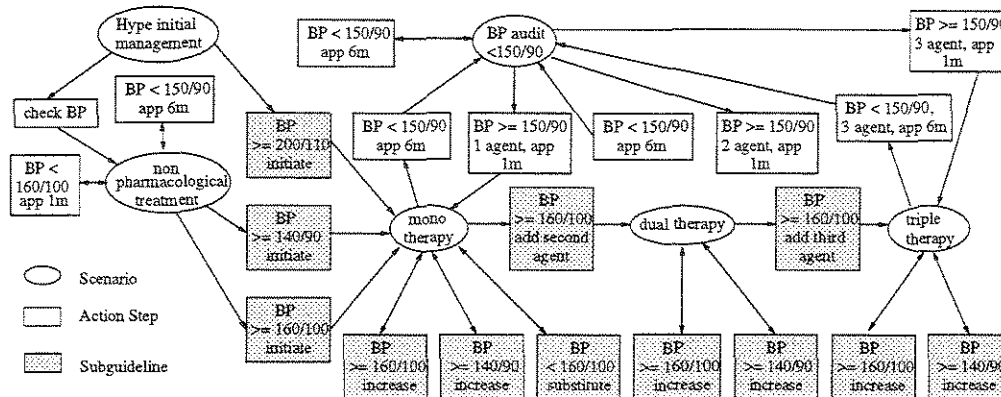


Figura 2.15: Visão de alto nível de um guideline de hipertensão em PRODIGY

Os *cenários* são estados do paciente definidos pela condição do paciente e pelo tratamento que está sendo ministrado. Por exemplo no tratamento de um paciente com hipertensão um possível cenário pode ser "hipertenso sem medicação". Os cenários provêm de um conjunto de pontos de acesso ao guideline.

Para cada cenário um ou mais *passos ação* podem ser sugeridos dada a situação atual do paciente obtida após uma avaliação. Um passo ação é uma escolha potencial de gerenciamento. Os passos ação podem iniciar, modificar ou acabar uma *atividade* (que começa e persiste ao longo do tempo até ser modificada ou concluída) ou podem ser *ações* que são *instantâneas* no que se refere aos cuidados ministrados ao paciente. Entre as possíveis ações tem-se: aumentar dose, diminuir dose, imprimir informação, entrada de dados, etc. As ações podem ser recomendadas ou descartadas por *critérios*. Se nenhum critério foi associado a uma ação ou se um critério não pode ser avaliado por falta de dados então são utilizadas preferências padrão. Um passo ação pode ter associado apontadores (URLs) à evidência na qual está baseado. Em alguns casos um único passo ação não é suficiente para descrever o processo de cuidados médicos. Nesses casos é necessário refinar o passo

ação utilizando um *passo subguideline*. Os passos subguideline descrevem um conjunto adicional de cenários e passos ação que devem ser avaliados na consulta.

Cada cenário pode ter associado um modelo de consulta que especifica as melhores ações a serem realizadas, usualmente para coletar mais dados relevantes à decisão terapêutica corrente. Esses dados podem ser utilizados para descartar ou expressar preferências por passos ação. Cada cenário tem associado um critério que deve ser verdadeiro para que o cenário seja possível. Os critérios dos cenários são codificados como expressões booleanas. Estes critérios podem fazer referência a dados dos registros, valores numéricos, etc. Operadores booleanos permitem combinar os critérios.

O sistema também pode abstrair conceitos tais como “risco cardiovascular” que é inferido da informação existente nos registros do paciente. Estes conceitos abstratos são obtidos através da utilização de um conjunto de funções previstas pelo sistema.

Utilização de PRODIGY

Para criar um modelo de guideline em PRODIGY é utilizado Protégé. Um ambiente de execução dedicado permite rodar as aplicações. PRODIGY está atualmente em uso no Reino Unido. Aplicações de PRODIGY incluem guidelines para o gerenciamento de doenças crônicas, particularmente asma e hipertensão.

2.3.6 GLIF

GLIF (GuideLine Interchange Format) é um modelo para representar guidelines em um formato computacional. Foi desenvolvido por pesquisadores do grupo Inter Med Collaboratory (Universidades de Columbia, McGill, Harvard e Stanford). O objetivo final de Inter Med é desenvolver um padrão para representar guidelines que facilite o intercâmbio de guidelines de prática clínica e que permita compartilhar ferramentas de software baseadas em guidelines entre diferentes instituições.

A versão 2.0 de GLIF (GLIF2), publicada em 1998 [46], permite realizar a modelagem de um guideline utilizando diagramas de fluxo de passos estruturados que representam ações e decisões clínicas. GLIF2 foi utilizada para implementar algumas aplicações baseadas em guidelines, mas tem algumas deficiências que limitam sua utilização. Entre essas deficiências podem ser mencionadas:

- GLIF2 provê só um limitado conjunto de construtores de baixo nível. Conceitos importantes tais como os necessários para descrever iteração, estados do paciente, condições excepcionais e eventos não são fornecidos.
- Os passos de bifurcação são utilizados tanto para representar execução concorrente de múltiplas ações como para fazer uma escolha entre duas alternativas. Portanto

sua semântica é uma mistura de concorrência com decisão entre alternativas.

- Apesar de permitir utilizar subguidelines para gerenciar a complexidade dos diagramas de fluxo utilizados para representar os guidelines, os guidelines têm uma tendência a ficar pouco claros devido a que GLIF2 provê só um conjunto limitado de construtores.
- Integrar um guideline com um sistema clínico heterogêneo é dificultoso, já que GLIF2 carece de facilidades para fazer o mapeamento entre as referências a dados do paciente e os registros eletrônicos do paciente.
- Os valores dos atributos associados às ações e decisões representadas no diagrama de fluxo são especificados simplesmente como cadeias de caracteres e não podem ser utilizados para realizar inferências automáticas durante a execução.

Uma nova versão de GLIF, GLIF3 [47, 48], foi proposta com o intuito de melhorar a versão anterior.

O modelo GLIF3

GLIF3 permite a especificação de guidelines em três níveis de abstração:

- **Nível conceitual:** os guidelines neste nível estão representados por diagramas de fluxo que incluem passos de guideline interligados em uma ordem temporal. Os passos representam ações clínicas (prescrever um medicamento, por exemplo), decisões (o paciente deve começar a tomar insulina?) ou estados do paciente (paciente que recebe uma única droga anti-hipertensiva). Também são utilizadas bifurcações e passos de sincronização para expressar execução paralela. A informação especificada nos passos do guideline é texto. Neste nível, os guidelines não podem ser utilizados computacionalmente para fornecer apoio à tomada de decisões. Este nível conceitual só permite que os autores e os usuários visualizem melhor os guidelines.
- **Nível computável:** o diagrama de fluxo é refinado neste nível para produzir uma especificação computável. Critérios lógicos, itens de dados do paciente, ações clínicas e o fluxo do algoritmo são especificados. Neste nível de abstração, pode-se verificar a consistência e completude lógica dos guidelines.
- **Nível de implementação:** este nível inclui detalhes, não compartilháveis, específicos de cada instituição, o que permite que os guidelines sejam incorporados em sistemas de informação específicos. As especificações de dados e as ações são mapeadas em dados e processos utilizados pela instituição onde o guideline vai ser implementado.

GLIF3 introduz mudanças significativas no modelo de objetos e na sintaxe de GLIF2. O modelo GLIF3 está constituído por um conjunto de classes que permite representar as entidades do guideline, os atributos para essas classes e os tipos de dados para os valores dos atributos. A figura 2.16 apresenta as classes e atributos definidos no modelo.

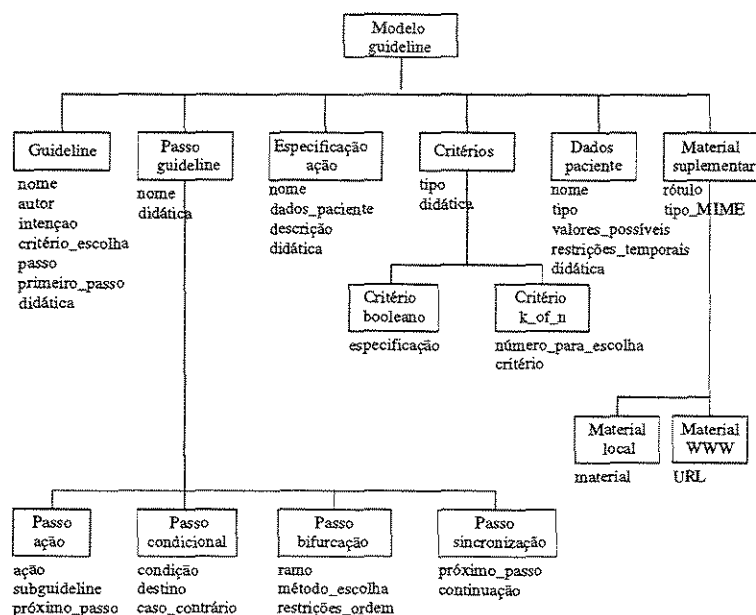


Figura 2.16: Modelo GLIF

GLIF3 define um mecanismo para especificar recursivamente passos de guidelines mediante o aninhamento de *subguidelines* (unidades modulares) em passos de ação e decisão. No guideline apresentado na figura 2.17, por exemplo, o passo ação “AHCPR unstable angina guideline” pode ser expandido para mostrar os detalhes do mesmo na forma de um diagrama de fluxo. A possibilidade de agrupar partes de um guideline em unidades modulares é um mecanismo que permite que essas partes sejam reutilizadas e permite também adaptar os guidelines às diferentes instituições onde são utilizados, já que ações especificadas em um alto nível podem ser substituídas por procedimentos detalhados e específicos.

GLIF3 introduz os *passos macro*. Um passo macro é uma classe especial com atributos que definem a informação necessária para instanciar um conjunto de passos GLIF. As macros favorecem o desenvolvimento, a compreensão visual e a execução dos guidelines. Um desses passos macro é o *passo macro MML* que permite modelar alertas e lembretes de maneira semelhante à forma em que são modelados em Arden.

GLIF3 também provê múltiplas visões do mesmo guideline. Isto é útil já que diferentes usuários podem estar interessados em diferentes partes de um extenso e complexo guideline. Esta facilidade é implementada através da definição de filtros.

As três características definidas anteriormente melhoram o suporte que fornecia GLIF2 para gerenciar a complexidade dos guidelines.

Na nova versão foi agregada uma gramática estruturada para especificar critérios de decisão, expressões numéricas e temporais, e operações entre cadeias de caracteres. Esta gramática é uma extensão da gramática lógica da Sintaxe Arden.

Os conceitos médicos e os dados dos pacientes que precisam ser referenciados pelos passos de decisão e ação são especificados no nível computável utilizando uma ontologia do domínio [63]. Utilizando esta ontologia também são especificadas unidades, valores permitidos, restrições temporais sobre os dados, etc.

GLIF3 inclui a especificação de novos conceitos. Podem ser descritas iterações e condições para controlar o fluxo da iteração. Podem ser descritos eventos e a ativação de passos do guideline por eventos. Também podem ser descritas exceções ao fluxo do guideline e podem ser associados mecanismos para tratar essas exceções.

Na nova versão é introduzido um novo passo de guideline chamado de *passo do estado do paciente* que é representado por um nó no diagrama de fluxo. Este passo pode ser utilizado como um rótulo ou como um ponto de entrada no guideline. É similar ao cenário definido no projeto PRODIGY.

Utilização de GLIF

As ferramentas de autoria para GLIF são Protégé2000 e uma outra ferramenta desenvolvida pelo Grupo de Sistemas de Decisão do Brigham and Women's Hospital [17]. As duas ferramentas ajudam os autores a visualizar o guideline como um diagrama de fluxo e permitem também manipular a especificação formal e a representação do nível computável. Os guidelines codificados em GLIF2 podem ser executados por um mecanismo de execução desenvolvido por Boxwala e seus colaboradores [4]. Ferramentas para autoria, verificação, visualização, distribuição e execução de guidelines estão sendo desenvolvidas.

GLIF foi utilizado para especificar guidelines em diferentes domínios, tanto para diagnóstico (tosse crônica) como para prevenção (gripe) e gerenciamento de doenças (insuficiência cardíaca, depressão, angina estável).

2.3.7 Análise dos conceitos comuns aos modelos apresentados

A modo de resumo analisaremos as primitivas comuns aos modelos apresentados que permitem representar o conhecimento associado aos guidelines.

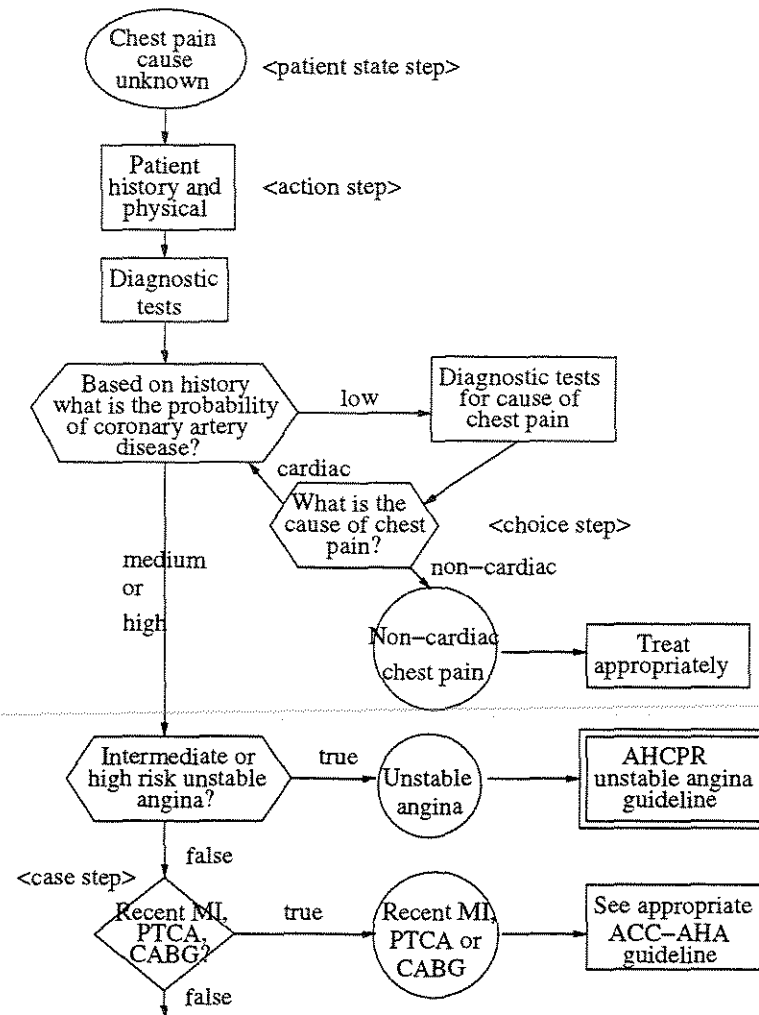


Figura 2.17: Especificação de parte de um guideline em GLIF

Todos os modelos propostos incluem *decisões e ações* como primitivas. A maioria inclui também *estados do paciente e de execução do guideline*.

Uma ação é uma tarefa ou intervenção clínica que precisa ser realizada ou que é recomendada no processo de aplicação do guideline (por exemplo, indicar uma dose inicial de insulina). Estas ações permitem representar qualquer tipo de tarefa especificada em um guideline.

Uma decisão é uma escolha feita no guideline baseada em critérios predefinidos (por exemplo, determinar se um paciente com problemas de hipertensão deve continuar utilizando a mesma medicação).

Um estado do paciente é uma descrição do indivíduo que está sendo tratado no contexto do guideline (por exemplo, paciente com hepatite C em tratamento só com Interferon). Um estado de execução é uma descrição do sistema que implementa o guideline baseado no status do processo com relação às decisões e ações definidas pelo guideline. Mudanças na execução do guideline induzem mudanças no estado do paciente e por sua vez mudanças no estado do paciente podem induzir uma mudança no estado de execução do guideline. Neste sentido o estado do paciente e de execução estão inter-relacionados, no entanto o estado do paciente pode ser afetado por mudanças fora do controle da aplicação do guideline.

Os formalismos apresentados provem estruturas de control para indicar como devem ser executadas as primitivas de representação. A maioria dos formalismos apresentados permite especificar uma ordem temporal na qual as primitivas vão ser executadas, por exemplo em seqüência, concorrentemente e ou iterativamente. A maioria dos formalismos também permite especificar diferentes níveis de abstração através de sub-guidelines.

O formalismo que apresentaremos nos capítulos seguintes, a diferença dos formalismos apresentados neste capítulo, permite separar a representação do conhecimento da execução, fornecendo para a representação um conjunto de primitivas específicas do domínio de aplicação: o gerenciamento de pacientes que têm uma doença crônica ou de longa duração.

Capítulo 3

Processo de gerenciamento de pacientes ao longo do tempo

Conforme mencionado no capítulo 1, o objetivo deste trabalho é apresentar um formalismo que permita representar o conhecimento associado ao processo de gerenciamento de um paciente que tem uma doença crônica ou de longa duração. Com esse objetivo, realizamos inicialmente uma revisão da bibliografia médica geral e específica do gerenciamento de doenças crônicas [16, 29, 41] e interagimos com profissionais de saúde especializados nesse tipo de doenças.

A partir do levantamento realizado, analisamos o processo de gerenciamento, identificando as principais fases do processo, bem como as ações e o conhecimento relevante para cada fase. Neste capítulo apresentamos os resultados da análise realizada que se refletem diretamente na definição do formalismo que será apresentado no capítulo 4.

3.1 O processo de gerenciamento

O gerenciamento dos cuidados médicos ministrados a um paciente que sofre de uma doença é um processo no qual a evolução da doença é observada e são escolhidos planos terapêuticos para restabelecer o estado de saúde do paciente ou para minimizar as consequências causadas pela doença. Uma vez que um tratamento começa, deve ser observada tanto a ação do tratamento sobre a evolução da doença quanto as possíveis reações adversas decorrentes da realização do tratamento. No caso de doenças crônicas ou de longa duração, o uso prolongado de alguns medicamentos pode ter efeitos indesejados sobre outras patologias do paciente ou pode ocasionar o surgimento de novos problemas. Também deve ser observado se o paciente está seguindo o plano terapêutico conforme indicado, já que no caso de doenças de duração prolongada, o desânimo do paciente com relação à eficiência do tratamento pode comprometer os resultados esperados. Uma vez

iniciado, o tratamento deve ser ajustado segundo a resposta positiva ou negativa do paciente ou a ocorrência de algum evento relativo à condição ou ao ambiente do paciente. Este processo estende-se até que o paciente se recupere da doença ou então dura a vida toda do paciente, no caso de doenças crônicas.

Ao longo do gerenciamento, os profissionais de saúde tomam decisões que têm efeitos sobre o estado do paciente. Estas decisões são de dois tipos:

- **Decisões relacionadas com diagnóstico e prognóstico.** Estas decisões permitem, por exemplo, determinar que um paciente sofre de uma doença, avaliar qual é a gravidade da doença e seu possível prognóstico ou determinar o que há de errado no estado de saúde de um paciente.
- **Decisões relacionadas com o que deve ser feito dada a situação do paciente.** Estas decisões, por exemplo, permitem encaminhar o paciente para um especialista, determinar qual é o tratamento apropriado para uma doença ou escolher que exames devem ser realizados para confirmar ou descartar uma hipótese.

Os dois tipos de decisões têm que levar em consideração o conhecimento médico, a informação específica do paciente e a informação relativa à evolução da doença para poder avaliar os prós e contras de cada uma das possíveis alternativas.

O tempo determina a principal diferença entre o gerenciamento das doenças agudas e das doenças crônicas ou de longa duração. Nas doenças crônicas ou de longa duração, as decisões sobre o processo de cuidados do paciente depende de decisões tomadas e de ações indicadas em consultas anteriores e do resultado dessas ações. Também são importantes as noções relativas ao estado da doença no decorrer do tempo (por exemplo, controlada, não controlada ou crítica) assim como as tendências (por exemplo, piorando, melhorando ou estável), já que em função destas noções e tendências, o profissional tomará decisões relativas ao plano terapêutico que está sendo ministrado.

A seguir descrevemos as tarefas, as ações e o conhecimento envolvidos no processo de gerenciamento da evolução de um paciente.

3.2 Encontro paciente/profissional de saúde

No processo mencionado anteriormente são agendados encontros periódicos entre o paciente e o profissional de saúde encarregado de supervisionar os cuidados médicos. Em cada um desses encontros o profissional deve realizar um conjunto de tarefas que permitirão acompanhar a evolução da doença. Essas tarefas, descritas a seguir, formam parte de um ciclo que se repete a cada consulta (fig. 3.1).

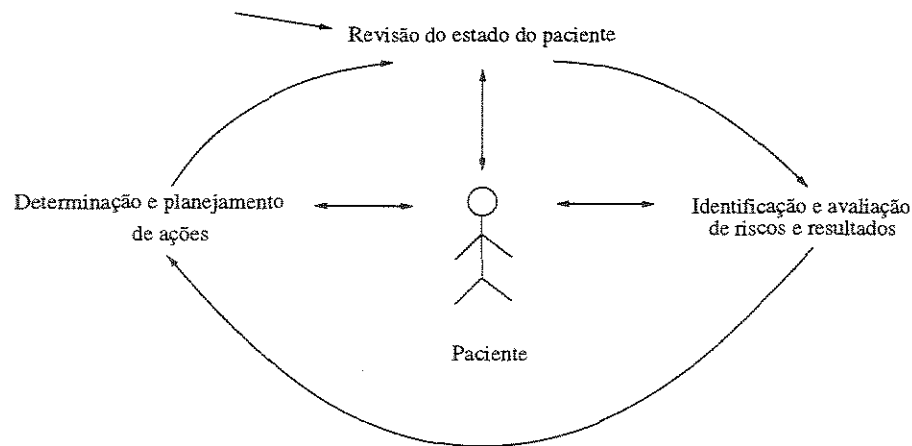


Figura 3.1: Tarefas realizadas nos encontros paciente/profissional de saúde

Revisão do estado de saúde do paciente: esta tarefa permite que o profissional de saúde possa determinar qual é o estado atual do paciente, a resposta do paciente ao plano terapêutico que está sendo ministrado, o grau de comprometimento do paciente com o plano terapêutico e a evolução da doença motivo da consulta.

Para poder realizar esta tarefa, o profissional tem que fazer uma observação clínica do paciente. Essa observação clínica compreende:

- a *anamnese* que permite a obtenção da informação necessária sobre o surgimento e evolução dos sintomas apresentados pelo doente,
- a *interrogação sobre sintomas gerais e antecedentes pessoais e familiares* que completa a anamnese na busca de possíveis sintomas e eventos passados do paciente e de seus familiares que possam ajudar no esclarecimento da situação atual do paciente, e
- o *exame físico e neurológico* que permite que o profissional reconheça sinais clínicos através da inspeção, palpação, percussão e ausculta do paciente.

Em função dos dados obtidos depois da observação clínica e dos resultados de exames disponíveis no momento da consulta, o profissional está em condições de formular hipóteses sobre o estado do paciente. Hipóteses estas que serão confirmadas ou descartadas através de exames adequados.

Identificação e avaliação de riscos e resultados do plano terapêutico: nesta tarefa é realizada uma avaliação dos dados obtidos anteriormente. A tarefa anterior permite observar as mudanças no estado de saúde do paciente. No entanto,

mais importante que observá-las é tentar prever as possíveis mudanças antes que aconteçam para assim identificar e avaliar os potenciais riscos do paciente e avaliar a continuidade do plano terapêutico atual. Esta tarefa depende da capacidade do profissional de realizar um prognóstico relativo à evolução do estado de saúde do paciente, o qual permite que sejam feitas conjecturas sobre os possíveis efeitos que a adoção de um determinado plano terapêutico pode provocar.

Determinação e planejamento das ações para melhorar ou manter o estado de saúde do paciente: após a avaliação mencionada anteriormente é necessário estabelecer qual é o conjunto de ações que devem ser realizadas. Dentre as possíveis ações pode-se mencionar a modificação ou a introdução de um plano terapêutico. As decisões terapêuticas, no caso de doenças crônicas, às vezes estão relacionadas não só com o estado clínico do paciente e os recursos disponíveis, mas também com as preferências do paciente em relação à qualidade de vida associada aos resultados do plano terapêutico.

A realização destas tarefas permite que o profissional de saúde tome as decisões mais adequadas à situação do paciente, à medida que esta evolui ao longo do tempo. Estas decisões são tomadas em função:

- das queixas formuladas pelo paciente na consulta,
- dos sinais e sintomas,
- dos resultados de exames (laboratoriais, cardiológicos, radiológicos, etc),
- dos medicamentos que o paciente está tomando,
- da história clínica do paciente,
- dos antecedentes familiares do paciente,
- de conhecimento médico geral (de doenças, sintomas, exames, medicamentos),
- de conhecimento específico das doenças tratadas e de outras patologias relacionadas,
- de conhecimento de procedimentos médicos (o que deve ser feito e quando),
- de guidelines sobre o tratamento de doenças,
- de conhecimento sobre drogas (ação terapêutica, efeitos colaterais, interações medicamentosas e contra-indicações),
- de dados estatísticos e

- da própria experiência.

Com o decorrer do tempo, o processo de gerenciamento vai passando por diferentes fases. Nessas fases o paciente pode, por exemplo, estar respondendo a um tratamento ou pode não estar atingindo os objetivos do plano terapêutico. A seguir, apresentamos um conjunto de fases que permitem descrever o processo de gerenciamento de um paciente ao longo da evolução de uma doença crônica ou de longa duração.

3.3 Fases do processo de gerenciamento

Como resultado de nossa interação com especialistas em doenças crônicas ou de longa duração, identificamos um conjunto de fases do processo de gerenciamento:

- **Diagnóstico da doença:** nesta fase do gerenciamento a presença ou ausência de uma doença específica é detectada. Para realizar o diagnóstico é necessário, em geral, conhecer os sinais, os sintomas e as queixas do paciente referentes a seu estado de saúde, a informação resultante do exame físico do paciente e o histórico médico tanto do paciente quanto de seus familiares. Em função dessas informações, pode ser necessário realizar ainda alguns exames cujos resultados ajudarão a determinar se um paciente tem ou não uma doença. Se a doença é confirmada, o gerenciamento do paciente passa para a fase na qual avalia-se se é factível realizar um tratamento dada a condição do paciente.
- **Avaliação da possibilidade de um tratamento:** após a confirmação da doença, dados adicionais são coletados e analisados para estabelecer se é preciso e factível realizar algum tratamento. Se não existirem contra-indicações, um tratamento particular pode ser escolhido, levando-se em consideração o perfil clínico e econômico do paciente e os recursos disponíveis. Se a presença de contra-indicações restringe a aplicação de um tratamento, essas contra-indicações devem ser contornadas. Se o paciente não precisa de um tratamento, o gerenciamento passa para uma fase de controle.
- **Gerenciamento inicial do tratamento:** uma vez escolhido um tratamento, o paciente deve ser monitorado para que se analise o impacto do tratamento no seu estado de saúde e na sua qualidade de vida. Tanto os efeitos colaterais físicos e psíquicos quanto a remissão, estabilidade ou piora dos sintomas devem ser supervisionados. Quando o paciente responde adequadamente e não apresenta efeitos colaterais, o tratamento continua. Caso contrário, os efeitos colaterais e/ou o fato de não responder ao tratamento deverão ser gerenciados.

- **Gerenciamento de pacientes que respondem ao tratamento:** nesta fase, em geral, deve-se realizar periodicamente uma série de exames que permitem avaliar a evolução da doença. Os pacientes são monitorados regularmente para checar se o tratamento deve ser modificado, interrompido ou finalizado.
 - **Gerenciamento de pacientes que não respondem ao tratamento ou apresentam efeitos colaterais:** nesta fase deve ser estabelecida a existência de fatores que possam interferir com a ação do tratamento ministrado. Deve ser verificado, especialmente neste caso, já que se está gerenciando um paciente que tem uma doença crônica ou de longa duração, se o paciente está seguindo adequadamente as indicações ministradas pelos profissionais de saúde que estão acompanhando a evolução da doença. Os efeitos colaterais devem ser monitorados até que desapareçam ou sejam atenuados. A possibilidade de introduzir um novo tratamento ou de modificar o tratamento que está sendo ministrado é avaliada nesta fase.
 - **Gerenciamento de contra-indicações:** se como resultado da análise feita na fase de avaliação da possibilidade de realização de um tratamento, o paciente deveria seguir um plano terapêutico para diminuir os efeitos da doença ao longo do tempo, mas a presença de contra-indicações impede que o paciente realize qualquer um dos possíveis tratamentos, então esta situação deve ser gerenciada. Eventualmente, com o decorrer do tempo, os motivos que impedem o início do plano terapêutico podem desaparecer. Nesse caso pode-se avaliar novamente a possibilidade de realizar um tratamento que melhore a situação do paciente.
-
- **Gerenciamento de controle:** pode acontecer que, dado o estágio da doença, o paciente não precise realizar nenhum tratamento. Neste caso, talvez seja suficiente realizar modificações no estilo de vida do paciente para atenuar os efeitos da doença. Mas, apesar de não estar realizando nenhum tratamento, o paciente precisa, em geral, ser acompanhado neste período do gerenciamento da doença. Mudanças significativas na evolução da doença podem acontecer, mudanças que podem determinar o início de um tratamento.

Em cada uma destas fases é necessário dispor de conhecimento para poder atender adequadamente ao paciente. Apresentamos a seguir qual é o conhecimento necessário em cada fase.

3.3.1 Conhecimento relevante para as fases do gerenciamento

O profissional de saúde encarregado de supervisionar o paciente deve indicar, em cada encontro, um conjunto de ações que permitam avaliar com maior precisão o estado de saúde

do paciente e que permitam obter os melhores resultados do tratamento que está sendo ministrado. Para poder realizar esta tarefa, o profissional deve dispor de informação sobre o paciente, o tratamento ministrado e a doença tratada. Como resultado da análise que fizemos sobre o processo de gerenciamento da evolução de uma doença, identificamos qual é a informação e o conhecimento relevante para que se possa realizar o acompanhamento do paciente em cada uma das fases do gerenciamento. Esse conhecimento está relacionado com:

- Os sinais e sintomas do paciente e os dados referentes ao tratamento que está sendo ministrado que devem ser levados em consideração. Dentro deste conjunto de dados estão incluídos os dados que podem determinar uma transição de uma fase para a outra. Em cada fase do gerenciamento do paciente, alguns fatos devem ser controlados para garantir os melhores resultados, esses fatos deverão ser controlados periodicamente, dependendo de determinadas condições serem satisfeitas ou não.
 - Os exames e procedimentos que cada uma dessas fases exige. Estes exames e procedimentos devem ser realizados com uma certa periodicidade que depende da fase. Às vezes um exame deve ser feito só em determinadas circunstâncias, então podemos ter associado a cada exame um conjunto de condições para sua realização.
 - Quais as ações que devem ser realizadas. Além de pedir exames, algumas ações devem ser realizadas para melhorar ou manter o estado de saúde do paciente. Essas ações devem ser realizadas com certa periodicidade e em determinadas circunstâncias.
-
- A periodicidade dos encontros paciente/profissional de saúde.
 - Os eventos que causam a mudança de uma fase para a outra. Alguns eventos, tais como a apresentação de resultados de exames, o fato do paciente ter começado a tomar uma medicação, não ter atingido os objetivos da fase ou estar apresentando efeitos colaterais induzem uma mudança na fase do gerenciamento do paciente.
 - Os objetivos a serem atingidos nessa fase ou a evolução esperada da doença nessa fase.

3.4 Proposta para a modelagem do gerenciamento

A partir da análise realizada nas seções precedentes podemos concluir que o acompanhamento de um paciente com uma doença crônica ou de longa duração envolve a coleta e a interpretação de quantidades consideráveis de dados ao longo do tempo, a tomada de

decisões em função dessa interpretação e do conhecimento disponível, e a aplicação de planos de diagnóstico ou terapêuticos de maneira periódica, revisando esses planos quando for necessário.

Este processo é realizado geralmente pelos profissionais de saúde, seguindo as indicações dos guidelines desenvolvidos especialmente para esse fim. Os guidelines, como já mencionamos, são o resultado de revisões sistemáticas das pesquisas realizadas sobre diferentes tratamentos e procedimentos médicos e representam a melhor evidência médica disponível atualmente. Os guidelines permitem melhorar a qualidade dos cuidados médicos, reduzindo a variação clínica no atendimento de pacientes e os custos associados [18].

Um guideline pode ajudar um profissional de saúde a interpretar dados (por exemplo, que valores da pressão arterial indicam hipertensão?), a pedir exames (que exames devem ser feitos para determinar que um paciente tem hepatite C?), a realizar o exame físico (o que deve ser observado para determinar se existem danos nos órgãos alvo da hipertensão?), a saber que perguntas realizar ao paciente (tem familiares que sofrem de hipertensão?) ou a indicar um medicamento (que medicamento prescrever primeiro?).

Levando-se em consideração este fato, como vimos no capítulo anterior, foram propostos vários formalismos para representar os guidelines num formato que possa ser interpretado por um computador e assim ser utilizado, por exemplo, em sistemas de apoio aos profissionais de saúde no atendimento de pacientes. Esses formalismos, com exceção de Prodigy, têm como objetivo representar qualquer tipo de guideline clínico, não só guidelines associados ao tratamento de uma doença crônica. Considerando só os guidelines associados ao gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração, podem ser feitas simplificações que permitem definir um formalismo no qual o conhecimento associado ao guideline pode ser representado de forma mais declarativa, permitindo assim que conceitos médicos tais como ações a serem realizadas, exames, observações relacionadas com o paciente e medicamentos estejam separados do processo de raciocínio e resolução de problemas que os utiliza.

Nossa proposta distingue-se das outras propostas para representar guidelines apresentadas no capítulo 2, não só pelo aspecto declarativo, mas também pela natureza abstrata das primitivas que provê. Dessa forma, permitimos uma abordagem mais intuitiva, principalmente para os não programadores. O uso de uma representação intuitiva do processo clínico tem duas vantagens potenciais:

1. Facilita a participação de especialistas do domínio na representação do conhecimento associado ao processo, já que em geral provê um conjunto de primitivas de mais alto nível que os formalismos convencionais.
2. Os sistemas desenvolvidos utilizando esta representação têm o potencial de poder serem integrados ao ambiente clínico mais facilmente pelo fato das primitivas se

relacionarem com conceitos e ações do mundo real, familiares para o usuário.

O formalismo *ST-guide* que apresentaremos no próximo capítulo provê um conjunto de itens que permitem representar a maioria dos conceitos mais relevantes do gerenciamento de pacientes analisados anteriormente, de forma tal que a representação possa ser utilizada para a construção de sistemas de apoio baseados, geralmente, no conhecimento proveniente de guidelines.

Capítulo 4

Modelagem de conhecimento utilizando *ST*-guide

Apresentamos a seguir um formalismo que permite representar o conhecimento que será utilizado por um sistema para apoiar os profissionais de saúde no acompanhamento de seus pacientes. Este apoio é visto como um esforço colaborativo entre o profissional de saúde e um sistema assistente inteligente, que a cada encontro paciente/profissional, usa conhecimento médico e informação do paciente para:

- monitorar os progressos do paciente,
- recomendar um tratamento ou sugerir modificações no tratamento que está sendo ministrado, baseadas no estado de saúde do paciente e em guidelines clínicos,
- lembrar ao profissional sobre a realização de exames e procedimentos clínicos,
- checar quando o paciente está seguindo as instruções dos profissionais,
- prever o desenvolvimento futuro do estado de saúde do paciente e alertar o profissional sobre possíveis riscos ou tendências na evolução da doença,
- ajudar a lidar com a informação do paciente fragmentada ao longo do tempo.

4.1 Representação do conhecimento

Segundo a análise realizada no capítulo anterior, o gerenciamento de um paciente que tem uma doença crônica ou de longa duração passa por uma série de fases ao longo do tempo. As fases identificadas e as mudanças de uma fase para outra podem ser modeladas utilizando um conjunto de estados, associados às fases do gerenciamento e um conjunto

de transições entre esses estados, associadas às mudanças de fase. Os estados ajudarão o encarregado de realizar a representação a organizar o conhecimento fornecido pelo guideline e/ou especialistas no tratamento da doença. Assim, para representar o conhecimento associado ao gerenciamento de um paciente que sofre de uma doença específica, deve-se estabelecer qual será o conjunto de *estados* necessários, quais as *transições* entre esses estados e quais os *itens* desses estados que permitirão especificar o conhecimento necessário para que um sistema, que utilize esse conhecimento, forneça o apoio adequado para o profissional de saúde.

É importante observar que, para modelar o gerenciamento de uma doença específica, não precisam ser utilizados todos os estados. Quais serão os estados utilizados e quais serão as transições dependerá da doença. Uma possível configuração de estados e transições entre estados é apresentada na figura 4.1.

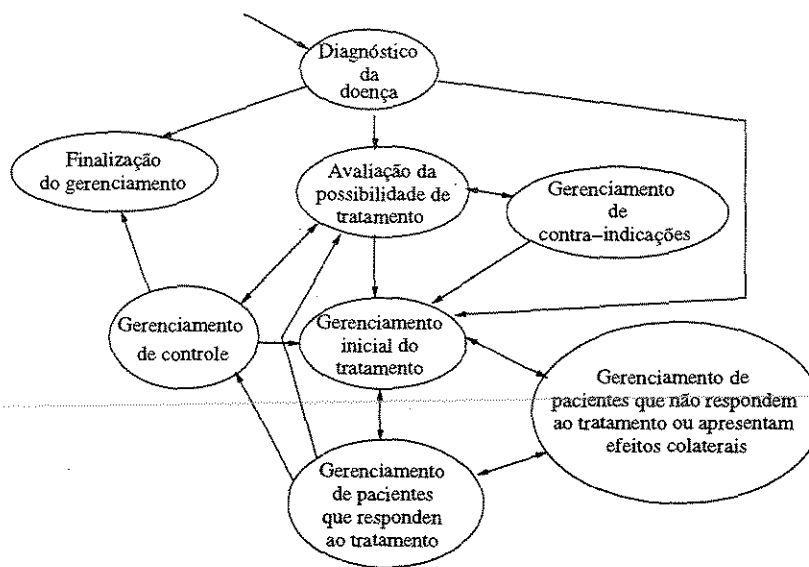


Figura 4.1: Diagrama de estados do gerenciamento de uma doença

Utilizando estas idéias foi definida a linguagem *ST-guide*, que permite representar o conhecimento associado ao gerenciamento de um paciente. Nesta linguagem foram definidas como palavras chave:

`disease_diagnosis,`
`therapy_feasibility_assessment,`
`initial_therapy_management,`

contraindication_management,
control_management,
management_responsive_patient,
management_not_responsive_patient,
stop_management.

Cada uma destas palavras chave está associada a um dos estados (fases) do gerenciamento do paciente e são utilizadas para agrupar os itens que permitem representar o conhecimento característico do gerenciamento em cada um desses estados. A última palavra chave está associada a um estado final, estado no qual o paciente recebe alta ou deve ser encaminhado a um especialista, dada a complexidade do problema que apresenta, ou abandona o tratamento.

Em *ST-guide* o conhecimento relativo ao gerenciamento de uma doença é organizado da seguinte forma:

<nome_doença>	<i>doença a gerenciar</i>
disease_diagnosis	<i>estado</i>
<itens_dos_estados>	
therapy_feasibility_assessment	
...	
initial_therapy_management	
...	
contraindication_management	
...	
control_management	
...	
management_responsive_patient	
...	
management_not_responsive_patient	
...	
stop_management	

Como estas palavras chave estão associadas aos estados utilizados para modelar as fases do gerenciamento, então na representação do conhecimento de uma doença específica só aparecerão as palavras chave associadas aos estados utilizados na modelagem do processo de gerenciamento dessa doença.

Como foi visto no capítulo 3, cada fase—e por conseguinte cada estado—do processo de gerenciamento tem associado seu próprio conhecimento. Para tornar a representação do conhecimento mais clara e intuitiva, definimos outras palavras chave que permitem

agrupar os itens que representam os diferentes tipos de conhecimento associados aos estados. Estas palavras chave fazem referência ao tipo de item que agrupam ou à função do item com relação ao sistema que vai utilizar esses itens.

As palavras chave que permitem agrupar os itens dentro de cada estado são:

physical_examination,
information_needed,
actions,
tests,
follow_up,
change_to_state,
explanation.

Cada uma destas palavras chave têm associados os itens que fazem referência a:

- os dados que o sistema precisa conhecer para poder ajudar no acompanhamento do paciente (**physical_examination** e **information_needed**),
- os lembretes que o sistema vai fornecer ao profissional de saúde e as ações e procedimentos clínicos que vão ser sugeridos pelo sistema (**actions** e **tests**),
- conhecimento sobre o estado (**explanation**) e
- conhecimento sobre a evolução do gerenciamento (**change_to_state**).

Nas próximas seções apresentamos uma descrição dos itens agrupados sob cada uma dessas palavras chave.

4.2 Informação a ser obtida

As palavras chave **physical_examination** e **information_needed** agrupam aqueles itens que fazem referência a dados relacionados com o paciente e com o tratamento que está sendo ministrado. Esses dados devem ser conhecidos para que o sistema possa determinar o estado do paciente, sugerir ações, lembrar de exames e procedimento médicos e alertar sobre possíveis riscos.

Em **physical_examination** agrupam-se aqueles itens relativos ao estado físico do paciente. Estes itens podem ter associada a frequência com que esses dados devem ser obtidos consultando o registro médico do paciente ou perguntando ao usuário (o profissional de saúde encarregado do gerenciamento). Também podem ter associada uma condição que deve ser verdadeira para que os dados sejam obtidos. Um outro atributo associado é um texto que pode ser utilizado para fornecer explicações para o usuário. Estes atributos são introduzidos pelas palavras chave **periodicity**, **condition** e **explanation**. A representação de um item tem a seguinte forma:

<nome_item>	
periodicity	<i>opcional</i>
<frequência>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>	
explanation	<i>opcional</i>
<texto>;	

Os possíveis valores para **periodicity** são:

each_appointment,

once ou

uma ou mais expressões temporais do tipo:

<valor_1> <unidade_de_tempo> ou <valor_1>–<valor_2> <unidade_de_tempo>

separadas por vírgulas

Os valores possíveis para *unidade_de_tempo* são **day** (ou alternativamente **days** ou **d**), **week** (**weeks** ou **w**), **month** (**months** ou **m**) ou **year** (**years** ou **y**). Os valores possíveis para *valor_i* são qualquer número inteiro positivo. A *frequência* indica que o item deve ser obtido todas as consultas (**each_appointment**), só uma vez (**once**) ou periodicamente segundo o especificado por uma sequência de expressões temporais.

Expressão_lógica é uma expressão lógica construída utilizando os itens de dados que aparecem na representação agrupados sob **physical_examination** e **information_needed**, resultados de exames e procedimentos, funções definidas a partir desses itens, funções pre-definidas, operadores lógicos (and, or e not) e operadores de comparação (>=, !=, =, <=, >, < e =).

O *texto* associado a **explanation** é utilizado pelo sistema para fornecer explicações para o usuário, caso este queira saber porque é pedido um determinado dado.

Se **physical_examination** tem um item como o definido anteriormente, isso significa que o sistema que utilize esta representação tentará obter um novo valor para o item caso o último valor para esse item tenha sido pedido em um período de tempo maior que o estabelecido pela frequência associada a **periodicity**. Caso o item tenha associada uma condição através do atributo **condition**, o sistema tentará obter um novo valor somente se a expressão lógica for verdadeira. Caso o sistema peça para o profissional fornecer a informação, esse pedido pode ser justificado utilizando o texto associado a **explanation**. Como todos os atributos são opcionais, se um item não tiver associado nenhum atributo, isso significa que o sistema tentará obter um novo valor para o item só uma vez.

Por exemplo, no caso de diabetes é necessário controlar periodicamente a evolução do crescimento dos pacientes não adultos. Para poder ajudar neste controle, o sistema deveria conhecer, no mínimo, os valores da altura de um paciente nestas condições. Neste

caso a representação associada ao gerenciamento da doença deveria ter o seguinte item especificado em **physical_examination**:

physical_examination

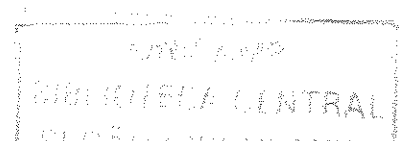
```
...
height
  periodicity
    1 year
  condition
    age < 18
  explanation
    'The developement of patient under 18 has to be controlled';
```

Se o gerenciamento do paciente estiver em um estado que tem especificado este item, o sistema que utilize esta representação vai pedir para o profissional de saúde fornecer como dado a altura do paciente, caso tenha passado um ano ou mais depois da última consulta onde foi ingressado esse valor, sempre que o paciente não seja um adulto. Na expressão do **condition** utilizamos *age* que é o nome de uma função que calcula a idade do paciente a partir da data de nascimento do paciente e a data da consulta. Nessa expressão está implícito que a idade é a idade do paciente. A forma como são definidas as funções será apresentada em uma próxima seção.

Pode acontecer que um conjunto de itens tenha associados atributos comuns; para evitar a repetição desses atributos, os itens podem ser agrupados entre colchetes e associar os atributos comuns ao grupo de itens da seguinte forma:

```
[ <item_1>;
  <item_2>;
  ...
  <item_n> ]
  periodicity
```

Este recurso, meramente sintático, tem como objetivo melhorar a representação do conhecimento e não tem nenhum efeito do ponto de vista semântico. É equivalente a fazer a especificação de cada um dos itens em separado, junto com os atributos associados.



Assim pode ser especificado:

```
physical_examination
...
[weight;
heart_rate;
respiratory_rate]
periodicity
each_appointment;
```

Isto indica que a frequência cardíaca e respiratória e o peso do paciente devem ser obtidos em todas as consultas.

Uma outra facilidade fornecida por *ST-guide* é poder associar um nome a um conjunto de itens da seguinte forma:

```
nome:
  <item_1>;
  ...
  <item_n>;
end_nome
```

Esse nome pode ser utilizado em outros pontos da representação para fazer referência a esse conjunto de itens.

Como pode ser visto no exemplo a seguir, no estado **disease_diagnose** um conjunto de itens são agrupados sob o nome de *vital_signs*. Se no estado **control_management** esses sinais vitais também devem ser especificados, basta com fazer uma referência ao nome que agrupa os itens, sem necessidade de repetir cada um dos itens. Como mostra o exemplo, também podem ser feitas definições aninhadas de grupos de itens (*blood_pressure*).

```
disease_diagnose
  physical_examination
    vital_signs:
      heart_rate
      respiratory_rate
      blood_pressure:
        blood_pressure_systolic
        blood_pressure_diastolic
      end_blood_pressure
    end_vital_signs
    periodicity
      each_appointment;
```

```

...
control_management
  physical_examination
    ...
    vital_signs;

```

Em **information_needed** agrupam-se aqueles itens que representam informação, não relacionada com o exame físico do paciente, que o sistema precisa conhecer para poder ajudar no gerenciamento. Trata-se em geral de informação relacionada com os sintomas do paciente, com o plano terapêutico que está sendo ministrado, com ações realizadas pelo paciente no intervalo entre as consultas e com decisões tomadas pelo profissional de saúde com relação ao tratamento.

Existe determinada informação que é necessária em todo processo de gerenciamento, esta informação está relacionada com as queixas que o paciente apresenta ao profissional na consulta, com os efeitos colaterais de medicamentos que estão sendo utilizados no tratamento, com as doenças que o paciente teve ou tem atualmente, com os medicamentos utilizados no tratamento dessas doenças, com alergias a medicamentos ou cirurgias feitas e com dados históricos da família do paciente. Para todo este tipo de informação *ST-guide* fornece itens específicos.

No caso de efeitos colaterais, se o sistema precisa obter informação sobre os efeitos colaterais dos medicamentos que estão sendo utilizados, então em **information_needed** pode ser especificado o seguinte item:

side_effect	
caption	<i>opcional</i>
<texto>	
drug	<i>opcional</i>
<medicamento>*	
side_effect_identification	<i>opcional</i>
<efeito_colateral>*	
periodicity	<i>opcional</i>
<frequência>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>	
explanation	<i>opcional</i>
<texto>;	

Se o item tem o atributo **caption** então o *texto* associado a **caption** é utilizado pelo sistema para perguntar ao usuário. Se **caption** não for especificado, utiliza-se o nome do item para perguntar ao usuário.

O atributo **drug** permite especificar um medicamento ou uma lista de medicamentos que causam os efeitos colaterais. Caso este atributo não seja especificado, os efeitos colaterais não são associados a nenhum medicamento específico.

O atributo **side_effect_identification** permite especificar uma lista de efeitos colaterais. Se o item tem este atributo, o sistema vai perguntar se o paciente apresenta algum dos efeitos colaterais que estão na lista. Se o item não tem este atributo, o sistema pedirá para o usuário ingressar os nomes dos efeitos colaterais que o paciente apresenta.

Os atributos **periodicity**, **condition** e **explanation** têm o mesmo significado que nos itens de **physical_examination**.

Assim, se em um estado especifica-se:

information_needed

```
...
side_effect
  caption
    'Side effects after Interferon use'
  drug
    interferon
  periodicity
    each_appointment;
```

então nesse estado, o sistema pedirá a cada consulta informação sobre a presença de efeitos colaterais decorrentes do uso de Interferon.

Se o sistema precisa obter informação sobre os sintomas que o paciente apresenta, então em **information_needed** pode especificado o seguinte item:

symptom	
caption	<i>opcional</i>
<texto>	
symptom_identification	<i>opcional</i>
<sintoma>*	
periodicity	<i>opcional</i>
<frequência>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>	
explanation	<i>opcional</i>
<texto>;	

Este item indica que deve ser obtida informação sobre os sintomas que o paciente apresenta. O atributo **symptom_identification** permite especificar uma lista de sintomas. Se o item tem este atributo, o sistema vai perguntar se o paciente tem algum dos

sintomas que estão na lista. Se o item não tem este atributo, o sistema pedirá para o usuário ingressar os nomes dos sintomas que o paciente está apresentando.

Um outro tipo de informação que pode ser necessário é informação referente às doenças que os familiares do paciente tiveram ou têm e que possam ser relevantes para o tratamento da doença que está sendo gerenciada. Para obter este tipo de informação pode ser utilizado o seguinte item:

```

family_history
  source
    <origem_dos_dados>
  caption                                opcional
    <texto>
  disease_identification                opcional
    <doença>*
  periodicity                            opcional
    <frequência>
  condition                             opcional
    <expressão_lógica>
  explanation                             opcional
    <texto>;

```

que indica ao sistema que deve obter informação sobre as doenças de familiares do paciente. O atributo **source** indica se os valores serão obtidos consultando o registro eletrônico do paciente ou serão fornecidos pelo usuário. Os valores possíveis para *source* são **user** ou **record**. O atributo **disease_identification** permite especificar uma lista de doenças. Se o item tem este atributo, o sistema vai obter informação referente à presença dessas doenças na família do paciente. Se o item não tem este atributo e a fonte dos dados é o usuário, então o sistema pedirá para o usuário ingressar as doenças de familiares do paciente que sejam relevantes para o gerenciamento.

Com relação à obtenção de informação referentes às doenças que o paciente teve (ou tem) e aos medicamentos que foram ministrados para essas doenças, o formalismo fornece o seguinte item:

```

patient_history
  source
    <origem_dos_dados>
  caption                                opcional
    <texto>
  disease_identification                opcional
    <doença>*

```

periodicity	<i>opcional</i>
<frequência>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>	
explanation	<i>opcional</i>
<texto>;	

Se o item tem este atributo **disease_identification** , o sistema determinará se o paciente teve (ou tem) essas doenças e tentará também obter os medicamentos utilizados no tratamento dessa doenças e a data de começo e fim das mesmas. Os dados que estão associados a cada doença são especificados no modelo de conhecimento do domínio que será apresentado no próximo capítulo.

Outro tipo de informação que pode ser relevante no gerenciamento de uma doença é informação referente às cirurgias às quais o paciente já foi submetido. O item fornecido para obter informação referente às cirurgias é:

surgery	
source	
<origem_dos_dados>	
caption	<i>opcional</i>
<texto>	
surgery_identification	<i>opcional</i>
<cirurgia>*	
periodicity	<i>opcional</i>
<frequência>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>	
explanation	<i>opcional</i>
<texto>;	

No caso de ter que obter informação referente aos medicamentos que causam alergia no paciente o item fornecido é:

allergies	
source	
<origem_dos_dados>	
caption	<i>opcional</i>
<texto>	
drug	<i>opcional</i>
<medicamento>*	
periodicity	<i>opcional</i>


```

    <frequência>
condition                                     opcional
    <expressão_lógica>
explanation                                     opcional
    <texto>;

```

Outro tipo de informação está relacionada com os hábitos ou as características pessoais do paciente. Entre esses hábitos podemos mencionar o uso de substâncias tais como tabaco, álcool e drogas ilícitas. Para obter esta informação utiliza-se o item:

```

use
  source
    <origem_dos_dados>
  caption                                     opcional
    <texto>
  substance
    <substância>*
  periodicity                               opcional
    <frequência>
  condition                                 opcional
    <expressão_lógica>
  explanation                               opcional
    <texto>;

```

Este item permite que o sistema obtenha informação referente ao fato do paciente utilizar ou não as substâncias especificadas no atributo **substances**.

Este item pode ser utilizado para saber se o paciente utiliza álcool ou tabaco, especificando em **information_needed** o seguinte item:

```

use
  source
    user
  caption
    'Does the patient use?:'
  substances
    [alcohol; tabacco];

```

Também pode ser preciso obter informação referente aos hábitos alimentícios do paciente. Neste caso o item fornecido é:

```

intake

```

```

source
  <origem_dos_dados>
caption                                     opcional
  <texto>
substance
  <substância>*
periodicity                               opcional
  <frequência>
condition                                 opcional
  <expressão_lógica>
explanation                                opcional
  <texto>;

```

Além deste tipo de informação, pode ser necessário obter informação relacionada com o plano terapêutico que está sendo ministrado, com ações realizadas pelo paciente no intervalo entre as consultas e com decisões tomadas pelo profissional de saúde com relação ao tratamento. Este tipo de informação, em geral é obtida perguntado para o usuário. Para obter este tipo de informação especifica-se um item do tipo:

```

<nome_item>
  caption                                     opcional
    <texto>
  periodicity                               opcional
    <frequência>
  condition                                 opcional
    <expressão_lógica>
  explanation                                opcional
    <texto>;

```

Os itens especificados em **information_needed** podem ser agrupados da mesma forma que os itens especificados em **physical_examination**.

Assim se o sistema precisa saber sobre o grau de compromisso do paciente com relação ao tratamento e se o paciente está realizando alguma atividade física, então deverá ser especificado o seguinte:

```

[physical_activity;
patient_engagement
  caption
    'Patient engagement with the treatment?']
periodicity
  each_appointment;

```

4.3 Ações

Actions agrupa a representação de conhecimento referente a lembretes e recomendações para o profissional de saúde. Esses lembretes e recomendações estão relacionados tanto ao paciente quanto ao tratamento que está sendo ministrado. Este conhecimento vai ser usado pelo sistema de apoio para:

- Alertar o profissional sobre riscos e problemas relacionados com o estado de saúde do paciente.
 - Sugerir ao profissional que forneça uma determinada informação ao paciente. A informação, por exemplo, que um paciente com diabetes deve ter com relação ao cuidado de seus pés.
 - Sugerir ao profissional que alerte o paciente sobre alguns fatos. Por exemplo, alertar o paciente sobre os problemas que pode causar o álcool.
 - Sugerir ao profissional que peça ao paciente para fazer alguma coisa. Por exemplo, pedir ao paciente para controlar a pressão arterial.
 - Informar o profissional sobre algumas hipóteses com relação ao estado do paciente. Por exemplo, o sistema pode sugerir ao profissional que considere a possibilidade de hipertensão secundária ou pode sugerir que o paciente seja encaminhado para um especialista.
-
- Ajudar a prescrever medicamentos.

Para que um sistema possa realizar as diferentes ações mencionadas anteriormente deve conhecer o que dever fazer, quando e em que condições. *ST-guide* fornece os itens necessários para poder representar esse conhecimento. Esses itens são apresentados a seguir.

4.3.1 Sugestões e lembretes

O item referente às sugestões e lembretes dados ao profissional tem o seguinte formato:

```
suggest
  caption                                opcional
    <texto>
  suggestion-type
    <tipo_de_sugestão>
  periodicity                            opcional
```

```

    <frequência>
condition                                opcional
    <expressão_lógica>
explanation                                opcional
    <texto>;

```

A presença de um item deste tipo em **actions** indicará ao sistema que deve enviar a mensagem especificada pelo texto associado à palavra chave **caption** com uma determinada frequência especificada por **periodicity**, caso a expressão lógica associada a **condition** seja verdadeira. O sistema pode, eventualmente, justificar a sugestão ou o lembrete utilizando o texto associado a **explanation**. O atributo **suggestion_type** permite identificar cada uma das sugestões representadas.

Dado o item:

```

suggest
  caption
    'Suggest to the patient to lose weight'
  suggestion_type
    lose_weight
  periodicity
    3 months
  condition
    overweight;

```

o sistema enviará a mensagem especificada no **caption** cada três ou mais meses dependendo do agendamento das consultas, se o paciente está com excesso de peso.

No caso do item:

```

suggest
  caption
    'The patient is using drugs that can rise blood pressure'
  suggestion_type
    rising_drugs
  condition
    use(drugs_rising_bood_pressure);

```

o profissional será alertado pelo sistema sobre o fato do paciente estar usando medicamentos ou drogas que podem elevar a pressão arterial. Neste exemplo é utilizada a função lógica *use* que é uma função predefinida (fornecida pelo formalismo) que determina se o paciente está usando algum medicamento ou droga dentro de um conjunto possível de medicamentos ou drogas (neste caso medicamentos que elevam a pressão arterial).

Os itens especificados em **actions** também podem ser agrupados sob um nome comum como no exemplo a seguir:

```
suggest_lifestyle_modifications:
  [suggest
    caption
      'Suggest to stop smoke'
    suggestion_type
      stop_smoke;
  suggest
    caption
      'Suggest to walk'
    suggestion_type
      walk;
  suggest
    caption
      'Suggest to lose weight'
    suggestion_type
      lose_weight
    condition
      body_mass_index >= 27]
  periodicity
    6 months
end_suggest_lifestyle_modification;
```

No exemplo anterior um conjunto de itens **suggest** são agrupados sob o nome *suggest_lifestyle_modification*. A frequência associada a **periodicity** é comum a todos os itens. Esse nome pode ser utilizado na parte **actions** de um outro estado da seguinte forma:

```
actions
  ...
  suggest_lifestyle_modification;
  ...
```

Neste caso *suggest_lifestyle_modification* faz referência ao conjunto de itens definido anteriormente.

4.3.2 Prescrição de medicamentos

Antes de definir os itens que permitirão representar o conhecimento associado à prescrição de medicamentos vamos analisar quais são as diferentes situações que podem surgir com

relação ao uso de medicamentos no plano terapêutico de um paciente. Ao longo de um tratamento o profissional de saúde pode:

- Aumentar/diminuir a dose de um medicamento.
- Aumentar/diminuir a frequência de um medicamento.
- Introduzir/suprimir um medicamento.
- Substituir um medicamento por outro.

Os itens fornecidos em *ST-guide* para poder representar o conhecimento necessário para poder ajudar o profissional a prescrever medicamentos são os seguintes:

- Para sugerir a introdução de um medicamento no plano terapêutico foi definido o item:

add_drug	
drug	
<medicamento>	
exclude	<i>opcional</i>
<medicamento>	
dose	<i>opcional</i>
<dose>	
frequency	<i>opcional</i>
<frequência>	
type	<i>opcional</i>
<tipo_apresentação>	
duration	<i>opcional</i>
<tempo_que_deve_ser_ministrado>	
disease	<i>opcional</i>
<doença>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>;	

Este item permite representar o conhecimento necessário para que o sistema possa sugerir ao profissional a introdução de um medicamento no plano terapêutico de um paciente.

O atributo **drug** especifica um medicamento concreto, o princípio ativo de um medicamento ou uma classe de medicamentos. Isto pode ser feito da seguinte forma:

```
add_drug
  drug
    diuretic;
```

que permitirá que o sistema aconselhe incluir um diurético no plano terapêutico. Neste caso não é aconselhado um medicamento específico, só é indicada uma classe de medicamentos. A indicação de um medicamento específico seria:

```
add_drug
  drug
    lasix;
```

Também poderia ser especificado um medicamento (ou classe de medicamentos) dentre um conjunto de medicamento (ou classes de medicamentos). Isto pode ser feito associando ao atributo **drug** um conjunto de medicamentos ou classes de medicamentos entre colchetes precedido pela palavra chave **one_of** como é apresentado no exemplo:

```
add_drug
  drug
    one_of[diuretico; beta_blocker];
```

Neste caso o sistema aconselhará ao profissional para ministrar um diurético ou um beta-bloqueador.

Pode ser necessário aconselhar uma classe de medicamentos exceto um ou vários medicamentos componentes da classe. Nesse caso deveria ser utilizado o atributo **exclude**, e associado a **exclude** um medicamento ou uma lista de medicamentos entre colchetes.

Assim pode ser especificado:

```
add_drug
  drug
    beta_blocker
  exclude
    carvedilol;
```

Isto permitiria que o sistema aconselhe o uso de qualquer beta-bloqueador exceto um cujo princípio ativo é o carvedilol.

O atributo **dose** é utilizado para sugerir uma dose para o medicamento. Este atributo é especificado através de:

```
<inteiro_positivo> <unidade>,
<inteiro_positivo>-<inteiro_positivo> <unidade>,
minimum ou
maximum.
```

Minimum e **maximum** fazem referência à dose mínima e máxima de um medicamento.

```
add_drug
  drug
    captopril
  dose
    25 mg;
```

O atributo **frequency** indica a frequência com que o medicamento deve ser ministrado. Este atributo tem associado a quantidade de vezes que o medicamento deve ser ministrado em um determinado período. Neste caso a *frequência* é da forma:

```
<inteiro_positivo> - <inteiro_positivo> <unidade_de_tempo> ou
<inteiro_positivo> <unidade_de_tempo>
```

No exemplo anterior pode ser agregado o atributo **frequency**:

```
add_drug
  drug
    captopril
  dose
    25 mg
  frequency
    2-3 day;
```

que sugere que o medicamento deve ser tomado 2 ou 3 vezes por dia.

O atributo **type** permite especificar o tipo de apresentação do medicamento (solução, comprimido, etc).

O atributo **duration** permite especificar o tempo sugerido para utilizar o medicamento. O *tempo_que_deve_ser_ministrado* é representado da mesma forma que a *freqüência* do atributo **frequency**.

O atributo **disease** é um atributo que indica qual é a doença para a qual o medicamento é sugerido. Em geral esse atributo não é especificado, assumindo que o medicamento é sugerido para a doença que está sendo gerenciada. Mas em alguns casos pode ser necessário especificar a doença explicitamente, por exemplo no caso de ter que ministrar um medicamento por causa de algum efeito colateral.

O atributo **condition**, como nos casos anteriores, tem associado uma expressão lógica. Se essa condição lógica é verdadeira então o sistema sugere agregar o medicamento especificado no item ao plano terapêutico.

O item:

```
add_drug
  drug
    inhaled_corticosteroid
  condition
    asthma_assessment = 'mild_persistent'
  dose
    low;
```

sugere o uso de um corticoide em casos de asma levemente persistente.

Um exemplo de uso dos atributos anteriores é apresentado no seguinte exemplo:

```
add_drug
  drug
    interferon
  dose
    5-10 MU
  frequency
    3 week
  type
    'subcutaneous injection'
  duration
    6-12 months
  disease
    hepatitis_c
  condition
    active_chronic_hepatitis;
```

Este item permite que o sistema sugira o uso de interferon, 3 vezes por semana, por um período de no máximo um ano, caso o paciente tenha hepatite crônica ativa.

.....

- Para sugerir a eliminação de um medicamento (ou classe de medicamentos) do plano terapêutico tem que ser especificado um item do tipo:

```

stop_drug
  drug
    <medicamento>
  disease
    <doença>
  condition
    <expressão_lógica>;

```

opcional
opcional

Isto permitirá ao sistema sugerir ao profissional a eliminação do medicamento especificado no atributo **drug**, correspondente ao tratamento da doença especificada pelo atributo **disease**, quando a expressão lógica associada a **condition** é verdadeira.

Um exemplo deste tipo de item é:

```

stop_drug
  drug
    interferon
  condition
    psychological_problems = 'severe';

```

Aqui é sugerida a eliminação do interferon quando o paciente apresenta sérios problemas psicológicos.

- Já no caso de ter que substituir um medicamento por outro tem que ser especificado:

```

replace_drug
  old_drug
    <medicamento_1>
  new_drug
    <medicamento_2>
  exclude
    <medicamento_3>
  dose
    <dose>
  frequency
    <frequência>
  type
    <tipo_apresentação>

```

opcional
opcional
opcional
opcional

duration	<i>opcional</i>
<tempo_que_deve_ser_ministrado>	
disease	<i>opcional</i>
<doença>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>;	

Este item permite sugerir a substituição do medicamento especificado em **old_drug** pelo medicamento especificado em **new_drug**. O resto dos atributos tem o mesmo significado que em **add_drug**.

```

replace_drug
  old_drug
    last_drug(hypertension)
  new_drug
    different_class(last_drug(hypertension))
  condition
    treatment_reponse = 'none' or
    side_effects('anti-hypertensive');
```

Neste exemplo, o medicamento que tem que ser substituído é o último que foi indicado para hipertensão. Esse medicamento é substituído por um outro medicamento anti-hipertensivo que não pertença à classe do medicamento que está sendo substituído. Tanto *last_drug* quanto *different_class* são funções predefinidas. A função *last_drug* permite determinar qual foi o último medicamento agregado a um plano terapêutico para uma determinada doença (hipertensão) e *different_class* permite obter todas as classes de medicamentos para hipertensão, diferentes da classe do medicamento especificado como parâmetro.

- Para diminuir a frequência ou a dose de um medicamento foram definidos os itens:

step_down_dose	
drug	
<medicamento>	
by	<i>opcional</i>
<dose>	
condition	<i>opcional</i>
<expressão_lógica>;	

Este item permite recomendar a diminuição da dose de um medicamento. O atributo **by** indica quanto deve ser diminuída a dose.

```

step_down_frequency
  drug
    <medicamento>
  frequency                                opcional
    <frequência>
  condition                                opcional
    <expressão_lógica>;

```

Este item permite recomendar ao usuário diminuir a frequência de um determinado medicamento.

- Finalmente, para aumentar a dose ou a frequência de um medicamento foram definidos os itens:

```

step_up_dose
  drug
    <medicamento>
  by                                         opcional
    <dose>
  condition                                opcional
    <expressão_lógica>;

```

```

step_up_frequency
  drug
    <medicamento>
  frequency                                opcional
    <frequência>
  condition                                opcional
    <expressão_lógica>;

```

Um exemplo de uso destes itens é o seguinte:

```

step_up_dose
  drug
    litium
  condition
    hypomaniac;

```

Este item poderia ser utilizado, no gerenciamento de pacientes com transtornos de humor bipolar, para sugerir um aumento na dose de lítio quando o paciente se torna hipomaniaco.

4.4 Exames e procedimentos clínicos

Para acompanhar adequadamente a evolução do estado de saúde de um paciente é preciso realizar alguns exames e procedimentos clínicos. **Tests** agrupa os exames que o paciente deveria fazer. Estes exames devem ser realizados periodicamente em determinadas condições. Portanto estes itens podem ter associados uma frequência e uma condição. Em alguns casos também pode resultar útil informar ao usuário o motivo pelo qual esse teste é pedido, por isso também podemos associar uma explicação que será fornecida ao usuário, caso este a solicite. Estes itens são representados da mesma forma que os itens de **physical_examination**.

No exemplo:

```
tests
  [electro_cardiogram;
   urine_test;
   blood_test]
  periodicity
    1 year;
```

é especificado que deve ser feito um eletrocardiograma e exames de sangue e urina a cada ano.

4.5 Consultas

Durante o gerenciamento de uma doença, os encontros entre o paciente e o profissional de saúde devem ser marcados com uma certa periodicidade. Esta periodicidade é estabelecida com o intuito de poder acompanhar o paciente da melhor forma possível. Em geral os guidelines referentes ao tratamento de uma doença sugerem algum período de tempo entre uma consulta e outra. Este conhecimento pode ser representado de forma tal que o sistema possa sugerir ao profissional de saúde quando deveria ser marcada a próxima consulta. A representação é feita da seguinte forma:

```
follow_up
  periodicity
    <frequência>
  condition
    <expressão_lógica>;
  periodicity
```

opcional
opcional

Neste caso a *freqüência* e a *expressão_lógica* estão definidas como nos itens de **physical_examination**.

Assim, se em um estado especifica-se:

```
follow_up
  periodicity
    [1 month; 3-6 months];
```

isso significa que quando o acompanhamento do paciente passa para esse estado, a primeira consulta deveria ser marcada em um mês, e as seguintes com um intervalo de três a seis meses.

Também poderia ser especificado:

```
follow_up
  periodicity
    1 year
  condition
    blood_pressure_stage ≤ 1 and risc_group = 'a'
  periodicity
    6 months
  condition
    blood_pressure_stage ≤ 1 and risc_group = 'b';
```

Neste caso o sistema deveria sugerir a próxima consulta em 1 ano, se a pressão arterial do paciente está no estágio 1 e o grupo de risco do paciente é 'a' e a cada 6 meses se o grupo de risco for 'b'. Neste exemplo, *blood_pressure_stage* e *risk_group* são duas funções que avaliam a pressão arterial e o grupo de risco do paciente.

4.6 Transições entre estados

Em cada estado também codifica-se em que condições são feitas as transições para um outro estado. A representação das transições agrupa-se sob a palavra chave **change_to_state**. A representação para as transições é:

```
change_to_state
  < estado.1 >
  condition
    <expressão_lógica.1>
  doing
    <ação>*; opcional
```

```

...
< estado_N >
  condition
    <expressão_lógica_N>;
...

```

Onde *estado_i* é alguma das palavras chave associadas aos estados utilizados no gerenciamento e *expressão_lógica_i* é a expressão lógica que tem que ser verdadeira para passar do estado atual para o estado indicado por *estado_i*. Eventualmente pode ser preciso indicar uma série de ações antes de mudar de estado. Essas ações são especificadas no atributo **doing**.

Assim no caso do gerenciamento de hipertensão, em **disease_diagnose** podemos ter representado o seguinte:

```

disease_diagnose
  change_to_state
    ...
  stop_management
    condition
      hypertension_confirmed and
      pregnancy
    doing
      suggest
      caption
        'Consider referral to a
        hypertension specialist'
      suggestion_type
        referral_specialist;
    ...

```

Neste caso se o gerenciamento está no estado de diagnóstico da doença e a paciente está grávida e foi confirmada hipertensão, então o gerenciamento passaria para o estado final (**stop_management**) e o sistema sugeriria encaminhar a paciente para um especialista.

4.7 Explicação

Cada estado pode ter associado uma explicação especificada da seguinte forma:

```

explanation
  < texto >;

```


O *texto* pode ser utilizado para fornecer explicações referentes ao objetivo desse estado ou à situação do paciente nesse estado ou pode ser utilizado nos relatórios fornecidos ao usuário.

No exemplo:

```
management_responsive_patient
...
explanation
  'Patient at goal blood pressure:
  140/90 for uncomplicated hypertension
  130/85 for patients with diabetes or
  with low or moderate proteinuria
  125/75 for patients with high proteinuria';
```

o item **explanation** tem associado um texto que explica que no estado atual do gerenciamento **management_responsive_patient** a pressão do paciente está normal, indicando também quais são os valores de referência.

4.8 Dados e funções

A seguir forneceremos detalhes sobre os dados e as funções que podem ser referenciados nos itens que permitem representar o conhecimento associado ao gerenciamento de uma doença.

4.8.1 Dados manipulados pelo sistema

No primeiro exemplo apresentado neste capítulo:

```
physical_examination
  height
  periodicity
    1 year
  condition
    age < 18
  explanation
    'The developement of patient under 18 has to be controlled';
```

mencionamos que se o gerenciamento do paciente estiver em um estado que tem especificado este item, o sistema que utilize esta representação, pedirá para o profissional de saúde fornecer como dado a altura do paciente caso tenha passado um ano ou mais depois da última consulta onde foi ingressado esse valor (**periodicity 1 year**) e o paciente não seja um adulto. Se o sistema tem que obter um novo valor para a altura do paciente, caso tenha passado um ano ou mais desde a data em que foi obtida essa informação pela

última vez, então para poder realizar sua tarefa de apoio ao profissional, o sistema não precisa conhecer só os valores dos itens de dados, precisa também conhecer quando esses dados foram obtidos. É por isto que cada um dos itens de dados além de ter associado um valor tem associada uma data, a data da última consulta em que esse dado foi obtido pela última vez. Assim podemos falar que o valor para um item tem uma determinada 'validade' que está dada pelo atributo **periodicity** associado ao item.

Cada um dos itens agrupados em **physical_examination** e **information_needed** tem associados um valor e uma data. Da mesma forma, os resultados de exames e procedimentos clínicos de **tests** também tem associado uma data.

Com relação aos itens de **actions**, eles também têm associada a data em que o sistema fez a recomendação ou a sugestão para o usuário pela última vez. Assim no exemplo:

```
suggest
  caption
    'Suggest to walk every day'
  suggestion_type
    walk
  periodicity
    6 months;
```

o sistema vai sugerir para o profissional de saúde recomendar ao paciente realizar caminhadas diariamente caso tenham passado 6 meses ou mais da última consulta onde foi feita essa recomendação.

Devido a esta necessidade de ter que conhecer quando foram feitas as sugestões para o usuário é que os itens **suggest** tem o atributo **suggestion_type**, já que o valor associado a esse atributo é um identificador para a sugestão feita ao usuário. Esse identificador tem associada a data em que foi feita a sugestão pela última vez.

4.8.2 Funções

Como já mencionamos, as expressões lógicas associadas ao atributo **condition** são expressões construídas utilizando os valores dos itens de dados que aparecem agrupados sob **physical_examination** e **information_needed**, resultados de exames e procedimentos, funções, operadores lógicos (and, or e not) e operadores de comparação ($\geq$, $\neq$, $\leq$, $>$, $<$ e $=$).

As funções mencionadas são funções que o encarregado de realizar a representação do conhecimento pode definir ou funções (predefinidas) fornecidas pelo formalismo.

O formalismo só permite definir funções da seguinte forma:

```
<nome_função> = <exp_1>
```

```

        if <expressão_lógica_1>                                opcional
<nome_função> = <exp_2>
        if <expressão_lógica_2>                                opcional
        ...
<nome_função> = <exp_n>
        if <expressão_lógica_n>                                opcional

```

Portanto só é possível definir uma função por casos. *Exp_i* é uma constante numérica, um string, um valor booleano ou um valor numérico obtido a partir da avaliação de uma expressão aritmética aplicando soma (+), subtração (-), produto (*), divisão (/), potência (**) e raiz quadrada (sqrt). O valor que devolve a função depende de qual das expressões lógicas é verdadeira. Se mais de uma expressão for verdadeira, o valor que devolve a função é o primeiro com relação à ordem em que foi escrita a função.

Um exemplo de definição de função é:

```
body_mass_index = weight / height**2
```

que calcula o índice de massa corpórea a partir do peso e da altura do paciente. Os valores para *weight* e *height* utilizados para avaliar a expressão aritmética, correspondem aos últimos valores obtidos para esses dois itens.

A função lógica *overweight* que foi utilizada em um dos exemplos anteriores pode ser definida utilizando a função *body_mass_index* da seguinte forma:

```

overweight = true
    if body_mass_index >= 25.0

overweight = false
    if body_mass_index < 25.0

```

Além destas funções, podem ser utilizadas funções predefinidas.

Um exemplo de função predefinida é a função *use*, que é uma função que quando é fornecido um conjunto de medicamentos ou substâncias, devolve o valor verdadeiro se o paciente está utilizando atualmente um ou mais desses medicamentos e falso caso contrário. Assim, se em uma expressão está especificado:

```
... and use([interferon, ribavirine]) and ...
```

esta parte da expressão será verdadeira se o paciente está utilizando Interferon ou Ribavirina.

Uma outra função predefinida é a função:

```
belongs_to(conjunto_1, conjunto_2)
```

que é verdadeira se os elementos do conjunto *conjunto_1* pertencem ao conjunto *conjunto_2*.

Já a função:

```
at_least(m, conjunto_1, conjunto_2)
```

é verdadeira se *m* ou mais elementos de *conjunto_1* pertencem ao conjunto *conjunto_2*.

Também está predefinida a função:

```
last(m, item)
```

que devolve os últimos *m* valores associados ao item.

Uma combinação destas funções pode ser utilizada na definição da função *hipertensão_confirmada*:

```
hypertension_confirmed= true
    if at_least(2,last(3,blood_pressure_assessment), ['hypertension'])
    ...
```

neste caso a função *hypertension_confirmed* é verdadeira se no mínimo dois dos três últimos valores associados à avaliação da pressão arterial são iguais a 'hypertension'.

O formalismo fornece uma conjunto de funções predefinidas, mas este conjunto pode ser estendido.

4.9 Modelo do gerenciamento de doenças

Dada uma doença crônica ou de longa duração, o encarregado de representar o conhecimento relativo ao gerenciamento dessa doença tem que determinar quais são os estados que permitirão descrever o processo de gerenciamento. Uma vez estabelecido quais os estados relevantes para essa doença, o encarregado de representar o conhecimento deve determinar, para cada estado, que informação deve ser obtida com relação ao paciente e ao gerenciamento em geral, quais as recomendações, lembretes e sugestões que serão fornecidos ao usuário nas consultas e que exames devem ser pedidos. Também deve estabelecer quais serão as condições para mudar de um estado para outro e representar essas

condições no formalismo. Todo este conhecimento representado utilizando os itens fornecidos por *ST-guide* constitui um modelo para o gerenciamento da doença que está sendo considerada. Esse modelo é utilizado pelo mecanismo de execução que descreveremos no próximo capítulo para fornecer ajuda ao profissional de saúde em cada uma das consultas.

Apresentamos a seguir parte de um modelo para o gerenciamento de hepatite C.

4.9.1 Modelo para o gerenciamento de hepatite

A hepatite [3, 8] é uma inflamação do fígado que se persiste por mais de 6 meses, torna-se crônica. Um paciente com hepatite crônica freqüentemente não tem sintomas, portanto o diagnóstico ocorre apenas durante exames de rotina ou de triagem para doação de sangue. A hepatite crônica pode ser classificada como crônica persistente, crônica lobular ou ativa. As duas primeiras podem persistir por anos, mas raramente progridem até se converter em uma hepatite crônica ativa ou em uma cirrose. Nesses casos não é preciso tratamento mas os pacientes devem ser controlados periodicamente. Com freqüência, os pacientes recuperam-se da doença. O terceiro tipo de hepatite geralmente progride transformando-se em uma cirrose hepática ou em um carcinoma hepatocelular. Um paciente com hepatite crônica tem que ser periodicamente monitorado ao longo de toda sua vida.

Utilizando o nosso formalismo, foi definido um modelo de gerenciamento de hepatite C. Como exemplo apresentaremos parte do conhecimento associado ao estado de gerenciamento inicial do tratamento dessa doença. No caso da hepatite C, são possíveis dois tipos de tratamento: um tratamento com Interferon ou um tratamento com Interferon mais Ribavirina. Quando o paciente começa o tratamento, alguns efeitos colaterais associados aos medicamentos utilizados podem aparecer. Neste estado o sistema precisa obter informação geral sobre o estado do paciente e informação específica sobre os efeitos colaterais e a ação do tratamento sobre a doença. Parte dessa informação pode ser obtida do exame físico do paciente e das queixas que o paciente faz na consulta. Outra parte da informação é obtida a partir dos resultados dos exames de laboratório que o profissional de saúde deve indicar para o paciente.

Nesta fase do tratamento deve ser considerado especialmente:

- O efeito dos medicamentos nas enzimas hepáticas.
- As mudanças psicológicas, especialmente os estados depressivos e a irritação, já que os efeitos colaterais psicológicos podem causar severos problemas ao paciente que está sendo tratado.
- Os problemas de tiróide e anemia causados pelos medicamentos.

O sistema fornece ajuda ao usuário através de lembretes sobre os exames que tem que ser pedidos ao paciente, aconselhando sobre como gerenciar alguns efeitos colaterais e sugerindo eventuais mudanças na dose dos medicamentos.

O sistema permanece nesse estado até que o paciente normalize os níveis de transaminases. Nesse caso o controle passa para o estado de gerenciamento de pacientes que respondem ao tratamento. Se, pelo contrário, o paciente ainda tem níveis altos de transaminases ou os efeitos colaterais são suficientemente graves e o profissional de saúde acha que o tratamento deve ser interrompido, o controle passa para o estado de gerenciamento de controle.

O conhecimento sobre o gerenciamento inicial do tratamento é especificado da seguinte forma:

hepatitis_C

...

initial_therapy_management

physical_examination

vital_signs

periodicity

each appointment;

information_needed

weight

periodicity

each appointment;

alcohol_abuse

caption

'Alcohol abuse?'

value

bool

periodicity

6 months;

drug_abuse

caption

'Drug abuse?'

value

bool

periodicity

6 months;

thyroiditis

caption

```

        'Thyroiditis?'
    value
        bool
    periodiciy
        each appointment;
anemia
    caption
        'Anemia?'
    value
        bool
    periodiciy
        each appointment;
psychosis
    caption
        'Psychosis?'
    value
        bool
    periodiciy
        each appointment;
severe_depression
    caption
        'Severe depression?'
    value
        bool
    periodiciy
        each appointment;
stop_therapy
    caption
        'Stop therapy?'
    value
        bool
    periodiciy
        1 month
    condition
        side_effects or
        (at_least(3,last_time(5 m,alt_assessment),['abnormal']) and
        hcv_rna ='positive' and
        time_elapsed_begin_treatment > '4 months');
suggest
    caption
        'Psychological appointment'

```



```

    suggstion_type
      psy_appointment
    periodicity
      2 months
    condition
      severe_depression or psychosis;

actions
  suggest
    caption
      'Stop therapy?'
    suggstion_type
      stop
    periodicity
      2 months
    condition
      side_effects or
      (at_least(3,last_time(5 m,alt_assessment),['abnormal']) and
      hcv_rna ='positive' and
      time_elapsed_begin_treatment > '4 months');
  suggest
    caption
      'Step down Ribavirin'
    suggstion_type
      step_down
    periodicity
      2 months
    condition
      anemia and use(ribavirin);
  suggest
    caption
      'Stop intake alcohol'
    suggestion_type
      stop_alcohol
    condition
      alcohol_abuse;
  suggest
    caption
      'Stop drug abuse'
    suggestion_type
      drug

```

```

condition
    drug_abuse;

tests
    transaminase
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    patelets
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    creatinine
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    protrombine
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    tsh
        periodicity
            1 month;
    complete_blood_count
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    hcv_rna
        periodicity
            4 months;

```

```

follow_up
    periodicity
        [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak; 1 month];

```

```

change_to_state
    management_responsive_patient
        condition
            at_least(5,last_time(6 m,alt_assessment),['normal']) and
            not side_effects;
    control_management
        condition
            stop_theraphy;

```

Neste caso são utilizadas as funções *alt_assessment* para avaliar a enzima *alt* e *side_effects*

que é uma função lógica utilizada para saber se o paciente tem efeitos colaterais decorrentes do uso de algum medicamento.

Adjunta-se a especificação completa em apêndice.

.....

Capítulo 5

Arquitetura *ST-guide*

No capítulo anterior apresentamos os conceitos básicos do formalismo *ST-guide* que permitem representar o conhecimento relativo ao gerenciamento de um paciente que tem uma doença crônica ou de longa duração.

Neste capítulo apresentamos a arquitetura conceitual de um sistema que, utilizando o conhecimento representado sobre o gerenciamento de uma doença, fornece apoio ao profissional de saúde em cada um dos encontros com o paciente. A arquitetura associada ao formalismo *ST-guide* é composta por um conjunto de módulos e modelos (fig. 5.1) que são apresentados a seguir, com exceção do modelo de gerenciamento de uma doença que foi apresentado no capítulo anterior.

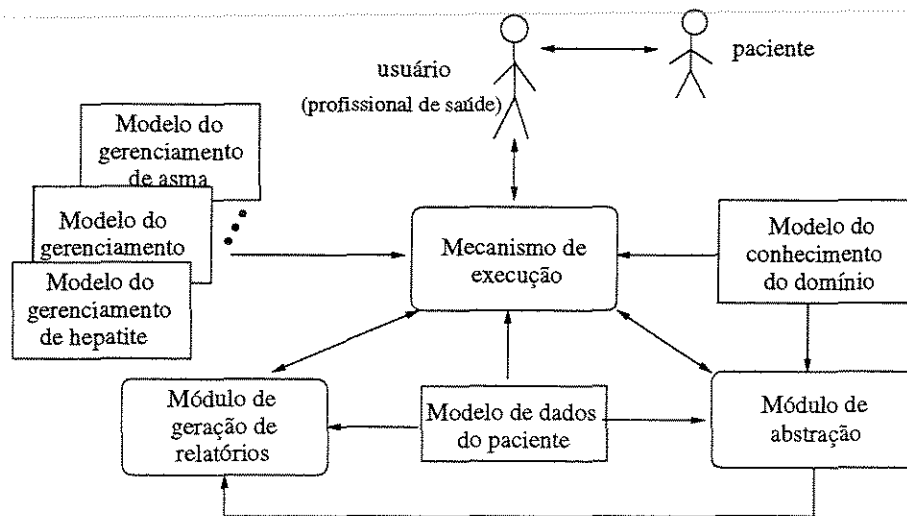


Figura 5.1: Arquitetura conceitual

5.1 Mecanismo de execução

O mecanismo de execução é um dos módulos que constituem a arquitetura conceitual de *ST-guide*. Em cada uma dos encontros com o paciente, o profissional de saúde (o usuário) interage com este módulo fornecendo dados para o sistema ou recebendo recomendações do sistema. O algoritmo básico deste mecanismo de execução é o seguinte:

1. Se é o primeiro encontro com o paciente, o estado de gerenciamento é inicializado no estado de **disease_diagnostic**, caso contrário recupera-se o estado do gerenciamento do paciente estabelecido na consulta prévia.
2. Determina-se, para esse estado, quais dos itens agrupados sob a palavra chave **physical_examination** do modelo do gerenciamento devem ser obtidos nessa consulta. O sistema determina que itens devem ser obtidos utilizando os atributos **periodicity** e **condition**. Caso o intervalo de tempo entre a última data em que foi obtido um valor para um item e a data da consulta atual seja maior ou igual ao período de tempo especificado em **periodicity** e se a condição associada a **condition** for verdadeira, então deve-se obter um novo valor para esse item. Se um item não tem o atributo **condition**, então só é levado em consideração o período de tempo especificado em **periodicity**. Se o item não tem associado nenhum dos atributos mencionados, o dado é obtido só na primeira consulta em que o gerenciamento passa por esse estado.
3. Determina-se que outra informação é necessária analisando os itens especificados em **information_needed** no modelo do gerenciamento, da mesma forma em que foi feito com os itens de **physical_examination**.
4. Determina-se quais são os exames que foram pedidos em consultas anteriores e dos quais ainda não se conhecem os resultados. Tenta-se obter os resultados consultando o registro eletrônico do paciente ou perguntando ao usuário.
5. Verifica-se se o gerenciamento continua no mesmo estado ou se tem que ser feita uma transição de estado. Com os dados obtidos, verifica-se quais das condições associadas a cada uma das transições do estado atual são verdadeiras. Se nenhuma das condições é verdadeira, o gerenciamento continua no mesmo estado. Se mais de uma condição é verdadeira então pede-se ao usuário para escolher entre as transições alternativas. Seja por escolha do usuário, seja porque uma única transição é possível, o sistema passa para o estado especificado por essa transição. Quando se produz uma mudança de estado, o sistema pode fazer alguma sugestão para o usuário, caso alguma ação esteja especificada no atributo **doing** da transição.

6. Determina-se quais sugestões e recomendações devem ser feitas para o profissional de saúde em função dos itens especificados em **actions**. Segundo o especificado nesses itens, o profissional é alertado sobre determinados aspectos do estado de saúde do paciente ou sobre o tratamento. Além disto, são feitas sugestões relacionadas aos medicamentos utilizados no tratamento.
7. Pede-se para o usuário ingressar a data da próxima consulta. O sistema sugere ao profissional quando deveria ser agendada essa consulta, caso alguma das condições dos itens especificados em **follow_up** seja verdadeira. Se mais de uma condição for verdadeira, o sistema adota uma atitude conservadora e sugere que a consulta seja marcada no menor intervalo de tempo dentre os possíveis.
8. Determina-se quais dos exames e procedimentos especificados em **tests** devem ser pedidos. O usuário é informado sobre os exames e procedimentos que devem ser pedidos ao paciente.

5.2 Modelo do paciente

Como foi mencionado, um sistema que forneça apoio ao profissional de saúde nos encontros com os pacientes precisa conhecer dados desses pacientes. Esses dados devem ser obtidos, geralmente, perguntado ao usuário ou consultando o registro eletrônico do paciente. Por conseguinte, o sistema precisa conhecer qual é a fonte desses dados e que tipo de valor deve ser obtido. O conhecimento geral associado aos dados do paciente que são referenciados no modelo do gerenciamento ou que podem ser utilizados pelos diferentes módulos que compõem a arquitetura *ST-guide*, é representado no modelo do paciente.

O modelo do paciente permite representar conhecimento referente a:

- **Dados pessoais do paciente:** o conhecimento sobre os dados pessoais do paciente é representado associando a cada dado um item do tipo:

```

<nome_dado>
  source
    <origem_do_dado>
  caption                                opcional
    <texto>
  value
    <tipo_de_valor>
  outros atributos específicos

```

Onde o atributo **source** indica se o valor para esse dado é obtido consultando o registro eletrônico do paciente (**record**), se será fornecido pelo usuário (**user**) ou será calculado por uma função (**function**). O atributo **caption** tem associado um texto que será utilizado para perguntar ao usuário pelo valor do dado (caso este atributo não seja fornecido é utilizado o nome do item). O atributo **value** indica qual é o tipo de valor associado ao dado. Os possíveis tipos são *number*, *string*, *data*, *bool* ou *symbol*, indicando que o valor é um número, um texto, uma data (representada por dia, mês e ano), um valor lógico ou um valor pertencente a um conjunto de possíveis valores. Caso o tipo seja **symbol** então a continuação da palavra **symbol** coloca-se um conjunto de valores entre colchetes separados por ponto e vírgula, esses valores são os valores possíveis para esse dado. Esta informação pode ser utilizada por exemplo na interação com o usuário, já que se um determinado dado só pode ter um valor dentre um conjunto possível de valores, então o sistema pode pedir ao usuário para fornecer um valor indicando quais são os valores esperados como resposta. O atributo **value** também pode ter associado um conjunto de valores de um tipo dado. Nesse caso especifica-se *number**, *string**, *data**, *bool** ou *symbol**. Caso a fonte do valor seja uma função, no atributo **value** especifica-se o nome da função utilizada para calcular o valor seguido por ':' e a continuação o tipo de valor calculado pela função.

Os itens utilizados para representar dados pessoais podem ter associado outros atributos. Os mencionados anteriormente são os principais.

Para tornar a representação mais clara, os itens referentes a dados pessoais do paciente são agrupados sob a palavra chave **personal_data**. Um exemplo de um possível item agrupado em **personal_data** pode ser:

```
patient_model
  personal_data
    sex
      source
        record
      value
        symbol [M;F];
    ...
```

Este item especifica que o valor do sexo do paciente, que pode ser M ou F, deve ser obtido do registro do paciente.

Um outro dado do paciente é a idade que pode ser especificada utilizando o seguinte item:

```
age
  source
    function
  value
    number;
```

Neste caso a idade do paciente é calculada por uma função do tipo definido no capítulo anterior.

- **Dados obtidos a partir do exame físico do paciente:** no modelo do paciente são especificados todos os possíveis itens de dados relacionados ao exame físico do paciente que podem ser utilizados no gerenciamento. Neste modelo são definidos os atributos gerais desses dados. Os principais atributos são **value** e **caption**, já definidos, e o atributo **assessment** que permite associar a aqueles itens que tem um valor numérico uma função que, a partir desse valor numérico, faz uma avaliação qualitativa do dado. As funções associadas a **assessment** são funções do tipo definido no capítulo anterior. Um exemplo de uso deste item é:

```
heart_rate
  value
    number
  assessment
    heart_rate_assessment:symbol[low;normal;high];
```

Onde *heart_rate_assessment* é uma função que devolve o valor *low*, *normal* ou *high*. Estes valores são calculados em função do valor da frequência cardíaca e valores de outros dados do paciente.

Para tornar a representação mais clara, os itens são agrupados sob a palavra chave **physical_examination**.

Assim poderíamos ter um modelo do paciente com a seguinte especificação:

```
patient_model
...
physical_examination
  distended_neck_veins
    value
```



```

        bool;
    carotid_bruit
        value
            symbol [normal; abnormal];
    ...

```

- **Hábitos ou características pessoais do paciente.** No modelo do paciente são especificados também itens associados com hábitos ou características pessoais do paciente. Especifica-se que tipo de substâncias o paciente costuma utilizar (tabaco, álcool, drogas ilícitas, etc), se realiza atividade física, se tem mascotes, se costuma viajar, etc.

Os itens referentes a hábitos ou características pessoais do paciente são agrupados sob a palavra chave **personal_profile**.

Assim o modelo do paciente pode ter especificados os seguintes itens

personal_profile

```

    physical_activity
        value
            bool
        quantity
            number
        frequency
            week;

```

alcohol

```

        value
            bool
        quantity
            number
        frequency
            week;

```

pet

```

        value
            bool
        type
            symbol* [mamal; reptile; bird];

```

O conhecimento associado a estes itens pode ser utilizado, por exemplo, para obter a informação necessária para o processo de gerenciamento. Assim, se o sistema precisa saber se o paciente realiza atividade física, então o sistema não pergunta

ao usuário apenas se o paciente realiza atividade física, mas também pergunta com que frequência semanal é praticada essa atividade, já que atividade física tem dois atributos cujos valores precisam ser conhecidos: **value** e **quantity**.

Se o *alcohol* aparece na lista de substâncias associadas ao atributo **substances** de um item **use**, especificado no modelo de gerenciamento, então o sistema vai perguntar pela quantidade de álcool ingerido semanalmente.

No caso de *pet*, o atributo **type** faz referência as diferentes classes de mascote que o paciente pode ter. Este atributo tem associado um conjunto cujos elementos podem ser *mamal*, *reptile* ou *bird*. Se o sistema precisa saber se o paciente tem mascotes, então também perguntará pelo tipo dos mascotes.

5.3 Modelo do conhecimento do domínio

Este modelo possui conhecimento sobre:

- Conceitos médicos gerais relacionados à doença que está sendo gerenciada.
- Medicamentos que podem ser utilizados no tratamento.
- Exames e procedimentos que podem ser utilizados no gerenciamento.

Para poder realizar um apoio adequado ao profissional de saúde, o sistema computacional precisa ter, além do conhecimento específico do gerenciamento da doença e do paciente, conhecimento médico geral. Por exemplo, ao realizar o gerenciamento de um paciente com pressão arterial alta, uma das recomendações que pode ser dada ao profissional é ministrar um betabloqueador quando o paciente tem dislipidemia. Neste caso, a recomendação de um betabloqueador no caso de um paciente com dislipidemia é especificada em **actions** no modelo do gerenciamento e o conhecimento relativo a dislipidemia é conhecimento médico geral que deve ser representado no modelo do conhecimento do domínio. O conhecimento médico geral varia de doença para doença. Já no caso dos medicamentos, exames e procedimentos, todas as doenças terão associado conhecimento relativo aos medicamentos que podem ser utilizados no plano terapêutico e aos exames que devem ser realizados ao longo do gerenciamento. Descreve-se a seguir como é especificado o conhecimento relativo a medicamentos e exames no modelo do conhecimento do domínio e como é utilizado esse conhecimento pelo sistema.

5.3.1 Medicamentos

O conhecimento sobre medicamentos é organizado em uma hierarquia de classes. O conhecimento relativo a essas classes de medicamentos é representado utilizando itens caracterizados por um conjunto de atributos. O item que permite especificar o conhecimento associado a uma classe é descrito a seguir:

```

<nome_classe_de_medicamento>
  members
    <sub_classe>*
  cost                                     opcional
  symbol
  generic                                 opcional
  bool
  favourable_effects_on                  opcional
    <patologias_associada>*
  less_favourable_effects_on            opcional
    <patologias_associada>*
  unfavourable_effects_on               opcional
    <patologias_associada>*
  contraindications                     opcional
    <patologias_associada>*
  increase_efficacy                      opcional
    <medicamento>*
  decrease_efficacy                      opcional
    <medicamento>*
  common_side_effects                   opcional
    <efeito_colateral>*
  short_term_side_effects                opcional
    <efeito_colateral>*
  other_side_effects                     opcional
    <efeito_colateral>*;

```

Em um item associado a uma classe de medicamento são especificados quais medicamentos ou sub classes formam parte da classe (**members**), qual é o custo dos medicamentos dessa classe (**cost**), se existem medicamentos genéricos para essa classe (**generic**), quais são as doenças ou problemas de saúde do paciente que podem ser favorecidos ou prejudicados pelo uso dessa classe de medicamentos (**favourable_effects_on**, **less_favourable_effects_on** e **unfavourable_effects_on**), quais são as contra-indicações para o uso dessa classe de medicamentos (**contraindications**), a interação favorável ou desfavorável com outras drogas (**increase_efficacy**, **decrease_efficacy**) e quais são os possíveis efeitos colaterais (**common_side_effects**, **short_term_side_effects** e **other_side_effects**).

Desta forma, por exemplo, o conhecimento associado à classe de betabloqueadores utilizados no tratamento de pacientes com hipertensão pode ser representado como:

```

beta_blocker
  member
    [acebutolol;atenolol; betaxolol; bisoprolol_fumarate;
     carteolol_hydrochloride; toprolol_tartrate;
     metoprolol_succinate; nadolol;pindolol;
     propranolol_hydrochloride; timolol_maleate;
     penbutolol_sulfate]
  cost
    cheap
  generic
    true
  favourable_effects_on
    [myocardial_infarction(non_ISA)]
  less_favourable_effects_on
    [angina; atrial_tachycardia; migraine(non_CS);
     fibrillation; hyperthyroidism; essential_tremor;
     preoperative_hypertension; migraine(non_ISA)]
  unfavourable_effects_on
    [depression; diabetes_mellitus_1; diabetes_mellitus_2;
     dyslipidemia(non_ISA); heart_failure(except(carvedilol));
     peripheral_vascular_disease]
  contraindications
    [bronchospastic_disease;heart_block_2;heart_block_3]
  comon_side_effects
    [bronchospasm;bradycardia;heart_failure;fatigue;
     insomnia;impaired_peripheral_circulation;
     hypertriglyceridemia];

```

Os itens associados a uma classe de medicamento permitem especificar uma hierarquia onde as folhas dessa hierarquia são itens que representam medicamentos. O item associado a um medicamento pode ter os mesmos atributos que uma classe, com exceção do atributo **members**, e pode ter os seguintes atributos específicos:

trade_name	<code><nome_medicamento>*</code>	
low_dose	<code><dose></code>	<i>opcional</i>
high_dose		<i>opcional</i>

```

    <dose>
frequency                                     opcional
    <frequência_sugerida>
type                                           opcional
    <tipo_apresentação>;

```

Estes atributos específicos permitem especificar a variação possível na dose a ser recomendada (**low_dose**, **high_dose**) e a frequência em que esse medicamento pode ser ministrado (**frequency**). Também permite especificar os nomes comerciais do medicamento (**trade_name**).

Assim, para ao medicamento cujo princípio ativo é o Captopril podemos especificar:

```

captopril
  trade_name
    [capoten]
  low_dose
    25 mg
  high_dose
    150 mg
  frequency
    2-3 day;

```

O conhecimento geral sobre medicamentos é utilizado pelo mecanismo de execução cada vez que a condição associada a um item **add_drug** especificado em **actions** no estado atual do gerenciamento é verdadeira, já que o sistema só recomenda utilizar um medicamento (ou uma classe de medicamentos) se não existe nenhuma contra-indicação ou inter-relação desfavorável com outros medicamentos utilizados pelo paciente.

Uma outra forma em que este conhecimento pode ser utilizado é a seguinte: se um item **add_drug** especificado no modelo de gerenciamento não tem o atributo dose especificado, então o sistema pode indicar uma variação possível da dose do medicamento utilizando o conhecimento especificado nos atributos **low_dose** e **high_dose** desse medicamento. O mesmo pode ser feito com relação à frequência.

O conhecimento associado à hierarquia também é utilizado pelo sistema. Por exemplo, se o seguinte item está especificado em **actions**, no estado atual do gerenciamento de hipertensão:

```

replace_drug
  old_drug
    diuretic
  new_drug

```

```

different_class(diuretic)
condition
  treatment_reponse = 'none' and
  mono_therapy;

```

e se o paciente está utilizando só um diurético e não responde a esse tratamento então o sistema sugerirá ao profissional todas aquelas classes de medicamentos anti-hipertensivos, diferentes da classe dos diuréticos. Para fazer essa sugestão, o sistema utiliza o conhecimento da hierarquia de classes de medicamentos anti-hipertensivos representada no modelo do conhecimento do domínio.

5.3.2 Exames e procedimentos

O conhecimento sobre exames e procedimentos também pode ser organizado em uma hierarquia de classes. Descrevemos a seguir o item que permite especificar o conhecimento associado a uma dessas classes:

```

<nome_classe_de_exame>
  members
    <sub_classe>*
  source                                     optional
    <origem_do_dado>
  cost                                     optional
    symbol;

```

Onde o atributo **source** indica se o valor para os atributos deste item serão obtidos consultando o registro eletrônico do paciente ou serão fornecidos pelo usuário.

Para uma determinada doença, o conhecimento sobre diferentes classes de exames que o paciente pode realizar pode ser especificado como:

```

tests
  members [radiological_test; lab_test;
    cardio_test];

```

Já os itens associados a um exame podem ter outros atributos, que em geral são específicos para cada tipo de exame. O item associado a uma ecocardiometria tem os seguintes atributos:

```

eco_cardio
  source
    user

```

```

cost
    expensive
data
    <data>
cardio_anathomy
    symbol [normal; abnormal]
dynamic_valves
    symbol [normal ; abnormal]
dynamic_myocardium
    symbol [normal; abnormal]
pericardium
    symbol [normal; abnormal]
blood_flux
    symbol [normal abnormal]
result
    <texto>;

```

Os valores de alguns dos atributos dos exames podem ser utilizados em expressões lógicas. Por exemplo, em uma expressão lógica pode ser utilizado o seguinte:

```
... and eco_cardio.cardio_anathomy = 'normal' and ...
```

Neste caso o valor do atributo *cardio_anathomy* do item *eco_cardio* é utilizado para avaliar a expressão lógica. Para fazer referência a um atributo de um item é utilizada a seguinte convenção: *nome_do_item.nome_do_atributo*.

O conhecimento dos atributos de um item associado a um exame também é utilizado pelo mecanismo de execução, caso esse exame tenha sido pedido e o mecanismo de execução precise obter os resultados desse exame. Por exemplo, se o mecanismo de execução precisa obter os resultados de uma ecocardiometria que foi pedida para o paciente, então ele pedirá para o usuário fornecer valores para **anatomia_cardíaca**, **dynamic_valves**, **dynamic_myocardium**, **pericardium**, **blood_flux** e **result**.

5.4 Módulos de geração de relatórios e de abstração

A ajuda que o sistema pode fornecer ao profissional de saúde não é só monitorar o progresso do paciente, recomendar uma terapia ou sugerir uma ação particular, o sistema também pode disponibilizar relatórios que podem ser úteis para avaliar a evolução do paciente ao longo de um determinado período de tempo. O profissional pode pedir, por exemplo, um relatório sobre a história clínica do paciente ou sobre a evolução de alguns parâmetros tais como o peso, a pressão sanguínea ou os níveis de enzimas hepáticas.

```

1- Dados do Paciente
  Sexo: M
  Data Nascimento: 12/30/58
  Hepatite Vírus: C
  Diagnosticado em: 1997
2- Resumo
  Tratamento
    Efeitos Colaterais: nenhum
    Interferon: de 11/98 ate 11/99
    Nível Transaminases: normal (ALT:20-53)
  Controle: de 12/99 ate 3/00
    Nível Transaminases: alto (ALT: 68-122)
  Tratamento
    Interferon + Ribavirina: desde 4/00
    Nível Transaminases: normal (ALT: 13-23)
    Efeitos Colaterais: dor de cabeça
3- Últimos Exames Transaminases
      7/99  10/99  1/00  3/00  4/00  5/00
  AST    39    49    49    58    18    16
  ALT    71    88    86    84    23    13
  FALc   117   126   134   129   132   135
  GGT    37    44    39    36    31    30

```

Figura 5.2: Relatório

O encarregado de realizar estes relatórios é o *módulo de geração de relatórios* que, a partir dos dados do paciente, gera um relatório com um resumo do que aconteceu com o paciente ao longo da evolução da doença.

A figura 5.2 apresenta o relatório de um paciente com hepatite. Este relatório apresenta informações referentes aos valores das enzimas hepáticas (transaminases) e aos medicamentos utilizados pelo paciente (Interferon e Ribavirina). Esse relatório não apresenta só os valores quantitativos das enzimas, obtidos a partir dos exames, mas também uma avaliação qualitativa desses valores (por exemplo, nível de transaminases alto ou normal) e o período de tempo em que apresentou esses valores. Estes valores qualitativos e o intervalo de tempo são obtidos realizando um processo de abstração a partir dos resultados dos exames e da data associada a esses exames.

O *módulo de abstração* permite realizar abstrações a partir de dados e de conhecimento sobre as abstrações que podem ser feitas a partir desses dados. Como resultado é obtida uma abstração dos dados e o intervalo de tempo em que essa abstração é válida. Considerando por exemplo o caso das enzimas hepáticas, dado um valor de ALT, o pro-

cesso de abstração utiliza conhecimento de quais são os valores normais ou altos dessa enzima, para realizar o primeiro passo de abstração, associando o valor normal ou alto ao valor numérico de ALT. Neste caso é realizada uma abstração pontual do valor numérico referente ao resultado de um exame feito em uma determinada data. Assim, se o valor de ALT correspondente a um exame feito na data d1 é 87, então a abstração pontual correspondente a essa data é alto. Agora se temos uma outra abstração de um valor de ALT na data d2 que também é alto, a partir dessas duas abstrações pontuais podemos fazer uma outra abstração e dizer que o valor de ALT é alto no intervalo [d1,d2]. Mas para poder fazer isto, o módulo precisa saber que é possível a partir de dois valores nos extremos de um intervalo, inferir que o valor de ALT em todo o intervalo é alto. Um outro tipo de abstração que pode ser feita é, a partir de dois intervalos [d1,d2] e [d3,d4] ($d2 \leq d3$) onde ALT é alto, inferir que o valor de ALT é alto no intervalo [d1,d4]. Neste caso é preciso que o modulo tenha conhecimento que permita determinar que é valido realizar essa abstração.

Um outro tipo de abstração que pode ser feita está relacionada com a identificação de tendências em um conjunto de dados. Assim por exemplo dado uma sequência de valores de ALT obtidos em datas consecutivas, pode-se determinar se esses valores são crescentes, decrescentes ou se mantém estáveis dentro de determinados limites. Este tipo de abstração também pode ser útil para avaliar a evolução da doença.

As abstrações realizadas pelo módulo de abstração, baseadas nos dados do paciente e conhecimento referente as abstrações pode ser utilizado não só pelo modulo de geração de relatórios, mas também pelo mecanismo de execução.

Como resultado da interação dos módulos de geração de relatórios e de abstração, o sistema provê resumos informativos dos dados temporais dos pacientes, os quais podem ajudar o profissional de saúde a ter um visão mais apurada do estado do paciente e do resultado do tratamento.

5.5 Implementação e uso do sistema

Foi construído um protótipo (em Prolog) do sistema baseado na arquitetura ST-guide apresentada neste capítulo. Este protótipo obtém toda a informação necessária para poder ajudar no gerenciamento consultando ao usuário, já que esta versão inicial não está integrada com o registro eletrônico do paciente. O protótipo foi instanciado para ajudar no gerenciamento de pacientes com hepatite C, hipertensão e tuberculose.

No caso do gerenciamento de hepatite, o modelo de gerenciamento da doença não foi desenvolvido a partir de guidelines sobre o tratamento da hepatite, mas a partir da experiência dos médicos do Grupo de Hepatite do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. O conhecimento inicial relativo ao gerenciamento de pacientes com

hepatite foi obtido a partir de entrevistas com profissionais do Grupo de Hepatite. Essas entrevistas permitiram obter uma visão geral sobre qual era o procedimento utilizado para o tratamento da doença, quais eram as possíveis terapias que podiam ser aplicadas e quais os exames que deviam ser feitos. Além das entrevistas com os profissionais também foi feita uma revisão bibliográfica com o objetivo de adquirir familiaridade com os conceitos associados à hepatite [8, 11, 44]. Depois da fase inicial de entrevistas, foi feita uma análise de prontuários de pacientes que estavam sendo tratados no Grupo. A análise feita sobre os prontuários permitiu determinar qual era exatamente o procedimento utilizado no tratamento dos doentes, qual era a informação relevante para cada um dos estados do gerenciamento e qual era a fonte dessa informação. Esta análise feita nos prontuários também permitiu determinar que um outro tipo de ajuda que o profissional de saúde poderia receber do sistema de apoio era a geração de relatórios que fornecessem uma visão resumida da evolução do estado de saúde do paciente, já que percebeu-se que os médicos não só registravam nos prontuários dados relativos a cada uma das consultas mas também registravam periodicamente resumos relativos ao tratamento.

Uma vez desenvolvido o sistema, ele foi testado com 25 prontuários reais escolhidos aleatoriamente dentre os pacientes atendidos pelo Grupo de Hepatite. Em cada uma das consultas dos pacientes, executamos o sistema com os dados do prontuário e comparamos as recomendações e as decisões do prontuário com as do sistema. A amostra de prontuários inclui prontuários de pacientes que tinham sido encaminhados pelo Hemocentro do Hospital das Clínicas e estavam na fase de avaliação de um possível tratamento, pacientes que já tinham realizado um tratamento prévio só com Interferon e estavam realizando um segundo tratamento com Interferon e Ribavirina e pacientes que estavam realizando o primeiro intento de tratamento, a maioria dos prontuários correspondia a este tipo de paciente. O número de consultas registradas para cada paciente variava entre 5 e 47 consultas por prontuário.

O sistema coincidiu em 397 das 432 recomendações sobre medicamentos, exames e ações registradas nos prontuários e não fez nenhuma recomendação que possa ser considerada duvidosa pelos especialistas. Como exemplos de discrepâncias, em um dos casos o sistema sugeriu parar com o Interferon depois de 4 meses de valores altos de ALT, mas no caso real, o paciente tomou Interferon durante seis meses antes de parar; em um outro caso o sistema sugeriu a redução da dosagem de Ribavirina baseado nos resultados do exame de sangue, mas no caso real a dosagem foi mantida.

No caso do sistema de gerenciamento de hipertensão, o modelo de gerenciamento foi desenvolvido a partir do guideline de hipertensão do Sexto Relatório do Comitê Nacional Conjunto (JNC VI) sobre prevenção, detecção, avaliação e tratamento de pressão arterial alta [42]. Também foi utilizado material adicional de consulta relacionado com o tratamento de hipertensão [22, 52]. Como a análise do material não foi feita por profissio-

nais de saúde, surgiram problemas de interpretação do guideline do JNC VI que estavam relacionados com:

- Ambigüidades na interpretação de expressões do guideline. Assim, por exemplo, no caso de ter que determinar os principais fatores de risco de pacientes com hipertensão o guideline especifica “historia familiar de doenças cardiovasculares: mulheres com menos de 65 ou homens com menos de 55”. Neste caso apresentava-se a dúvida entre duas possíveis interpretações, uma delas consistia em considerar que ter familiares com doenças cardiovasculares era um fator de risco que devia ser considerado quando o paciente era uma mulher com menos de 65 anos ou um homem com menos de 55 anos e a outra interpretação era considerar que ter familiares com doenças cardiovasculares era um fator de risco só no caso que o familiar fosse uma mulher com menos de 65 anos ou um homem com menos de 55.
- Determinar como era utilizado no diagnóstico e tratamento de hipertensão a informação obtida do exame físico e dos exames sugeridos pelo guideline. Por exemplo, no exame físico recomendado pelo guideline o profissional deve “*examinar as extremidades para verificar a ausência ou diminuição de pulsação arterial periférica, ruídos e edema*” e em um outro ponto do guideline considera-se o fato do paciente ter “doenças arteriais periféricas” como um dos fatores que influem na determinação do grupo de risco do paciente, portanto deve ser estabelecido como é utilizada a informação proveniente do exame físico para determinar se o paciente tem uma doença arterial periférica e assim poder calcular o grupo de risco.
- A definição de alguns termos como por exemplo “dislipidemia” que é um dos fatores que devem ser considerados entre os possíveis fatores de risco do paciente. Neste caso, além do significado médico do termo, existiam dúvidas referentes a se a presença ou ausência de dislipidemia podia ser determinada em função do resultado de exames ou devia ser perguntado ao usuário na consulta.

Para resolver este e outros problemas de interpretação foi necessário interagir com um especialista no tratamento de hipertensão. Como consequência dessa interação foi desenvolvido um modelo que é a base de um sistema de apoio ao gerenciamento de hipertensão. Temos que ressaltar, que os problemas apresentados na construção do modelo foram problemas que surgiram na fase de interpretação do guideline e não na fase de representação.

O sistema de tuberculose está baseado no sistema ADTP desenvolvido pelo Departamento de Informática em Saúde (DIS) da Universidade Federal de São Paulo que foi utilizado na cidade de Recife em um programa de gerenciamento de tuberculose. O sis-

tema desenvolvido utilizando *ST-guide* foi testado e os resultados obtidos coincidiram com os resultados obtidos pelo sistema desenvolvido no DIS.

Em todos os casos, nosso formalismo permitiu representar o conhecimento associado ao gerenciamento de cada uma das doenças consideradas. O conjunto de doenças escolhidas constituem uma amostra significativa com relação ao tipo de conhecimento e as ações envolvidas no gerenciamento de paciente com doenças crônicas ou de longa duração.

Capítulo 6

Exemplo de modelagem de um segmento de guideline

Nos últimos anos os guidelines e protocolos consolidaram-se como um meio para garantir uma melhor prática clínica e podem ser utilizados como fonte de conhecimento para desenvolver sistemas de apoio para o diagnóstico e tratamento de pacientes. A especificação do conhecimento associado ao acompanhamento de pacientes com hipertensão arterial foi realizada, como já foi mencionado, com base no texto do guideline sobre hipertensão do Sexto Relatório do Comitê Nacional Conjunto (JNC VI) [42]. O guideline foi analisado para poder extrair o conhecimento relevante para cada uma das fases do tratamento de hipertensão. A análise foi complementada utilizando material adicional sobre hipertensão [22, 52] e foram realizadas consultas com um especialista. Um sistema de monitoramento de pacientes com hipertensão arterial foi implementado em função da especificação obtida.

A seguir é apresentado um segmento do guideline, a análise realizada sobre esse segmento e sua especificação em *ST-guide*.

6.1 Análise do guideline

A título de exemplo, é apresentada uma parte da análise realizada para a modelagem do acompanhamento de pacientes com hipertensão. Essa análise baseia-se no seguinte segmento do guideline:

Se o paciente não atingiu a pressão arterial alvo e se a resposta do primeiro medicamento escolhido para a hipertensão não é a adequada depois de atingir a dose completa, e se o paciente está tolerando bem a primeira escolha, então agregar uma segunda droga de uma outra classe. Se um diurético não foi escolhido como primeira droga então ele é reco-

mendado como um segundo agente, já que a ação conjunta do diurético vai potencializar os efeitos dos outros agentes.

Este fragmento faz referência às ações que devem ser realizadas quando a administração do primeiro medicamento na sua dose máxima não produz o resultado esperado e o paciente não apresenta problemas de intolerância à droga ministrada inicialmente. Neste caso, recomenda-se adicionar um outro medicamento e é sugerido que esse segundo medicamento seja um diurético.

Neste segmento do guideline utilizam-se conceitos relacionados com:

- Ações a serem realizadas em determinadas situações do tratamento do paciente.
- Medicamentos ministrados no tratamento, classes de medicamentos e doses em que esses medicamentos são ministrados.
- Resposta do paciente a uma determinada medicação e tolerância do paciente às drogas ministradas no tratamento.

Cada um destes conceitos deve ser especificado em *ST-guide* com o intuito de fornecer o conhecimento necessário para monitorar adequadamente o tratamento de um paciente com hipertensão. Da leitura do texto, depreende-se que um sistema que utilize essa especificação deve ter informação sobre o paciente para verificar em cada consulta se ele atingiu ou não a pressão arterial alvo. Como consequência dessa verificação, caso o paciente não tenha atingido a pressão alvo, o sistema deveria, no mínimo, enviar uma mensagem informando esse fato ao encarregado de supervisionar a evolução do paciente. Além do lembrete, o sistema poderia fazer uma recomendação sobre possíveis modificações no tratamento. Para fazer recomendações deste tipo, é necessário ter conhecimento sobre medicamentos. A informação que é preciso conhecer sobre o paciente e sobre medicamentos, assim como os lembretes e recomendações, devem ser especificados em *ST-guide* para realizar a implementação de um sistema para o monitoramento de pacientes com hipertensão baseado nessa especificação.

Apresentamos a seguir qual é a informação relacionada com o paciente que é necessária para poder especificar o segmento de guideline que estamos analisando.

6.2 Informação sobre o paciente

A primeira coisa que deve ser estabelecida para realizar a especificação é o significado de “atingir a pressão arterial alvo”. O guideline fornece informação que permite determinar esse significado e ela pode ser resumida na seguinte tabela :

Tipo de Paciente	Pressão Arterial Alvo
Sem outras doenças	Inferior a 140/90 mm Hg
Com proteinúria	130/85 mm Hg
Com proteinúria (superior a 1 grama em 24 horas)	125/75 mm Hg
Com diabetes melito	Inferior a 130/85 mm Hg

Da leitura da tabela, pode-se ver que a pressão arterial alvo depende de outras doenças que o paciente possa ter. Para determinar corretamente a pressão alvo de cada paciente é preciso saber da existência dessas doenças. Num sistema de monitoramento de pacientes, esse conhecimento sobre outras doenças pode ser introduzido pelo profissional de saúde (a pedido do sistema) ou pode ser determinado pelo sistema em função de dados referentes a resultados de exames e a sinais e sintomas do paciente. Como o objetivo do trabalho realizado foi testar a adequação de *ST-guide* para especificar sistemas encarregados de acompanhar o tratamento de pacientes, foi decidido que o profissional de saúde seria quem forneceria a informação sobre outras doenças, portanto não é preciso especificar o conhecimento necessário para determinar a existência dessas outras doenças.

Para saber se um paciente atingiu ou não a pressão arterial alvo, deve ser conhecida sua pressão sistólica e diastólica, se ele tem diabetes melito e se tem proteinúria. Todos estes dados relacionados com o paciente são especificados, como já foi mencionado no capítulo 4, utilizando os itens agrupados em **physical_examination** e **information_need**.

Como os valores da pressão arterial, assim como outros dados, devem ser obtidos em cada consulta ao longo de todas as fases do tratamento, então, na fase inicial do tratamento, **disease_diagnosis**, é feita a seguinte especificação:

```
disease_diagnosis
  physical_examination
    vital_signs:
      heart_rate
      respiratory_rate
      blood_pressure:
        blood_pressure_systolic
        blood_pressure_diastolic
      end_blood_pressure
    end_vital_signs
    periodicity
      each appointment;
```

Os dados que devem ser obtidos em cada uma das consultas foram agrupados e foi dado o nome **vital_signs** para eles. Assim, nas outras fases do gerenciamento do tratamento só precisa ser especificado o seguinte:

```

physical_examination
  vital_signs
    >periodicity
      each appointment;

```

Mas não só é necessário saber que em cada consulta devem ser obtidos os dados da pressão arterial do paciente, como também é preciso saber qual é a fonte desses dados e que tipo de dados estão associados com a pressão arterial. Essa informação, como já foi mencionado no capítulo 5, faz parte do modelo do paciente (**patient_model**). Portanto, nesse modelo deve ser especificado:

```

patient_model
  blood_pressure_systolic
    source
      user
    value
      integer
    range
      0:260
    unit
      mmhg
  blood_pressure_diastolic
    source
      user
    value
      integer
    range
      0:200
    unit
      mmhg;

```

Esta especificação estabelece que a fonte de informação da pressão arterial (sistólica e diastólica) é o usuário do sistema e que o valor fornecido deve ser um valor inteiro. Neste caso, também é estabelecida a variação possível para o valor fornecido e o tipo de unidade associada a esse valor. Esta especificação se traduz, no momento da implementação do sistema associado, em verificações apropriadas para garantir essas restrições.

Para determinar a pressão alvo é necessário saber se o paciente tem diabetes e proteinúria. Essa informação deve ser ministrada pelo usuário, por isso no item **information_needed** tem que ser especificado que deve ser solicitada informação sobre a existência desses problemas:

information_needed

```

[proteinuria;
dyslipidemia;
diabetes;
heart_diseases;
stroke_transient_ischemic_attack;
cerebrovascular_disease;
nephropathy;
peripheral_arterial_disease;
retinopathy]
periodicity
  1 year;
```

Esta informação é solicitada no começo do tratamento como parte da história pessoal do paciente. No caso de algumas doenças como a diabetes, se a presença da doença é confirmada no começo do gerenciamento do paciente, isso fica armazenado no sistema e não volta a ser solicitada informação a respeito, mas se o paciente não tiver essa doença quando começa o tratamento, então o sistema pergunta periodicamente em outras fases do tratamento, caso assim tenha sido especificado.

A informação sobre proteinúria também é fornecida pelo profissional da saúde que acompanha o tratamento, embora neste caso o sistema poderia determinar a presença deste problema em função do resultado de exames de laboratório. No modelo do conhecimento do domínio é especificado o item:

proteinúria**source**

```
user
```

value

```
symbol [none;low;moderate;high];
```

A presença deste item estabelece que a fonte de informação sobre proteinúria é o usuário e que o valor que este pode receber é *none*, *low*, *moderate* ou *high*. Foi estabelecido com o especialistas consultor do projeto que proteinúria '*high*' corresponde a valores superiores a 1 grama em 24 horas.

Feita a análise do que precisa ser conhecido e de como o conhecimento é especificado em *ST-guide*, a determinação do fato do paciente ter atingido ou não a pressão arterial alvo é feita através da seguinte função booleana:

```

goal_blood_pressure = true
    if not diabetes and
        proteinuria = 'none' and
        blood_pressure_systolic < 140 and
        blood_pressure_diastolic < 90
goal_blood_pressure = false
    if not diabetes and
        proteinuria = 'none' and
        (blood_pressure_systolic ≥ 140 or
        blood_pressure_diastolic ≥ 90)
goal_blood_pressure = true
    if diabetes and not (proteinuria = 'high') and
        blood_pressure_systolic < 130 and
        blood_pressure_diastolic < 85
goal_blood_pressure = false
    if diabetes and not (proteinuria = 'high') and
        (blood_pressure_systolic ≥ 130 or
        blood_pressure_diastolic ≥ 85)
goal_blood_pressure = true
    if not diabetes and
        (proteinuria = 'low' or proteinuria = 'moderate') and
        blood_pressure_systolic < 130 and
        blood_pressure_diastolic < 85
goal_blood_pressure = false
    if not diabetes and
        (proteinuria = 'low' or proteinuria = 'moderate') and
        (blood_pressure_systolic ≥ 130 or
        blood_pressure_diastolic ≥ 85)
goal_blood_pressure = true
    if proteinuria = 'high' and
        blood_pressure_systolic < 125 and
        blood_pressure_diastolic < 75
goal_blood_pressure = false
    if proteinuria = 'high' and
        (blood_pressure_systolic ≥ 125 or
        blood_pressure_diastolic ≥ 75)

```

Esta função será utilizada nas condições que estabelecem quando devem ser enviados lembretes ou sugestões sobre o tratamento do paciente.

6.3 Medicamentos

Para poder tratar de um paciente com hipertensão é necessário ter conhecimento dos medicamentos que podem ser utilizados. As classes de drogas sugeridas no guideline são:

- Diuréticos, distinguindo entre os tiazídicos, os de alça e os poupadores de potássio.
- Inibidores adrenérgicos (periféricos, de ação central, alfa-1 bloqueadores e beta-bloqueadores).
- Vasodilatadores diretos.
- Inibidores da enzima conservadora da angiotensina (IECA).
- Antagonistas dos canais de cálcio (AC), distinguindo entre os dihidropiridinicos (DHP) e os não dihidropiridinicos e entre aqueles que tem ação prolongada ou não prolongada.
- Antagonistas do receptor da angiotensina II.

Além do conhecimento referente as classes de medicamentos específicos para o tratamento de hipertensão, a correta recomendação de um medicamento está relacionada com outras doenças que o paciente possa ter, já que algumas classes de anti-hipertensivos são recomendadas quando o paciente tem outras doenças. As indicações estabelecidas no guideline são as seguintes:

Indicação	Tratamento Medicamentoso
Diabete Melito (tipo 1) com proteinúria	IECA
Insuficiência Cardíaca	IECA, diuréticos
Hipertensão sistólica isolada em pacientes idosos	Diuréticos (preferidos), AC (DHP de ação prolongada)
Infarto de miocárdio	Beta-bloqueadores sem atividade simpático-mimética intrínseca (sem ASI)
Infarto de miocárdio com disfunção sistólica	IECA
Pacientes que não apresentam condições co-mórbidas que têm indicações estabelecidas de outros anti-hipertensivos	Diuréticos, beta-bloqueadores

O guideline estabelece estas indicações caso não existam contra-indicações para que esse medicamento seja ministrado. As contra-indicações, do mesmo modo que as indicações, são fornecidas pelo guideline em função da condição do paciente. Também é fornecida informação sobre os efeitos favoráveis que os medicamentos anti-hipertensivos podem ter sobre outras doenças do paciente (condições co-mórbidas).

A informação sobre esses possíveis efeitos favoráveis é resumida na tabela a seguir:

Tipo de condição co-mórbida	Medicamentos com efeitos favoráveis
Angina	Beta-bloqueadores, AC
Taquicardia atrial e fibrilação	Beta-bloqueadores, AC (não DHP)
Hipertensão induzida pela ciclosporina	AC
Diabete melito (tipos 1 e 2) com proteinúria	IECA(preferido), AC
Diabete melito (tipo2)	Diuréticos (baixas doses)
Dislipidemia	Alfa-bloqueadores
Tremor essencial	Beta-bloqueadores (não AC)
Insuficiência cardíaca	Carvedilol, inibidores do receptor AT1 da angiotenesina II
Hipertiroidismo	Beta-bloqueadores
Enxaqueca	Beta-bloqueadores (não CS), AC (não DHP), clonidina
Infarto de miocárdio	Cloridrato de diltiazem, cloridrato de verapamil
Osteoporose	Tiazidas
Hipertensão pré-operatória	Beta-bloqueadores
Prostatismo (hipertrofia prostática)	Alfa-bloqueadores
Insuficiência renal	IECA

A informação sobre os efeitos desfavoráveis nas condições co-mórbidas e as contra-indicações estabelecidas pelo guideline são as seguintes:

Tipo de condição co-mórbida	Medicamentos com efeitos desfavoráveis ou contra-indicados
Doença pulmonar com broncoespasmo	Beta-bloqueadores (contraindicados)
Depressão	Beta-bloqueadores, alfa agonistas, reserpine (contraindicado)
Diabete melito (tipos 1 e 2)	Beta-bloqueadores, diuréticos (altas doses) de diuréticos
Dislipidemia	Beta-bloqueadores (sem-ASI), diuréticos (altas doses)
Gota	Diuréticos
Bloqueio cardíaco de segundo ou terceiro grau	Beta-bloqueadores (contraindicado), AC (não-DHP)(contraindicado)
Insuficiência cardíaca	Beta-bloqueadores(exceto carvedilol), AC(exceto besilato de amlodipina e felodipina)
Doença vascular periférica	Beta-bloqueadores
Doença hepática	Cloridrato de labetalol, metildopa
Doença vascular periférica	Beta-bloqueadores
Gravidez	IECA (contraindicado), bloqueadores do receptor de angiotensina II (contraindicado)
Insuficiência renal	Agentes poupadores de potássio
Doença renovascular	IECA, bloqueadores do receptor de angiotensina II

Quando uma droga é ministrada simultaneamente com outras drogas, ela pode interagir positiva ou negativamente, segundo o ponto de vista dos efeitos que essa combinação de drogas tem no estado de saúde do paciente. Embora este tipo de conhecimento seja importante para determinar a escolha de um medicamento, ele não foi considerado no presente trabalho.

O conhecimento associado com as tabelas anteriores é especificado no modelo do conhecimento do domínio. Esse conhecimento sobre as diferentes famílias de medicamentos utilizados no tratamento de hipertensão é organizado numa hierarquia de classes. Cada classe tem associado um item caracterizado por um conjunto de atributos, onde é especificada toda a informação relacionada com essa classe de medicamentos. O primeiro nível da hierarquia de medicamentos anti-hipertensivos é a seguinte:

antihypertensive**member**

[diuretic; adrenergic_inhibitors; direct_vasodilators;
calcium_antagonists; ACE_Inhibitor; angiotensin_II_receptor_blocker]

diuretic**member**

[tiazidic; loop_diuretic; potassium_sparing]

adrenergic_inhibitor**member**

[periferal_agent; central_alpha_agonist; alpha_blocker; beta_blocker]

direct_vasodilator**member**

[hydralazine_hydrochloride; minoxidil]

calcium_antagonist**member**

[nondihydropyridines; dihydropyridines]

ace_inhibitor**member**

[benazepril_hydrochloride; captopril; enalapril_maleate;
fosinopril_sodium; lisinopril; moexipril; quinapril_hydrochloride;
ramipril; tandolapril]

angiotensin_ii_receptor_blocker**member**

[losartan_potassium; valsartan; irbesartan];

Alguns dos membros destas classes, por sua vez, precisam ser expandidos, assim os beta-bloqueadores tem associado um item próprio que descreve as características gerais dessa classe de medicamento:

beta_blocker**member**

[acebutolol; atenolol; betaxolol; bisoprolol_fumarate;
carteolol_hydrochloride; topolol_tartrate;
metoprolol_succinate; nadolol; pindolol;

```

    propranolol_hydrochloride; timolol_maleate;
    penbutolol_sulfate]
cost
    cheap
generic
    true
favourable_effects_on
    [myocardial_infarction(non_ISA)]
less_favourable_effects_on
    [angina; atrial_tachycardia; migraine(non_CS);
    fibrillation; hyperthyroidism; essential_tremor;
    preoperative_hypertension; migraine(non_ISA)]
unfavourable_effects_on
    [depression; diabetes_mellitus_1; diabetes_mellitus_2;
    dyslipidemia(non_ISA); heart_failure(except(carvedilol));
    peripheral_vascular_disease]
contraindications
    [bronchospastic_disease; heart_block_2; heart_block_3]
comon_side_effects
    [bronchospasm; bradycardia; heart_failure; fatigue;
    insomnia; impaired_peripheral_circulation;
    hypertriglyceridemia];

```

A descrição da classe estabelece quais são os beta-bloqueadores, quando é aconselhável indicar esse tipo de medicamento, quais são as doenças sobre as quais esse medicamento pode ter efeitos favoráveis e desfavoráveis, quando não pode ser ministrado (contraindicado) e quais são os efeitos colaterais mais comuns que esse tipo de medicamento apresenta. Também fornece informação referente ao custo e à disponibilidade de genéricos.

Cada um dos membros da classe **beta_blocker** está associado, por sua vez, a um item onde são especificadas as características próprias desse tipo de medicamento. Assim, por exemplo, o item associado ao **propranolol_hydrochloride** é o seguinte:

```

propranolol_hydrochloride
    trade_name
        Inderal
    low_dose
        40 mg
    high_dose
        480 mg
    frequency
        2 day;

```

Este item estabelece a dose mínima e máxima e a frequência com que deve ser ministrado o medicamento. Esta informação é utilizada pelo sistema de monitoramento quando sugere introduzir um medicamento, caso a ação que sugere o agregado do medicamento não tenha associada a dose e/ou a frequência com que deve ser ministrado. Se a ação especifica esses valores, prevalece o que foi especificado na ação.

6.4 Modelagem das ações sugeridas pelo guideline

O fragmento do guideline que está sendo analisado estabelece as ações que devem ser realizadas no caso de um paciente que não atingiu a pressão arterial alvo quando foi ministrado um primeiro medicamento na sua dose máxima e esse medicamento está sendo bem tolerado pelo paciente. Neste caso a ação sugerida pelo guideline é o agregado de um medicamento de uma outra classe, sugerindo que de preferência esse medicamento seja um diurético, se esse não for o medicamento que o paciente está utilizando.

A partir do estabelecido no guideline são especificadas as seguintes ações:

actions

```

...
add_drug
  drug
    diuretic
  dose
    low
  frequency
    1 day
  condition
    not(goal_blood_pressure) and not(side_effect) and
    not(use(diuretic)) and
    dose(last_added(hypertension))= 'maximum'
add_drug
  drug
    antihypertensive
  exclude
    diuretic
  dose
    low
  condition
    not(goal_blood_pressure) and not(side_effect) and
    use(diuretic) and
    dose(last_added(hypertension)) = 'maximum';

```


Nas condições das duas ações é utilizada a função **goal_blood_pressure** assim como também as funções predefinidas **use**, **last_added** e **dose**. A primeira destas funções predefinidas, como foi mencionado no capítulo 4, é uma função booleana que é verdadeira se o paciente está utilizando o(s) medicamento(s) especificado no argumento da função. A segunda é uma função que devolve o último medicamento que foi indicado para o paciente. No caso de **dose** ela devolve a dose que está sendo utilizada de um medicamento.

Na segunda ação é sugerido um anti-hipertensivo, nesse caso o sistema implementado sugere como possível medicamento cada um membros da classe **antihypertensive**. O sistema utiliza a informação especificada na hierarquia de anti-hipertensivos para excluir das recomendações aqueles medicamentos contra-indicados para o estado do paciente e aqueles medicamentos que já tenham sido ministrados. No presente trabalho não foi considerado nenhum tipo de mecanismo para estabelecer o grau de preferência para recomendar um medicamento em função dos efeitos favoráveis que os medicamentos podem ter com relação ao estado do paciente.

Estas ações são parte do conjunto de ações que deve ser especificado na fase na qual o paciente não está respondendo ao tratamento ministrado associado com a palavra chave **management_not_responsive_patient**. No caso de hipertensão, o estado no qual o paciente não está respondendo ao tratamento foi dividido em dois sub-estados: **patient_without_medication** e **patient_with_medication**. O segmento de guideline analisado corresponde ao segundo sub-estado, já que o paciente não está respondendo ao primeiro medicamento ministrado.

patient_with_medication

Capítulo 7

Conclusões e trabalhos futuros

A primeira contribuição desta tese, apresentada no capítulo 3, foi a análise do processo de gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração. Como resultado dessa análise identificamos um conjunto de fases do processo de gerenciamento:

- Diagnóstico da doença.
- Avaliação da possibilidade de um tratamento.
- Gerenciamento inicial do tratamento.
- Gerenciamento de pacientes que respondem ao tratamento.
- Gerenciamento de pacientes que não respondem ao tratamento ou apresentam efeitos colaterais.
- Gerenciamento de contra-indicações.
- Gerenciamento de controle.

Também identificamos qual é o conhecimento relevante de cada uma das fases que permite realizar o acompanhamento do paciente. Esse conhecimento está relacionado com: (1) os sinais e sintomas do paciente e dados do tratamento que está sendo ministrado; (2) os exames e procedimentos que cada uma dessas fases exige; (3) quais as ações que devem ser realizadas; (4) a periodicidade dos encontros paciente/profissional de saúde; (5) os eventos que causam a mudança de uma fase para a outra; (6) os objetivos a serem atingidos nessa fase ou a evolução esperada da doença nessa fase.

Já no capítulo 4 apresentamos a principal contribuição desta tese, o formalismo *ST-guide* que permite representar o conhecimento associado ao gerenciamento de doenças

crônicas ou de longa duração. Este conhecimento é utilizado como base para sistemas de apoio aos profissionais de saúde no gerenciamento de seus pacientes.

As fases identificadas e as mudanças de uma fase para outra foram modeladas no formalismo utilizando um conjunto de estados, associados às fases de gerenciamento, e um conjunto de transições entre esses estados, associadas às mudanças de fase. Um conjunto de itens associamos a cada um dos estados permitem representar o conhecimento referente ao gerenciamento do paciente.

O formalismo que apresentamos no capítulo 4 não só provê um meio para representar o conhecimento associado ao gerenciamento de uma doença. Dado que os estados ajudam o encarregado de realizar a representação a organizar o conhecimento proveniente de guidelines ou de especialistas no tratamento da doença, o nosso formalismo também provê uma metodologia para representar o conhecimento.

A maior vantagem do formalismo é que este permite traduzir os principais conceitos envolvidos no gerenciamento para os itens fornecidos por *ST-guide*, possibilitando assim uma abordagem mais intuitiva que facilita a participação de especialistas do domínio na representação do conhecimento.

Finalmente, no capítulo 5 apresentamos a arquitetura de um sistema que, utilizando o conhecimento sobre o gerenciamento de uma doença, fornece apoio ao profissional de saúde em cada um dos encontros com o paciente. Também desenvolvemos um protótipo baseado nessa arquitetura e esse protótipo foi instanciado para ajudar no gerenciamento de pacientes com hepatite C, hipertensão e tuberculose. A representação de modelos de gerenciamento para diferentes doenças e a implementação do sistema associado tiveram como objetivo verificar a adequação do formalismo para representar o gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração. Acreditamos que o modelo é aplicável à maioria das doenças desse tipo.

7.1 Reflexões

Com relação ao formalismo apresentado podemos fazer as seguintes reflexões:

- É completo?: o formalismo permitiu representar o conhecimento associado ao gerenciamento de cada uma das doenças consideradas. O conjunto de doenças escolhidas constituem uma amostra significativa com relação ao tipo de conhecimento e as ações envolvidas no gerenciamento de pacientes com doenças crônicas ou de longa duração.
- É correto?: os sistemas implementados aportam evidência favorável.

- É inteligível?: só podemos mencionar a facilidade de compreensão da representação do modelo de hipertensão por parte de um especialista.
- O uso real do formalismo permitiria verificar a adequação do modelo de execução e a inteligibilidade do modelo.

7.2 Trabalhos Futuros

Um dos trabalhos a serem realizados no futuro é a integração do sistema de gerenciamento com o sistema de registro do paciente. Nesse caso, o fato de que o registro do paciente pode não refletir o estado atual do paciente deve ser tratado com cuidado. Uma outra questão que deve ser estudada ao longo do uso do sistema é como lidar com o direito do profissional de saúde de não aceitar as sugestões do sistema. Eventuais modificações ou extensões do sistema proposto deverão ser feitas em função dos resultados obtidos a partir do uso do sistema de gerenciamento por parte dos profissionais de saúde.

O enfoque proposto nesta tese pode ser estendido em várias direções. Uma delas é a possibilidade de considerar casos de pacientes já tratados, não só com informação que pode ser apresentada ao profissional de saúde quando ele a solicite, mas como ajuda no processo de gerenciamento do paciente, especialmente para lidar com situações especiais não previstas no modelo. Tal extensão permitiria combinar o conhecimento geral do gerenciamento com o conhecimento obtido em experiências passadas.

Uma outra extensão está relacionada com a possibilidade de definir um sistema de gerenciamento de pacientes que integre com cada um dos sistemas de gerenciamento de diferentes doenças. Este sistema deveria determinar em cada uma das consultas de um paciente quais seriam os sistemas de gerenciamento de doenças necessários para lidar com a situação atual do paciente. Para que isto pudesse ser realizado, deveria ser estabelecido como integrar os resultados de cada um desses sistemas para obter um conjunto de recomendações coerentes com o estado do paciente. Um sistema deste tipo permitiria não só ajudar no atendimento de pacientes, mas também poderia ajudar na avaliação da qualidade do atendimento dos pacientes no conjunto e tal vez até fosse capaz de detectar problemas no atendimento ministrado e situações anormais nos resultados do tratamento.

Apêndice A

Especificação do gerenciamento de hepatite

```

/*****
/***** DISEASE DIAGNOSTIC *****/
/*****/

```

```
disease_diagnostic
```

```
    physical_examination
```

```
        vital_signs:
```

```
            heart_rate
```

```
            respiratory_rate
```

```
            blood_pressure:
```

```
                blood_pressure_systolic
```

```
                blood_pressure_diastolic
```

```
            end_blood_pressure
```

```
        end_vital_signs
```

```
        periodicity
```

```
            each appointment;
```

```
information_needed
```

```
    patient_data:
```

```
        birth_data
```

```
        sex
```

```
        marital_status
```

```
        occupation
```

```
    end_patient_data
```

```
    periodicity
```

```

        once;
derived_patient
  caption
    'Patient from other service?'
  value
    bool
  periodicity
    once;
previous_diagnostic
  caption
    'Previous diagnostic of Hepatitis C?'
  condition
    derived_patient
  value
    bool
  periodicity
    once;
hepatitis_antecedents:
  transaminases:
    alt
    ast
    GGT
    alkaline_phosphatase
  end_transaminases
  hcv_rna
  anti_hcv
  genotyping
  hepatic_biopsy
  previous_interferon
  previous_ribavirina
end_hepatitis_antecedents
  condition
    derived_patient
  periodicity
    once;
signs_symptoms_hepatitis:
  jaundice
  nausea
  vomit
  lost_appetite
  abdominal_pain

```

```

    fever
    fatigue
    head_ache
    acitis
    hepatomegalie
end_signs_symptoms_hepatitis
    periodicity
        each appointment;
risk_factors_transmission_hepatitis:
    injecting_drug_user
    hemodialysis_patient
    sex_contact_infected_persons
    multiple_sex_partners
    transfusion
    clotting_recipient
    infant_born_infected_women
    tatoo
    piercing
    acupunture
end_risk_factors_transmission_hepatitis
    periodicity
        once;
alcohol_abuse
    caption
        'Alcohol abuse?'
    value
        bool
    periodicity
        6 months;
drug_abuse
    caption
        'Drug abuse?'
    value
        bool
    periodicity
        6 months;
weight
    periodicity
        each appointment;
confirm_hepatitis
    caption

```

```

        'Confirm hepatitis?'
    periodicity
        each appointment;
    pregnant
    caption
        'Pregnant?'
    value
        bool
    periodicity
        each appointment
    condition
        sex = 'F' and age > 12 and age < 55;

actions
    suggest
        caption
            'Council to prevent possible spread of hepatitis'
        suggestion_type
            prevent_possible_spread;
    suggest
        caption
            'Stop intake alcohol'
        suggestion_type
            stop_alcohol
        condition
            alcohol_abuse;
    suggest
        caption
            'Stop drug abuse'
        suggestion_type
            drug
        condition
            drug_abuse;

tests
    transaminase
    periodicity
        1 month;
    condition
        risk_hepatitis or hepatitis_symptoms or derived_patient ;
    anti_hcv

```



```

condition
    risk_hepatitis or hepatitis_symptoms or derived_patient ;
hcv_rna
condition
    anti_hcv = 'positive';
genotyping
condition
    anti_hcv = 'positive';

```

```

change_to_state
therapy_feasibility_assessment
    condition
        confirm_hepatitis and age >= 12 and
        age <= 65 and not pregnant;
stop_management
    condition
        confirm_hepatitis and (age <12 or age > 65 or
        pregnant)
    doing
        suggest
            'Patient should be referred to
            an specialist in viral hepatitis';

follow_up
periodicity
    1 month;

```

```

/*****
/***** THERAPY FEASIBILITY ASSESSMENT *****/
/*****

```

```

therapy_feasibility_assessment
    physical_examination
        vital_signs
            periodicity
                each appointment;

information_needed
    weight
        periodiciy

```

```

        each appointment;
alcohol_abuse
  caption
    'Alcohol abuse?'
  value
    bool
  periodicity
    6 months;
drug_abuse
  caption
    'Drug abuse?'
  value
    bool
  periodicity
    6 months;
auto_immune_disease
  caption
    'Auto immune disease?'
  value
    bool;
heart_disease
  caption
    'Heart disease?'
  value
    bool;
renal_failure
  caption
    'Renal failure?'
  value
    bool;
thyroiditis
  caption
    'Thyroiditis?'
  value
    bool
  periodiciy
    each appointment;
anemia
  caption
    'Anemia?'
  value

```

```

        bool;
decompensated_liver_disease
    caption
        'Decompensated liver disease?'
    value
        bool;
severe_depression
    caption
        'Severe depression?'
    value
        bool;
begin_treatment
    caption
        ' Does the patient begin the treatment?'
    value
        bool
    periodiciy
        1 month
    condition
        at_least(3,last_time(4 m, alt_assessment),['abnormal']) and
        active_chronic_hepatitis and
        not contraindication;
begin_interferon
    caption
        'Begin interferon intake?'
    value
        bool
    periodiciy
        1 month
    condition
        begin_treatment;
begin_ribavirin
    caption
        'Begin ribavirin intake?'
    value
        bool
    periodiciy
        1 month
    condition
        begin_treatment;

```

actions

suggest

caption

'Council to prevent possible spread of hepatitis'

suggestion_type

prevent_possible_spread;

suggest

caption

'Stop intake alcohol'

suggestion_type

stop_alcohol

condition

alcohol_abuse;

suggest

caption

'Stop drug abuse'

suggestion_type

drug

condition

drug_abuse;

suggest

caption

'Psychological appointment'

suggestion_type

psy_appointment

periodicity

2 months

condition

severe_depression or psychosis;

suggest

caption

'Begin treatment hepatitis'

suggestion_type

begin_treatment

condition

at_least(3,last_time(4m,alt_assessment),['normal']) and
active_chronic_hepatitis and
not contraindication;

add_drug

drug

interferon

```

    dose
      5-10 MU
    periodicity
      3 week
    duration
      6-12 month
    condition
      at_least(3,last_time(4m,alt_assessment),['abnormal']) and
      active_chronic_hepatitis and
      not contraindications;
  add_drug
    drug
      ribavirin
    dose
      1000-1200 mg
    periodicity
      day
    duration
      6-12 month
    condition
      at_least(3,last_time(4m,alt_assessment),['normal']) and
      active_chronic_hepatitis and
      not contraindications and
      not contraindications_ribavirin ;
  .....
  tests
    transaminase
      periodicity
        1 month;
    ultrasound
      periodicity
        6 months;
    liver_biopsy;
    tsh;
    Platelets;
    complete_blood_count;

  change_to_state
    control_management
      condition
        at_least(3,last_time(4m,alt_assessment),['normal']);

```

initial_therapy_management

condition

begin_treatment;

follow_up

periodicity

1 month;

```

/*****
/***** INITIAL THERAPY MANAGEMENT *****/
/*****/

```

initial_therapy_management

physical_examination

vital_signs

periodicity

each appointment;

information_needed

weight

periodicity

each appointment;

alcohol_abuse

caption

'Alcohol abuse?'

value

bool

periodicity

6 months;

drug_abuse

caption

'Drug abuse?'

value

bool

periodicity

6 months;

thyroiditis

caption

'Thyroiditis?'

```

    value
      bool
    periodiciy
      each appointment;
  anemia
    caption
      'Anemia?'
    value
      bool
    periodiciy
      each appointment;
  psychosis
    caption
      'Psychosis?'
    value
      bool
    periodiciy
      each appointment;
  severe_depression
    caption
      'Severe depression?'
    value
      bool
    periodiciy
      each appointment;
  stop_therapy
    caption
      'Stop therapy?'
    value
      bool
    periodiciy
      1 month
    condition
      side_effects or
      (at_least(3,last_time(5 m,alt_assessment),['abnormal']) and
      hcv_rna ='positive' and
      time_elapsed_since_begin_treatment > '4 months');

  actions
    suggest
      caption

```

```

        'Stop therapy?'
    suggstion_type
        stop
    periodicity
        2 months
    condition
        side_effects or
        (at_least(3,last_time(5 m,alt_assessment),['abnormal']) and
        hcv_rna ='positive' and
        time_elapsed_begin_treatment > '4 months');
suggest
    caption
        'Step down Ribavirin'
    suggstion_type
        step_down
    periodicity
        2 months
    condition
        anemia and use(ribavirin);
suggest
    caption
        'Psychological appointment'
    suggstion_type
        psy_appointment
    periodicity
        2 months
    condition
        severe_depression or psychosis;
suggest
    caption
        'Stop intake alcohol'
    suggestion_type
        stop_alcohol
    condition
        alcohol_abuse;
suggest
    caption
        'Stop drug abuse'
    suggestion_type
        drug
    condition

```



```

    drug_abuse;

tests
    transaminase
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    patelets
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    creatinine
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    protrombine
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    tsh
        periodicity
            1 month;
    complete_blood_count
        periodicity
            [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak;1 month];
    hcv_rna
        periodicity
            6 months;

.....

follow_up
    periodicity
        [1 weak; 1weak; 1 weak; 1weak; 1 month];

change_to_state
    management_responsive_patient
        condition
            at_least(5,last_time(6 m,alt_assessment),['normal']) and
            not side_effects;
    control_management
        condition
            stop_therapy;

```

```

/*****/
/***** MANAGEMENT RESPONSIVE PATIENT *****/

```

```

/*****

```

```

management_responsive_patient

```

```

    physical_examination

```

```

        vital_signs

```

```

            periodicity

```

```

                each appointment;

```

```

    information_needed

```

```

        weight

```

```

            periodiciy

```

```

                each appointment;

```

```

    alcohol_abuse

```

```

        caption

```

```

            'Alcohol abuse?'

```

```

        value

```

```

            bool

```

```

        condition

```

```

            alt_assessment = 'abnormal';

```

```

    drug_abuse

```

```

        caption

```

```

            'Drug abuse?'

```

```

        value

```

```

            bool

```

```

        condition

```

```

            alt_assessment = 'abnormal';

```

```

    thyroiditis

```

```

        caption

```

```

            'Thyroiditis?'

```

```

        value

```

```

            bool

```

```

        periodiciy

```

```

            each appointment;

```

```

    anemia

```

```

        caption

```

```

            'Anemia?'

```

```

        value

```

```

            bool

```

```

        periodiciy

```

```

            each appointment;

```

```

    psychosis

```

```

caption
  'Psychosis?'
value
  bool
periodiciy
  each appointment;
severe_depression
caption
  'Severe depression?'
value
  bool
periodiciy
  each appointment;
stop_therapy
caption
  'Stop therapy?'
value
  bool
periodiciy
  1 month
condition
  side_effects or
  time_elapsed_begin_treatment > '12 months';

```

actions

```

suggest
caption
  'Stop intake alcohol'
suggestion_type
  stop_alcohol
condition
  alcohol_abuse;
suggest
caption
  'Stop drug abuse'
suggestion_type
  drug
condition
  drug_abuse;
suggest
caption

```

```

        'Psychological appointment'
    suggstion_type
        psy_appointement
    periodicity
        2 months
    condition
        severe_depression or psychosis;
suggest
    caption
        'Stop therapy?'
    suggstion_type
        stop
    periodicity
        2 months
    condition
        side-effects or
        time-elapsed_begin_treatment > '12 months';
suggest
    caption
        'Step down Ribavirin'
    suggstion_type
        step-down
    periodicity
        2 months
    condition
        anemia and use(ribavirin);

tests
    transaminase
        periodicity
            1 months;

    hcv_rna
        periodicity
            6 months;

    tsh
        periodicity
            6 months;
    complete_blood_count
        periodicity

```

```

        1 month;
    patelets
        periodicity
        1 month;
    creatinine
        periodicity
        6 month;
    protrombine
        periodicity
        6 month;

```

```

follow_up
    periodicity
    1 month;

```

```

change_to_state
control_management
    condition
        stop_therapy;

```

```

/*****
/***** CONTROL MANAGEMENT *****/
/*****/

```

```

control_management

```

```

    physical_examination
        vital_signs
            periodicity
            each appointment;

```

```

    information_needed
        weight
            periodiciy
            each appointment;
        alcohol_abuse
            caption
            'Alcohol abuse?'
        value
            bool

```

```

    condition
      alt_assessment = 'abnormal';
drug_abuse
  caption
    'Drug abuse?'
  value
    bool
  condition
    alt_assessment = 'abnormal';
pregnant
  caption
    'Pregnant?'
  value
    boolean
  periodicity
    each appointment
  condition
    sex = 'F' and age > 12 and age < 55;

```

tests

```

transaminase
  periodicity
    each appointment

```

```

hcv_rna
  periodicity
    6 months;

```

actions

```

suggest
  caption
    'Stop intake alcohol'
  suggestion_type
    stop_alcohol
  condition
    alcohol_abuse;
suggest
  caption
    'Stop drug abuse'
  suggestion_type
    drug

```

```

    condition
        drug_abuse;

follow_up
    periodicity
        [3 months;6 months;12 months]
    condition
        alt_assessment = 'normal' or alt_assessment = 'bordeline';

follow_up
    periodicity
        1 month
    condition
        alt_assessment = 'abnormal' and
        not used([interferon,ribavirin]);

follow_up
    periodicity
        6 month
    condition
        alt_assessment = 'abnormal' and
        used([interferon,ribavirin]);

change_to_state

therapy_feasibility_assessment
    condition
        at_least(3,last_time(4m,alt_assessment),['abnormal']) and
        not used([interferon,ribavirin]) and not pregnant;

/*****
/***** FUNCTIONS *****/
*****/

side_effects = true
    if thyroiditis or psychosis or
        severe_depression or anemia;
contraindications = true
    if thyroiditis or psychosis or
        severe_depression;
contraindications_ribavirin = true
    if anemia;

```

```
risk_hepatitis = true
  if injecting_drug_user or clotting_recipient
    hemodialysis_patient or transfusion or
    sex_contact_infected_persons or
    multiple_sex_parteners or
    infant_born_infected_women or
    tatoo or piercing or acupunture;
hepatitis_symptoms = true
  if jaundice or nausea or vomit or
    lost_appetite or abdominal_pain or
    fever or fatigue or head_ache or
    acitis or hepatomegalie;
alt_assessment = 'normal'
  if alt <= 40;
alt_assessment = 'bordeline'
  if alt > 40 and alt <= 80;
alt_assessment = 'normal'
  if alt > 80;
```

Bibliografia

- [1] R. L. Altman. AI in Medicine: The Spectrum of Challenges from Managed Care to Molecular Medicine. *AI Magazine*, pp. 67–77, Fall 1999.
- [2] E. Armengol, A. Palaudaries e E. Plaza. Individual Prognosis of Diabetes Long-term Risks: A CBR Approach. Relatório Técnico 04, IIIA (Artificial Intelligence Research Institute), Barcelona, Espanha, 2000.
- [3] M. H. Beers e R. Berkow. The Merck Manual of Diagnosis and Therapy. Seventeenth Edition, 1999.
- [4] A. A. Boxwala, R. A. Greenes e S. R. Deibel. Architecture for Multipurpose Guideline Execution Engine. Em *Proceedings of the AMIA Annual Fall Symposium*, pp. 701–705, 1999.
- [5] B. Buchanan e E. Shortliffe, editors. *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristics Programming Project*. Addison Wesley, Menlo Park, Calif., 1984.
- [6] J. Bury, J. Fox e D. Sutton. The PROforma Guideline Specification Language: Progress and Prospects. Em *Proceedings of the First European Workshop, Computer-based Support for Clinical Guidelines and Protocols (EWGLP 2000)*, Leipzig 13-14, novembro 2000.
- [7] Departamento de Informática em Saúde. Universidade Federal de São Paulo. ADTP. Apoio à decisão em Tuberculose Pulmonar. Manual do Usuário.
- [8] Department of Human services. Management, Control and Prevention of Hepatitis C. Guidelines for Medical Practitioners. <http://hna.ffh.vic.gov.au/phb/9609007/manage.htm>, março 2002. Government of Victoria, Australia.

- [9] P. L. Elkin, M. Peleg, R. Lacson, E. Bernstam, S. W. Tu, A. Boxwala, R. Greenes e E. H. Shortliffe. Toward Standardization of Electronic Guideline Representation. *MD Computing*, 17(6):39–44, 2000.
- [10] M. J. Field e K. N. Lohr. *Clinical Practice Guidelines: Directions for a New Program*. National Academy Press, Washington DC, 1990.
- [11] R. Focaccia. *Hepatites virais*, 1997. 1.ed., Atheneu.
- [12] J. Fox, N. Johns, C. Lyons, A. Rahmanzadeh, R. Thomson e R. Wilson. PROforma: a General Technology for Clinical Decision Support Systems. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 54:59–67, 1997.
- [13] J. Fox, N. Johns e A. Rahmanzadeh. Disseminating Medical Knowledge: the PROforma Approach. *Artificial Intelligence in Medicine*, 14:157–181, 1998.
- [14] M. K. Goldstein, B. B. Hoffman, R. W. Coleman, M. A. Musen, S. W. Tu, A. Advani, R. Shankar e M. O. O'Connor. Implementing Clinical Practice Guidelines while Taking Account of Evidence: ATHENA, an Easily Modifiable Decision-Support System for Management of Hypertension in Primary Care. Em *AMIA Annual Symposium*, pp. 303–304, Los Angeles, CA, 2000.
- [15] M. K. Goldstein, B. B. Hoffman, R. W. Coleman, S. W. Tu, R. D. Shankar, M. O'Connor, S. Martins, A. Advani e M. A. Musen. Patient Safety in Guideline-Based Decision Support for Hypertension Management: ATHENA DSS. Em *AMIA Annual Symposium*, Qashington,DC, 2001.
- [16] M. Gordon. *Nursing Diagnosis Process and Application*. Ed. Mosby, 3rd edition, 1994.
- [17] R. A. Greene, A. Boxwala, W. N. Sloan, L. Ohno-Machado e S. R. Deibel. A Framework and Tools for Authoring, Editing, Documenting, Sharing, Searching, Navigating, and Executing Computer-based Clinical Guidelines. Em *Proceedings of the AMIA Annual Fall Symposium*, pp. 261–265, 1999.
- [18] J. M. Grimshaw e I. T. Russel. Effects of Clinical Guidelines on Medical Practice: a Systematic Review of Rigorous Evaluation. Em *Lancet*, volume 342, pp. 1317–1972, 1993.
- [19] M. E. Hohnston, K. B. Langton, R. B. Haynes e A. Mathieu. Effects of Computer-based Clinical Decision Support Systems on Clinician Performance and Patient Outcome. *Ann Intern Med*, 120:135–142, 1994.

- [20] G. Hripcsak. Tutorial on how to use the Arden Syntax. Writing Arden Syntax medical logic modules. *Computers in Biomedical Research*, 24(5):331–363, 1994.
- [21] G. Hripcsak, P. Ludemann, T. A. Pruor, O. B. Wigertz e P. B. Clayton. Rationale for the Arden Syntax. *Computers in Biology and Medicine*, 27(4):291–324, 1994.
- [22] Institute for Clinical Systems Improvement. Specifications for Selected Measures: Hypertension Diagnosis and Treatment. <http://www.icsi.org/guidelst.htm>, novembro 2000.
- [23] Institute of Medicine. Guidelines for Clinical Practice: from development to use. Washington, DC, 1992.
- [24] P. D. Johnson, S. W. Tu, N. Booth, B. Sugden e I. N. Purves. Using Scenarios in Chronic Disease Management Guidelines for Primary Care. Em *AMIA Annual Symposium*, pp. 389–393, Los Angeles, CA, 2000.
- [25] C. Kulikowski e S. Weiss. Representation of Expert Knowledge for Consultation: The CASNET and EXPERT Projects. Em P. Szolovits, editor, *Artificial Intelligence in Medicine*, 1982.
- [26] L. L. X. Li. Knowledge-based Problem Solving: an Approach to Health Assessment. *Expert Systems with Applications*, 16:33–42, 1999.
- [27] P. Lucas. Computer-based Decision Support in the Management of Pirmary Gastric non-Hodgkin Lymphoma. <http://www.cs.ruu.nl/people/lucas>, 1997.
- [28] P. Lucas. Prognostic Methods in Medicne. <http://www.cs.ruu.nl/people/lucas>, 1999.
- [29] M. Marcondes, D. Ramos Sustovich e L. D. Ramos. *Clínica Médica, Propedêutica e Fisiopatologia*. Guanabara Koogan S.A., 1979.
- [30] G. K. McFarland e E. A. McFarlane. *Nursing Diagnosis & Intervention: Planning for Patient Care*. Mosby, 1992.
- [31] S. Miksch, R. Kosara e Y. Shahar. AsbruView: Visualtization of Time-oriented. Em *Proceedings Fourth International Conference on Artificial Intelligence Planning Systems*, pp. 11–18, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1998. AAAI Press, Menlo Park, CA.
- [32] S. Miksch, Y. Shahar e P. Johnson. Asbru: A task-specific, Intention-based, and Time-oriented Language for Representing Skeletal Plans. Em *Proceedings of the Seventh Whorkshop on Knowledge Engineering Methods and Languages*, Milton Keynes, UK, 1997.

- [33] R. Miller, F. Masarie e J. Myers. Quick Medical Reference (QMR) for Diagnostic Assistance. *MD Computing*, 3(5):34–48, 1986.
- [34] R. A. Miller, H. E. Pople e J. D. Myers. Internist-1: An Experimental Computer-Based Diagnostic Consultant for General Internal Medicine. *New England Journal of Medicine*, 307(8):468–476, 1982.
- [35] V. Moret-Bonillo, M. M. Cabrero-Canosa e E. M. Hernandez-Pereira. Integration of Data, Information and Knowledge in Intelligent Patient Monitoring. *Expert Systems with Applications*, 15:155–163, 1998.
- [36] M. A. Musen, R. W. Ferguson, W. E. Grosso, N. F. Noy, M. Crubezy e J. Gennari. Component-based support for building knowledge-acquisition systems. Em *Conference on Intelligent Information Processing (IIP 2000)*, Beijing, 2000. International Federation for Information Processing World Computer Congress (WCC 2000).
- [37] M. A. Musen, J. G. Schreiner, K. E. Campbell, S. W. Tu, E. H. Shortliffe e L. M. Fagan. T-Helper I: An Electronic Medical Record Supporting the Treatment of AIDS. Em *Proceedings of the Seventeenth Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care*, Washington, DC, novembro 1993.
- [38] M. A. Musen, S. W. Tu, A. K. Das e Y. Sahar. EON: A Component-based Approach to Automation of Protocol-directed Therapy. *Journal of the American Medical Information Association*, 3(6):367–388, 1996.
- [39] M. A. Musen, S. W. Tu, A. K. Das e Y. Sahar. Modeling Data and Knowledge in the EON Guideline Architecture. Em *Medinfo*, London, UK, 2001.
- [40] National Center for HIV, STD and TB Prevention. Division of Tuberculosis Elimination. Tuberculosis Information Management System (TIMS). <http://www.cdc.gov/nchstp/tb/tims/tims.htm>, março 2002.
- [41] National Guideline Clearinghouse. <http://www.guidelines.gov>, fevereiro 2002.
- [42] National Heart, Lung, and Blood Institute. *The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure*. National Institutes of Health, novembro 1997.
- [43] J. H. Nguyen, Y. Sahar, S. W. Tu, A. K. Das e M. A. Musen. Integration of Temporal Reasoning and Temporal-Data Maintenance into a Reusable Database Mediator to Answer Abstract, Time-Oriented Queries: The Tzolkín System. *Journal of Intelligent Information Systems*, 13:121–145, 1999.

- [44] NIDDK-National Digestive Diseases Information Clérinhaouse. Chronic Hepatitis C: Current Disease Management. NIH Publication Nro. 99-4230, novembro 2000.
- [45] N. F. Noy, R. Fergerson e M. A. Musen. The Knowledge Model of Protege-2000: Combining Interoperability and Flexibility. Em *Proceedings 2th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'2000)*, Juan-les-Pins, France, 2000.
- [46] L. Ohno-Machado, J. H. Gennari, S. N. Murphy e outros. The guideline Interchange Format: a Model for Representing Guidelines. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 5(4):357–372, 1998.
- [47] M. Peleg, A. Boxwala, O. Ogunyemi e outros. GLIF3: The Evolution of a Guideline Representation Format. Em *Proceedings AMIA Annual Symposium*, 2000.
- [48] M. Peleg, A. A. Boxwala, S. W. Tu, R. A. Greenes, E. H. Shortliffe e V. L. Patel. Handling Expressiveness and Comprehensibility Requirements in GLIF3. Em *MEDINFO*, London, UK, setembro 2001.
- [49] T. A. Pryor, R. M. Gardner, P. D. Clayton e H. R. Warner. The HELP System. *J Med Syst*, 7(2):87–102, abril 1983.
- [50] S. Quaglini, M. Stefanelli, A. Cavallini, G. Micieli, C. Fassino e C. Mossa. Guideline-based Careflow Systems. *Artificial Intelligence in Medicine*, 20:5–22, 2000.
- [51] S. Quaglini, M. Stefanelli, G. Lanzola, V. Caporusso e S. Panzaras. Flexible Guideline-based Patient Careflow Systems. *Artificial Intelligence in Medicine*, 22:65–80, 2001.
- [52] L. Ramsay, B. Williams, J. Johnston, G. MacGregor, L. Poston, N. Poulter e G. Russell. Guidelines for Management of Hypertension: Report of the Third Working Party of the British Hypertension Society. *Journal of Human Hypertension*, 13:569–592, 1999.
- [53] A. M. Riesco, R. M. Tomas e J. M. Mira. A Customisable Model for Assessment of Therapies in the Solution of Therapy Decision Tasks. *Artificial Intelligence in Medicine*, 16:67–82, 2000.
- [54] A. Riva e R. Bellazzi. High Level Control Strategies for Diabetes Therapy. *Artificial Intelligence in Medicine. Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 934:185–196, 1995.
- [55] Y. Shahr. A Framework for Knowledge-based Temporal Abstraction. *Artificial Intelligence*, (90):79–133, 1997.

- [56] Y. Shahar, S. Miksch e P. Johnson. The Asgaard Project: a Task-specific Framework for the Application and Critiquing of Time-oriented Clinical Guidelines. *Artificial Intelligence in Medicine*, 14:29–51, 1998.
- [57] Y. Shahar e M. A. Musen. Knowledge-based Temporal Abstraction in Clinical Domains. *Artificial Intelligence in Medicine*, 8:267–298, 1996.
- [58] R. D. Shankar e M. A. Musen. Justification of Automated Decision-Making: Medical Explanation or Medical Argument? Em Hanley & Belfus, Inc., editor, *AMIA Annual Symposium*, pp. 395–399, Washington, DC, 1999.
- [59] B. Sugden, I. Purvos, N. Booth e M. Sowerby. The PRODIGY Project - the Interactive Development of the Release One Model. Em *AMIA Annual Symposium*, pp. 359–363, 1999.
- [60] S. W. Tu e M. A. Musen. A Flexible Approach to Guideline Modeling. Em *AMIA Annual Symposium*, pp. 420–424, Washington, DC, 1999.
- [61] S. W. Tu e M. A. Musen. From Guideline Modeling to Guideline Execution: Defining Guideline-Based Decision-Support Services. Em *AMIA Annual Symposium*, 2000.
- [62] S. W. Tu e M. A. Musen. Representation Formalisms and Computational Methods for Modeling Guideline-Based Patient Care. Em *Proceedings First European Workshop on Computer-based Support for Clinical Guidelines and Protocols*, pp. 125–142, Leipzig, Alemanha, 2000.
- [63] Q. Zeng, S. W. Tu, A. Boxwala, M. Peleg, R. A. Greenes e E. H. Shortliffe. A Three-Layer Domain Ontology for Guideline Representation and Sharing. Em *AMIA Annual Symposium*, Los Angeles, CA, 2000.