

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP

Departamento de Engenharia Eletrônica

ISSN 1413-2206

BT/PEE/9820

**Engenharia do Conhecimento
Aplicada ao Domínio de
Gerenciamento de Falhas em Redes
de Comunicação: Uma Abordagem
Baseada em Modelo**

**Marilza Antunes de Lemos
Marcio Rillo**

São Paulo - 1998

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Marilza Antunes de Lemos, sob orientação do Prof. Dr. Marcio Rillo: "Engenharia do Conhecimento Aplicada ao Domínio de Gerenciamento de Falhas em Redes de Comunicação: Uma Abordagem Baseada em Modelo", defendida em 18/12/97, na Escola Politécnica.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica/USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Lemos, Marilza Antunes de

Engenharia do conhecimento aplicada ao domínio de gerenciamento de falhas em redes de comunicação : uma abordagem baseada em modelo / M.A. de Lemos, M. Rillo. -- São Paulo : EPUSP, 1998.

13 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Eletrônica, BT/PEE/9820)

1. Inteligência artificial 2. Aquisição de conhecimento 3. Gerenciamento de redes de comunicação I. Rillo, Marcio II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Eletrônica III. Título IV. Série

ISSN 1413-2206

CDD 006.3

153.15

004.6

Engenharia do Conhecimento Aplicada ao Domínio de Gerenciamento de Falhas em Redes de Comunicação: uma abordagem baseada em modelo

Knowledge Engineering Applied to Fault Management Domain in Communication Network Management: a model-based approach

Marilza Antunes de Lemos

Laboratório de Sistemas Integráveis
Departamento de Engenharia Eletrônica - Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, 158 - Cidade Universitária
05424-970 São Paulo, SP
e-mail: mlemos@lsi.usp.br

Marcio Rillo

Laboratório de Sistemas Integráveis
Departamento de Engenharia Eletrônica - Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, 158 - Cidade Universitária
05424-970 São Paulo, SP
e-mail: rillo@lsi.usp.br

Resumo

Tarefas de gerenciamento de redes, tal como a tarefa de diagnóstico de falhas, têm sido tipicamente executadas por administradores de rede. Entretanto, as tarefas estão se tornando cada vez mais complexas, devido ao crescimento da característica heterogênea e tamanho das redes atuais. Essas razões têm conduzido a pesquisa na área, em direção à automação de tarefas complexas em gerenciamento de redes. Este artigo apresenta um método de resolução de problema (PSM) proposto para automação da tarefa de diagnóstico no domínio de gerenciamento de redes. A especificação do método está baseada sob a abordagem de modelagem do conhecimento proposto pela área da Engenharia do Conhecimento. Essa abordagem tem permitido integrar e disponibilizar a experiência sobre modelagem do conhecimento através da criação de bibliotecas de componentes reusáveis. Neste trabalho uma dessas bibliotecas é apresentada, biblioteca de métodos de resolução de problemas para diagnóstico, da qual métodos são selecionados e adaptados para compor o método proposto para o domínio.

Palavras-chave: aquisição de conhecimento, gerenciamento de redes, diagnóstico baseado em modelo

Abstract

Network management tasks, such as fault diagnosis task, have been typically performed by network administrators. However, these tasks are becoming more and more complex, due to the increase of the heterogeneous characteristic and size of networks at present. These reasons have led the research in this area towards to automation of complex tasks in network management. This article presents a problem solving method (PSM) proposed for automation diagnosis task in network management domain. The method specification is based on knowledge modeling approach proposed by Knowledge Engineering area. This approach has permitted to integrate and to make available the experience on knowledge modeling through the creation of reusable components libraries. In this work one of the libraries is presented, the problem solving methods library for diagnosis, in which methods are selected and adapted to compose the proposed method for domain.

Keywords: knowledge acquisition, network management, model-based diagnosis

1 Introdução

Tarefas de gerenciamento de redes, tal como a tarefa de diagnóstico de falhas, têm sido tipicamente executadas por administradores de rede com o suporte de sistemas de gerenciamento (NMS - *Network Management Systems*). Tais sistemas interagem com elementos de rede (NEs - *Network Elements*) para obter dados sobre seu comportamento a fim de que ações possam ser tomadas pelo administrador para manter a rede num nível operacional aceitável. Um sistema de gerenciamento é uma aplicação distribuída apresentando duas entidades principais: o *gerente* e o *agente*. O gerente é a entidade centralizadora capaz de enviar requisições de operações aos agentes que se encontram localizados nos diversos elementos de rede. Cada agente obtém as informações requisitadas acessando seus recursos gerenciados e enviam-nas ao gerente. O agente pode, ainda, enviar notificações assíncronas ao gerente.

Para garantir interoperabilidade entre sistemas de gerenciamento, hardware e software heterogêneos que constituem as redes, protocolos especiais foram desenvolvidos para a interação entre gerente e agentes, dos quais destacam-se o protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*) para a arquitetura de redes Internet e o CMIP (*Common Management Information Protocol*) para a arquitetura de redes OSI (*Open Systems Interconnection*) [6]. Além disso, recursos de rede comuns às mais diversas configurações foram selecionados para compor conjuntos padronizados de recursos relevantes ao gerenciamento de redes. Notações padronizadas foram, também, estabelecidas para representar tais recursos, que assim modelados são denominados objetos gerenciados e encontram-se agrupados constituindo as chamadas MIBs (*Management Information Base*).

Apesar de todo trabalho já desenvolvido, administradores têm encontrado dificuldade para executar tarefas complexas de gerenciamento, tal como a tarefa de diagnóstico, devido ao grande número de objetos que devem ser gerenciados [12,13,17]. Essas razões têm conduzido a pesquisa na área, em direção à automação de tarefas complexas em gerenciamento de redes. Nesse contexto, técnicas do campo da Inteligência Artificial (IA) têm sido utilizadas para suportar desenvolvimento de Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC) no domínio. Particularmente, na automação da tarefa de diagnóstico de falhas em redes, a principal abordagem adotada tem sido a abordagem baseada em regras. Porém, essa abordagem que define a tarefa de aquisição de conhecimento como a *transferência do conhecimento* de um especialista humano para dentro de um sistema automatizado, tem sido criticada por diversos pesquisadores [7,8,11,15,16] que apontam limitações tais como: a dependência entre regras e a existência de conhecimento de controle na suposta descrição declarativa da base de conhecimento (fatos e regras). Em consequência, o SBC é incapaz de explicar corretamente seu raciocínio, existe a dificuldade de depuração, manutenção e finalmente a dificuldade e até mesmo a impossibilidade de reuso do sistema.

No domínio de gerenciamento de redes, as aplicações de gerenciamento fundamentadas sob a abordagem baseada em regras não são flexíveis o suficiente para se ajustarem às mudanças que ocorrem nos elementos de rede e topologia das redes na atualidade. Neste artigo é utilizada uma abordagem recente para a construção de SBCs para esse domínio, onde a principal atividade na construção desses sistemas - a aquisição do conhecimento - é vista como uma atividade de modelagem do conhecimento (*modelling view*) em contraste com a visão de transferência do conhecimento (*transfer view*). A abordagem de modelagem tem origem na declaração de Newell [11] sobre a existência do nível do conhecimento como parte da especificação de um sistema baseado em conhecimento, a qual deve ser realizada antes da especificação no nível simbólico (o programa).

A abordagem baseada em modelo para aquisição do conhecimento resulta num conjunto de modelos de conhecimento, independentemente de formalismos de implementação, onde destacam-se *modelos de domínio* e *modelos de raciocínio* (PSM - *Problem Solving Methods*). Esse resultado permite a reutilização dos modelos no projeto de novos SBCs. O uso dessa abordagem tem permitido que pesquisadores reúnem componentes, descritos no nível do conhecimento, formando *bibliotecas de modelos* [2,3,4,9,16]. Nelas, o engenheiro de conhecimento pode selecionar e adaptar modelos para a construção de SBCs.

Das inúmeras pesquisas em torno da aquisição do conhecimento vista como modelagem do conhecimento, emergiram várias metodologias e ferramentas para descrever modelos de especialidade no nível do conhecimento. As pesquisas têm contribuído umas às outras, de tal forma que evoluções dessas metodologias caminham para uma mesma direção. Em particular, a metodologia CommonKADS [4] reúne os principais

conceitos dessa série de pesquisas e é utilizada neste trabalho para a modelagem da tarefa de diagnóstico de falhas em redes de comunicação.

Uma característica importante a ser considerada em projetos de SBCs para gerenciamento de redes é a característica dinâmica das necessidades dos usuários na rede. Elas refletem mudanças na topologia da rede e nas suas aplicações, o que implica em mudanças nas aplicações de gerenciamento. Os próprios elementos padronizados, nos quais os NMSs estão baseados, podem sofrer alterações devido a avanços tecnológicos e/ou expansões. A construção de SBCs dentro da abordagem de modelagem do conhecimento garante que mudanças nesses sistemas sejam feitas de forma natural e flexível, pois cada tipo de conhecimento torna-se claramente explícito no modelo conceitual, facilitando a localização do conhecimento a ser alterado ou introduzido no sistema. Este artigo modela a tarefa de diagnóstico, no nível do conhecimento, apresentando um método de resolução reusável para a construção de SBCs que realizem essa tarefa no domínio de gerenciamento de redes.

O restante deste artigo está organizado do seguinte modo: a seção 2 descreve duas ferramentas utilizadas na modelagem da tarefa de diagnóstico: a metodologia CommonKADS e a biblioteca de métodos de Benjamins [2]; a seção 3 define um conjunto de suposições e restrições a fim de garantir a aplicabilidade do método proposto sobre o domínio; a seção 4 apresenta uma ontologia para o domínio de redes para ser utilizada na modelagem da tarefa; a seção 5 apresenta o PSM proposto descrito através de duas estruturas: a estrutura de tarefas e métodos e a estrutura de inferência de CommonKADS. Finalmente, a seção 6 apresenta as considerações finais deste artigo.

2 Ferramentas para modelagem do conhecimento

2.1 A metodologia CommonKADS

CommonKADS é uma metodologia para construção de SBCs fundamentada sob a abordagem de modelagem do conhecimento e que descreve comportamento de solução de problema, exigido ao SBC, através de quatro tipos de conhecimento: Conhecimento de Tarefa, Conhecimento de Inferência, Ontologia de Domínio e Modelo de Domínio. O conjunto dos quatro tipos de conhecimento formam o chamado Modelo *expertise* de CommonKADS.

2.1.1 Conhecimento de Tarefa

Uma tarefa é caracterizada por: (i) um objetivo a ser alcançado, (ii) um PSM capaz de alcançar esse objetivo e (iii) pelos dados de entrada e saída rotulados com nomes específicos da tarefa. Esses rótulos indicam os papéis que elementos reais do domínio desempenham no processo de resolução da tarefa (por ex. *hipótese*, *diagnóstico*). Por essa característica funcional eles são denominados *papéis de conhecimento* (*knowledge roles*). Um PSM decompõe a tarefa em sub-tarefas e define um regime de controle entre elas. Podem existir várias maneiras de se atingir um objetivo e portanto vários métodos para a resolução de uma mesma tarefa. O conhecimento de tarefa é descrito através de três estruturas: estrutura de tarefas e métodos, estrutura de tarefas e estrutura de controle da tarefa.

Estrutura de tarefas e métodos (*task-method structure*) - Mostra graficamente a decomposição de tarefas e os possíveis PSMs que resolvem cada uma das (sub)tarefas e/ou inferências primitivas.

Estrutura de tarefas (*task structure*) - É uma árvore de tarefas e sub-tarefas onde a escolha dos PSMs já foi feita. Essa estrutura significa uma estratégia fixa para a solução de problema.

Estrutura de Controle da Tarefa (*control structure*) - Descreve o regime de controle da tarefa, isto é, a descrição textual do *método de resolução* da tarefa. O regime de controle é expresso por construções de controle clássicas descritas na forma de procedimentos envolvendo as sub-tarefas mínimas da tarefa, denominadas *inferências primitivas*.

2.1.2 Ontologia do Domínio

Um PSM manipula uma descrição do domínio no qual se deseja executar a tarefa. CommonKADS descreve o conhecimento do domínio em dois níveis de abstração: o nível denominado *ontologia do domínio* e o chamado *modelo de domínio* descrito no item 2.1.3. A ontologia de domínio é uma descrição da estrutura das

declarações que podem ser feitas para descrever o domínio, constituindo uma meta-descrição do domínio. A ontologia de domínio tem duas funções: (1) fornecer um vocabulário para expressar modelos de domínio (item 2.1.3) e (2) auxiliar a identificação de *papéis de conhecimento* da tarefa (item 2.1.4). O conjunto de primitivas utilizadas para descrever ontologias de domínio em CommonKADS são: conceitos, propriedades, relações entre conceitos e relações entre expressões de propriedades. Exemplos de conceitos podem ser: *estado* e *componente*. Exemplos de relações podem ser: relação *causa*, relação *part-of*. Exemplos de relações entre conceitos podem ser: *estado causa estado*, *componente part-of componente*.

2.1.3 Modelo de Domínio

Modelos de domínio são instâncias da ontologia de domínio que utilizam os termos reais do domínio. A ontologia de domínio serve como um gabarito (*template*) para descrever o conhecimento do domínio. Por exemplo, relações *is-a* instanciadas com elementos reais do domínio, descrevem modelos taxonômicos (hierarquias de sub-tipos), relações *part-of* instanciadas descrevem modelos estruturais. As relações entre expressões de propriedades descrevem modelos comportamentais do sistema. A ligação entre o modelo do domínio e seu uso por um PSM (conhecimento de tarefa), é representada no conhecimento de inferência (item 2.1.4).

2.1.4 Conhecimento de Inferência

O conhecimento de inferência é o conhecimento intermediário entre a estrutura de tarefas e a descrição do regime de controle da tarefa. Ele descreve o fluxo de conhecimento necessário para alcançar o objetivo da tarefa e é representado pela *estrutura de inferência* (*inference structure* ou *function structure*) em CommonKADS. A estrutura de inferência é composta por (i) inferências primitivas que podem ser executadas sobre o modelo do domínio; (ii) papéis de conhecimento que elementos do domínio podem desempenhar na solução da tarefa e (iii) conexões entre as inferências primitivas através da dependência entre seus papéis de conhecimento de entrada e saída.

2.2 A Biblioteca de PSMs de Benjamins

A consulta a uma biblioteca de modelos de conhecimento torna a atividade de aquisição de conhecimento menos complexa, pois reúne conhecimento da literatura estruturado de uma maneira reusável na construção de novos sistemas. A tarefa de aquisição de conhecimento realizada neste trabalho está suportada pela biblioteca de Benjamins [2] que consiste num conjunto de métodos que podem ser reutilizados na modelagem de tarefas de diagnóstico para diversos domínios. A biblioteca está organizada numa estrutura de decomposição de tarefas e métodos onde a tarefa global de diagnóstico está decomposta em sub-tarefas e estas, por sua vez, em outras sub-tarefas formando uma árvore. No último nível dessa hierarquia encontram-se sub-tarefas mínimas (inferências primitivas). Para cada sub-tarefa são propostos vários métodos que a resolve.

Dependendo das características do domínio no qual se quer executar uma tarefa, a escolha de um método pode ser mais adequada do que outra. A seleção de um método na biblioteca é guiada pelos *critérios de adequabilidade de métodos* que representam condições que um método exige para a sua utilização. Cada PSM da biblioteca é caracterizado pelas estruturas de conhecimento de tarefa e conhecimento de inferência de CommonKADS, acrescidos dos critérios de adequabilidade. Exemplos de critérios exigidos por métodos na biblioteca são: pontos alcançáveis para observabilidade do dispositivo, existência de modelo causal, ferramentas para medição, banco de dados com valores esperados. A seção seguinte estabelece um conjunto de suposições e restrições para a seleção de métodos na biblioteca para compor o PSM proposto.

3 Suposições e restrições sobre o domínio

A especificação, no nível do conhecimento, da tarefa de diagnóstico para um domínio consiste da descrição do domínio e de um conjunto de métodos que possam manipular tais descrições. Essa dependência entre representação do domínio e critérios exigidos pelos métodos implicam no estabelecimento de restrições e suposições ao domínio. Essa medida se faz necessária por algumas razões, tais como, a natureza complexa dos problemas que SBCs se propõem a resolver, dificuldade de se modelar o domínio com toda riqueza de

detalhes, eficiência e tratabilidade do sistema [10]. Esta seção descreve as restrições e suposições assumidas no domínio de gerenciamento de redes a fim de guiar a seleção dos métodos da biblioteca para compor o método de resolução proposto.

Quando se pretende desenvolver um SBC para realizar uma determinada tarefa, é necessário identificar as dependências entre os vários tipos de tarefas encontradas nesse domínio [5]. Essa necessidade origina-se do fato de que a execução de uma tarefa pode depender da realização anterior de outro tipo de tarefa. No domínio de gerenciamento de redes, a tarefa de diagnóstico necessita que uma tarefa de *monitoração* seja realizada anteriormente a fim de obter e acumular dados a respeito dos recursos gerenciados. Uma outra aplicação de gerenciamento, denominada aqui como *gerador de eventos*, deve ser capaz de relacionar as informações monitoradas a fim de expressar a ocorrência dos estados falhos da rede, também denominados eventos. Da mesma forma, para que uma tarefa automática de *reparo* possa ser executada é necessário que uma tarefa de diagnóstico seja, anteriormente executada, indicando o diagnóstico. Portanto, as dependências de entrada e saída dessas tarefas podem ser apresentadas pela série:

monitoração → *gerador_de_eventos* → *diagnóstico* → *reparo*

Para construir o método para a tarefa de diagnóstico no domínio de redes, será assumida a existência de dados gerados por outras aplicações de gerenciamento, tais como aplicação de monitoração e gerador de eventos. Eventos ocorrem quando valores de atributos de objetos gerenciáveis ultrapassam limiares pré-armazenados e representam a ocorrência de estados particulares na rede.

A existência de indicadores da funcionalidade da rede (objetos gerenciados e seus atributos) que permitem a criação da base de eventos facilita a construção de modelos causais de estados falhos. Além disso, a representação explícita das relações de causa e efeito entre estados num modelo causal é bem adequada à tarefa de diagnóstico onde uma causa pode representar um diagnóstico e um efeito pode representar um sintoma. Assim, uma segunda suposição feita ao domínio é a existência de modelos causais de estados falhos, os quais representam o comportamento falho da rede dentro do contexto de gerenciamento focalizado.

Um terceiro critério que deve ser atendido para que o método proposto trabalhe é a existência do modelo topológico da rede. A introdução desse conhecimento num sistema de diagnóstico, permite dividir o espaço de estados-falhos da rede, de tal forma que o método pode percorrer o espaço de estados-falhos de maneira organizada, apoiada na topologia da rede.

A quarta suposição feita ao domínio refere-se ao número de falhas que podem ser manipuladas pelo método durante uma sessão de diagnóstico: falha única ou falhas múltiplas. Cada falha que ocorre num dispositivo gera um conjunto de sintomas. Um sistema de diagnóstico deve identificar a causa (falha) para cada conjunto de sintomas observados durante uma sessão de diagnóstico. O disparo de sessões de diagnósticos pode ser, tipicamente, controlado através de janelas de tempo, isto é, conjuntos de sintomas são analisados numa mesma sessão desde que tenham ocorrido no mesmo intervalo de tempo. Esse controle evita que falhas se acumulem gerando situações de falhas múltiplas. Falhas múltiplas são mais difíceis de serem identificadas e exigem métodos mais complexos e maior tempo de processamento do que a situação de falha única. O método proposto neste artigo assume a suposição de falha única para o domínio de gerenciamento de redes, uma vez que o domínio oferece facilidade na obtenção de informações temporais sobre a ocorrência de eventos na rede.

Uma quinta suposição feita ao domínio relaciona-se com as hipóteses geradas pelo método. Como a rede está representada por modelos causais entre estados-falhos, as hipóteses também o são. Portanto a dependência causal entre estados do modelo estabelece também a dependência entre hipóteses.

Em resumo, as suposições e restrições estabelecidas no domínio de gerenciamento de redes para a construção do método proposto são:

1. ocorrências de estados relevantes da rede são registrados numa base de dados (denominada aqui como *log_eventos*) e encontra-se disponível para manipulação pelo método, a fim de detectar sintomas e obter informações adicionais para testar hipóteses. O *log_eventos* é o resultado da execução das aplicações de monitoração e geradora de eventos mencionadas anteriormente;
2. existência de modelos causais de estados falhos dos elementos de rede gerenciados;
3. existência do modelo topológico da rede gerenciada;
4. suposição de falha única;
5. Hipóteses dependentes.

4 Modelando a ontologia do domínio

A definição dos tipos de modelos (*de estados e topológico*) para representar a rede permitem identificar as unidades dos modelos (*estados-falhos e elementos de rede*) e caracterizá-las segundo o domínio e a tarefa a ser realizada (diagnóstico). Esse tipo de conhecimento, obtido num nível de abstração superior ao *modelo de domínio CommonKADS*, é uma meta-descrição dos modelos de rede e corresponde à *ontologia do domínio CommonKADS* conforme explicado na seção 2. Esse conhecimento é utilizado pelo método de duas maneiras: (1) para analisar e interpretar estados-falhos de um modelo de estados de maneira organizada; (2) para realizar a transferência de um modelo à outro durante a solução de problema [1]. A figura 1 mostra a ontologia de domínio explicitada para o domínio de gerenciamento de falhas em redes.

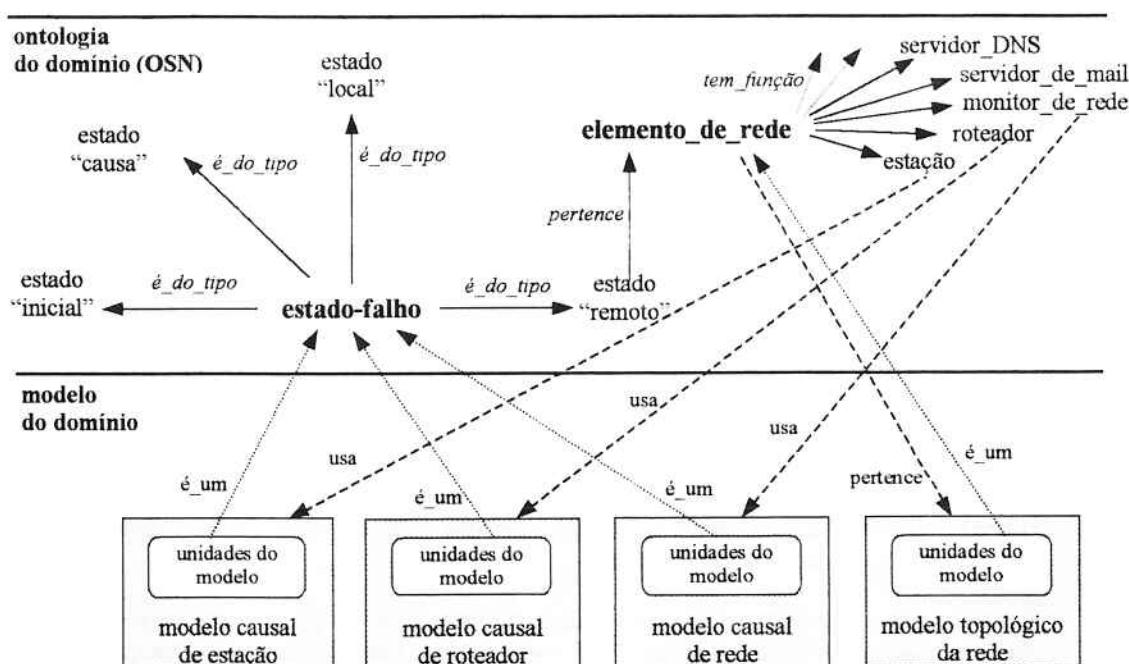


Figura 1 - Ontologia de domínio proposta para o domínio de gerenciamento de redes

Portanto, estados-falhos de um modelo causal podem ser classificados em quatro tipos:

- ❑ **estados-falhos inicial:** estados que são observados pelo método para detectar sintomas;
- ❑ **estados-falhos local:** estados que podem existir no elemento de rede observado [14];
- ❑ **estados-falhos remoto:** estados que podem existir em elementos remotos ao elemento de rede observado [14];
- ❑ **estados-falhos causa:** estados que, quando encontrados pelo método numa sessão de diagnóstico, representam o diagnóstico.

A figura 2, abaixo, mostra um modelo causal rotulado com conhecimento explicitado na ontologia de domínio.

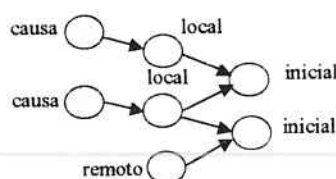


Figura 2 - Modelo causal com quatro tipos de estados-falhos: inicial, local, remoto e causa

Nem sempre será possível para o método encontrar um estado-falho, do tipo causa, através da análise de um único elemento de rede, ou seja, de um único modelo causal de estados-falhos. Pelo fato de que os elementos de rede interagem entre si, existirão situações em que o método deve analisar mais do que um modelo para encontrar o diagnóstico. Para isso, é necessária a existência de duas informações para que o método continue a busca pelo diagnóstico: (i) quais os elementos remotos disponíveis para análise; (ii) qual o estado-falho que deve ser inicialmente detectado nos elementos remotos. A primeira condição é satisfeita com a informação topológica da rede. A segunda condição é satisfeita modelando-se a interação entre estados-falhos de elementos de rede diferentes.

Uma outra *unidade de modelo* identificada na ontologia de domínio é o *elemento de rede*, o qual é a unidade representativa do modelo topológico da rede e está caracterizada na ontologia de domínio através de sua função na rede. Essa caracterização funcional está relacionada com os modelos de estados, pois estes podem ser construídos segundo o aspecto funcional gerenciado na rede. Por exemplo: roteamento, tráfego, serviço de Mail, serviço DNS e outros. A tabela 1 relaciona alguns tipos de modelos que podem ser construídos e as MIBs que fornecem variáveis relevantes para o aspecto gerenciado, o qual determina uma funcionalidade para elementos de rede.

Função do ER	Tipo de modelo	MIB (rede TCP/IP)
<i>monitor-de-rede</i>	modelo de estados-falhos de rede	RFC 1757 (RMON)
<i>roteador</i>	modelo de estados-falhos de roteador	RFC 1213 (MIB-II)
<i>estação</i>	modelo de estados-falhos de estação	RFC 1213 (MIB-II)
<i>servidor de mail</i>	modelo de estados-falhos de serviços de Mail	RFC 1566
<i>servidor DNS</i>	modelo de estados-falhos de serviços DNS	RFC 1611

Tabela 1 - Possíveis tipos de modelos para gerenciamento de redes

A ontologia de domínio não é uma estrutura pronta para ser utilizada no sistema, e sim um conhecimento a ser introduzido na especificação do método e na construção dos modelos causais. A próxima seção apresenta as estruturas de conhecimento obtidas na construção do método proposto para a tarefa de diagnóstico.

5 O modelo da tarefa diagnóstico para o domínio de gerenciamento de redes

A especificação do método aqui proposto está apoiada na consulta à biblioteca de Benjamins [2], no conhecimento ontológico explicitado na seção 4 e nas suposições e restrições estabelecidas na seção 3. A notação gráfica utilizada é a de CommonKADS, onde retângulos correspondem aos métodos e elipses correspondem às (sub)tarefas nas estruturas de tarefas e métodos. Nas estruturas de inferência, retângulos correspondem aos papéis de conhecimento e elipses correspondem às inferências primitivas (sub-tarefas mínimas).

No nível mais alto da decomposição de tarefa, a biblioteca oferece apenas um método: o método *diagnóstico primário* que decompõe a tarefa diagnóstico em três sub-tarefas: *detectar_sintoma*, *gerar_hipótese* e *discriminar_hipótese*. Vários métodos são propostos na biblioteca para essas três sub-tarefas, dos quais alguns foram selecionados e adaptados para o domínio de gerenciamento de redes, segundo os critérios de adequabilidade. A figura 3 apresenta a estrutura de inferência e a figura 4 apresenta a decomposição de tarefas propostas para a tarefa de diagnóstico no domínio.

5.1 Sub-tarefa detectar_sintoma

A ontologia do domínio inserida nos modelos causais e a disponibilidade do *log_eventos* permitem classificar os estados em sintomas. Esse conhecimento para classificar sintomas habilita a utilização do método *por classificação* para realizar a tarefa *detectar_sintoma*. O método decompõe a tarefa *detectar_sintoma* em três sub-tarefas: *obter_eventos*, *obter_estados_iniciais_do_modelo* e *classificar_sintomas*. A estrutura de tarefas e métodos e a estrutura de inferência da tarefa *detectar_sintoma* estão representadas nas figuras 4 e 5 respectivamente.

5.2 Sub-tarefa gerar_hipótese

Para realizar a tarefa *gerar_hipótese*, o método baseado em modelo é selecionado, uma vez que a representação da rede é composta de dois tipos de modelos: modelo causal e modelo topológico. O método baseado em modelo decompõe a tarefa *gerar_hipótese* em três sub-tarefas: *obter_modelo_do_elemento*, *encontrar_contribuidores* e *transformar_em_hipótese*. A estrutura de tarefas e métodos e a estrutura de inferência da sub-tarefa *gerar_hipótese* são mostradas nas figuras 4 e 6 respectivamente.

5.3 Sub-tarefa discriminar_hipótese

No modelo causal, qualquer estado falho representado, deve ser visto como um conhecimento estático e hipotético. Para verificar se um estado do modelo ocorreu na rede, a base de registros de eventos deve ser consultada. A sub-tarefa *discriminar_hipótese* tem esse objetivo. A biblioteca oferece uma decomposição que inclui três sub-tarefas: *selecionar_hipótese*, *coletar_dado* e *interpretar_dado*. Porém, no domínio de redes, sintomas podem ser observados num elemento de rede e a causa primária pode estar localizada em outro. Portanto, a decomposição de tarefas oferecida pela biblioteca foi adaptada para introduzir raciocínio sobre o modelo topológico da rede. A decomposição da tarefa *discriminar_hipótese*, consiste de duas sub-tarefas básicas: *selecionar_hipótese* e *avaliar_hipótese*.

A execução da tarefa *discriminar_hipótese* consiste da seleção de uma hipótese no conjunto de hipóteses realizada pela tarefa *selecionar_hipótese* e de sua validação pela tarefa *avaliar_hipótese*. Dois métodos são necessários para a execução da tarefa *avaliar_hipótese* e a escolha por um ou outro é realizada durante a solução de problema. Se a hipótese é um estado “local”, significa que pertence ao elemento de rede do modelo causal corrente. Para essa situação o método local é selecionado. Se a hipótese é um estado “remoto”, então os demais elementos de rede devem ser investigados. Para isso, o modelo topológico da rede deve ser consultado. Nessa situação o método remoto é selecionado para executar a tarefa *avaliar_hipótese*.

A sessão de diagnóstico termina quando uma hipótese corresponde à um estado do tipo “causa”. A rede causal que explica o estado “causa” encontrado, é formada pelos sintomas detectados no início da sessão de diagnóstico, pelas hipóteses válidas e as relações causais entre eles. A estrutura de tarefas e métodos da sub-tarefa *discriminar_hipótese* é mostrada na figura 4. A figura 7 apresenta a estrutura de inferência da sub-tarefa *discriminar_hipótese* decomposta pelo método remoto e a figura 8 apresenta a estrutura de inferência da sub-tarefa *discriminar_hipótese* decomposta pelo método local.

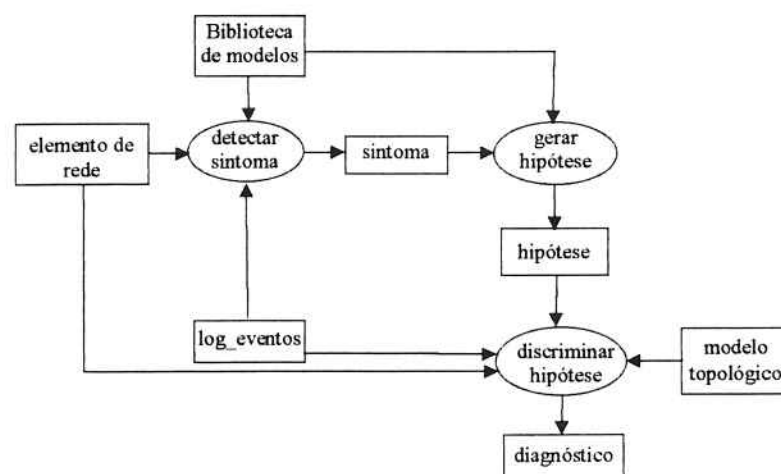


Figura 3 - Estrutura de inferência da tarefa diagnóstica

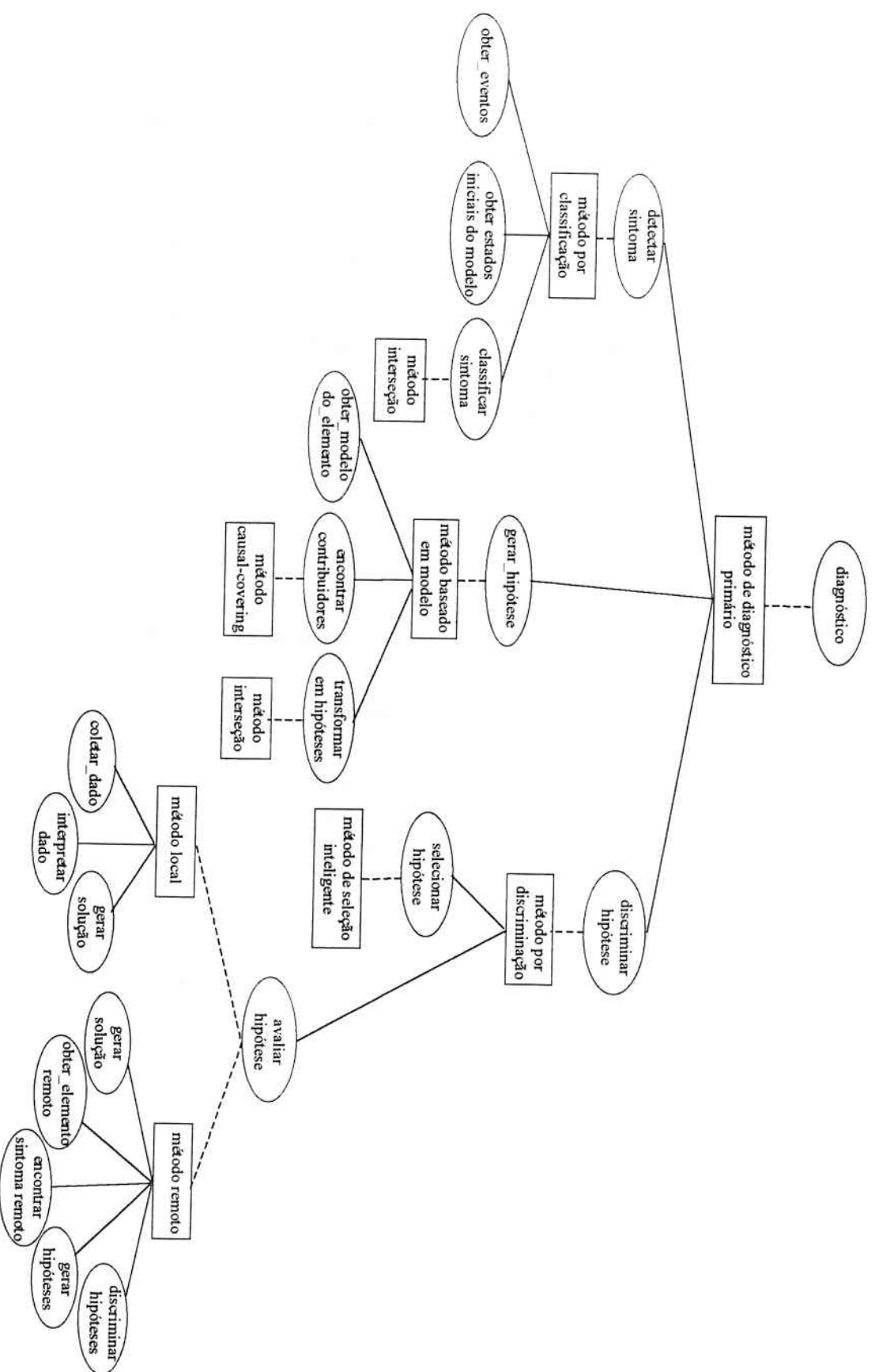


Figura 4 - Estrutura de tarefas e métodos da tarefa diagnóstica

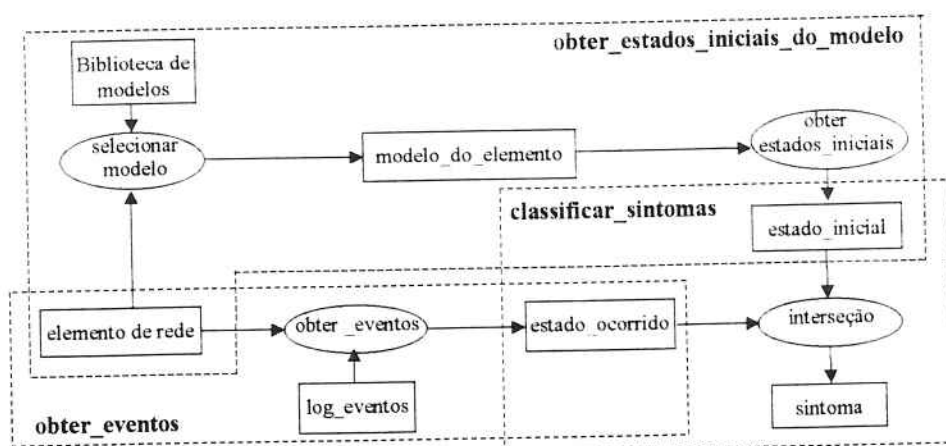


Figura 5 - Estrutura de inferência da tarefa *detectar_sintoma*

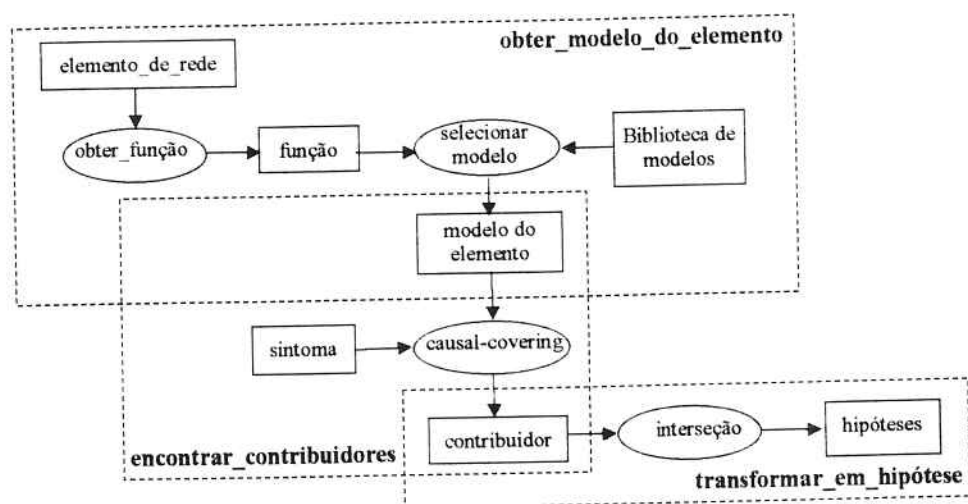


Figura 6 - Estrutura de inferência da tarefa *gerar_hipótese*

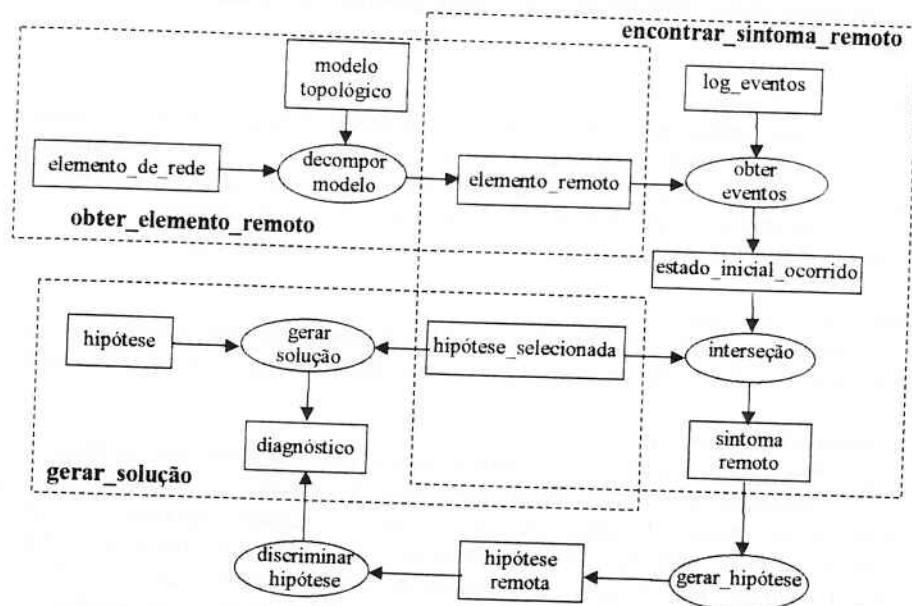


Figura 7 - Estrutura de inferência da tarefa *avaliar_hipótese* decomposta pelo método remoto

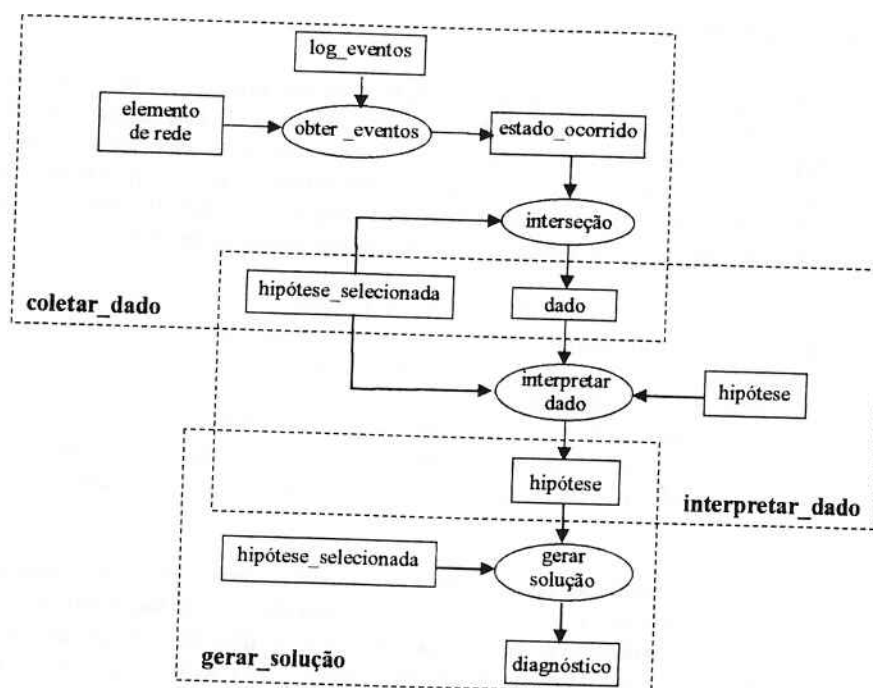


Figura 8 - Estrutura de inferência da tarefa *avaliar_hipótese* decomposta pelo método local

A execução abaixo exemplifica, de forma genérica, o raciocínio do método descrito nas estruturas de inferência:

Passo-1: Detectar sintoma

Tendo como entrada um elemento de rede, a tarefa *detectar_sintoma* verifica se existem ocorrências de eventos desse elemento na base de registros de eventos, o *log_eventos*. A função do elemento, que é alvo de gerenciamento, e seu respectivo tipo de modelo são identificados. Os estados do modelo do tipo "inicial" e que correspondem aos eventos ocorridos são assumidos como sintomas. Se no conjunto de eventos ocorridos, nenhum deles é do tipo inicial, a sessão de diagnóstico não prossegue.

Passo-2: Gerar hipótese

Hipóteses são geradas percorrendo o modelo de estados do elemento de rede sob investigação a partir dos sintomas (estados do tipo inicial). Hipóteses correspondem a estados do tipo "local", "remoto" ou "causa".

Passo-3: Discriminar hipótese

Aqui, observações adicionais são obtidas para testar a validade das hipóteses. Se a hipótese é um estado "local", significa que pertence ao elemento de rede corrente. Se a hipótese é um estado "remoto", então ela pertence aos demais elementos de rede. Portanto, o modelo topológico da rede deve ser consultado pelo método a fim de identificar o próximo elemento de rede a ser investigado. Os elementos de rede onde o estado "remoto" for detectado, são analisados. Nesse estágio, o processamento volta ao passo-2 a fim de gerar novas hipóteses. A sessão de diagnóstico termina quando uma hipótese corresponde a um estado do tipo "causa" ou quando não existem mais elementos para serem investigados e a última hipótese resultou em "remota". Nesse último caso, a causa primária está localizada fora do domínio do gerente.

6 Conclusões

A quantidade de informações existentes num domínio, principalmente num domínio amplo e complexo como o de gerenciamento de redes, dificulta a identificação da relevância das informações para a tarefa a ser realizada. Os métodos de resolução de problemas dos especialistas da área nem sempre são bem compreendidos, mesmo pelos próprios especialistas ou simplesmente ainda não existem métodos estabelecidos. Esse fato impossibilita a estruturação do conhecimento (de controle e do domínio) de outra maneira que não seja sob a abordagem baseada em regras de produção.

Nesse sentido, o suporte da biblioteca de Benjamins foi de grande importância para a configuração do método de resolução proposto. Ela reúne o esforço de anos de pesquisa no desenvolvimento de métodos de resolução para a tarefa de diagnóstico, descritos de uma maneira reusável, ou seja, no nível do conhecimento. Os critérios de adequabilidade da biblioteca direcionam o engenheiro do conhecimento na análise dos aspectos relevantes do domínio e que precisam ser considerados para a seleção dos métodos na biblioteca. A análise realizada neste trabalho, permitiu escolher e adaptar um subconjunto de tarefas e métodos da biblioteca considerando sua adequabilidade ao domínio de gerenciamento de redes, resultando no método proposto.

Conforme mencionado na seção 1, uma característica importante a ser considerada em projetos de SBCs em gerenciamento de redes é a característica dinâmica das necessidades dos usuários. Elas refletem mudanças na topologia e nas aplicações que rodam na rede, o que pode implicar em mudanças nas aplicações de gerenciamento. Neste trabalho foi possível visualizar a real separação dos tipos de conhecimento envolvidos na construção de um SBC para gerenciamento de redes. Como o método manipula elementos do domínio através dos papéis de conhecimento, alterações na rede não refletem necessariamente mudanças no método embutido num SBC. Caso um novo elemento de rede seja inserido na rede, basta inseri-lo no modelo topológico e disponibilizar seu modelo causal para acesso pelo método, sem implicar em alterações no método ou modelos causais de outros elementos de rede.

O desenvolvimento deste trabalho é um primeiro passo em direção à reusabilidade de modelos de raciocínio e modelos de domínio para automação de tarefas complexas de gerenciamento de redes. O esforço conjunto da comunidade de gerenciamento de redes pode resultar, no futuro, numa biblioteca de modelos reusáveis específica para o uso em projetos de aplicações inteligentes para o domínio.

Referências Bibliográficas

1. Abu-Hanna, A. *Multiple Domain Models in Diagnostic Reasoning*. Amsterdam, 1994. 169p. Thesis (PhD), University of Amsterdam.
2. Benjamins, V. R. *Problem Solving Methods for Diagnosis*. Amsterdam, 1993. 172p. Thesis (PhD), University of Amsterdam.
3. Bredeweg, Bert. *Expertise in Qualitative Prediction of Behaviour*. Amsterdam, 1992. Thesis (PhD), University of Amsterdam.
4. Breuker, J.; van de Velde, W. *CommonKADS Library for Expertise Modelling Reusable problem solving components*. IOS Press, Amsterdam, 1994.
5. Breuker, J. Components of Problem Solving and Types of Problems. In: EKAW - European Knowledge Acquisition Workshop, 8th, Belgium, Sep 1994, *Proceedings*, p. 118-136. (Lecture Notes in Artificial Intelligence).
6. Carvalho, T. C. M. B. *Gerenciamento de Redes: Uma abordagem de Sistemas Abertos*. BRISA, Makron Books do Brasil, 1993.
7. Clancey, W. J. Notes on "Epistemology of a rule-based expert system". *Artificial Intelligence*, v. 59, n. 1-2, p. 197-204, Feb, 1993.
8. Davis, R.; Buchanan, B. G.; Shortliffe, E. H. Retrospective on "Production rules as a representation for a knowledge-based consultation program". *Artificial Intelligence*, v. 59, n. 1-2, p. 181-189, Feb 1993.
9. de Barros, L. N.; Hendler, J.; Benjamins, V. R. Par-KAP: a Knowledge Acquisition Tool for Building Practical Planning Systems. In: IJCAI, 1997. *Proceedings*, 1997.
10. Fensel, D.; Straatman, R. Problem-Solving Methods: Making Assumptions for Efficiency Reasons. In: EKAW'96 - European Knowledge Acquisition Workshop, 9th, Nottingham, United Kingdom, May, 1996. *Proceedings*, p. 17-32. (Lecture Notes in Artificial Intelligence, v. 1076).
11. Newell, A. The knowledge level. *Artificial Intelligence*, v. 18, p. 87-127, 1982.
12. Nunes, C. M. *Um Discriminador Inteligente de Eventos de Rede para o ambiente CINEMA*. Porto Alegre, 1997, 143p. Dissertação (Mestrado) - CPGCC, UFRGS.
13. Pras, A. *Network Management Architectures*, Enschede, The Netherlands, 1995, series n. 95-02, 191p. Thesis (PhD). University of Twente.
14. Rose, M. T.; McCloghrie, K. *How to Manage Your Network Using SNMP: the networking management practicum*. Prentice Hall, New Jersey, 1995.
15. Schreiber, G.; Wielinga, B.; Breuker, J. *KADS: A Principled Approach to Knowledge-Based System Development*. Knowledge-Based Systems Book Series, v. 11, Academic Press, London, 1993.
16. Valente, A. *Legal Knowledge Engineering: A modelling approach*. Amsterdam, 1995. Thesis (PhD), University of Amsterdam.
17. Yemini, Y. *Network Management: Problems, Technologies, Standards - The State of The Art*. In: SBRC - Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 14º, Fortaleza, 20-23 maio, 1996. *Anais*. Fortaleza, SBC, 1996.

- BT/PEE/9301 - Oscilador a HEMT - 10 GHz - FÁTIMA S. CORRERA, EDMAR CAMARGO
- BT/PEE/9302 - Representação Senoidal da Voz através dos Polos do Filtro Preditor - MARCELO B. JOAQUIM, NORMONDS ALENS
- BT/PEE/9303 - Blindagens por Grades Conductoras: Cálculo do Campo Próximo - LUIZ CEZAR TRINTINALIA, ANTONIO ROBERTO PANICALI
- BT/PEE/9304 - Sistema de Otimização e Controle de Produção em Minas de Pequeno e Médio Porte - TSEN CHUNG KANG, VITOR MARQUES PINTO LEITE
- BT/PEE/9401 - Determinação das Frases de Aplicação Forense para o projeto NESPER e Tese de Mestrado IME/94, com Base em Estudos Fonéticos - MARCONI DOS REIS BEZERRA, EUVALDO F. CABRAL JUNIOR
- BT/PEE/9402 - Implementação e Teste de uma Rede Neural Artificial do Tipo KSON (Kohonen Self-Organizing Network) com Entradas Bidimensionais - MARCELO YASSUNORI MATUDA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9403 - Transformada de Walsh e Haar Aplicadas no Processamento de Voz - ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA, THIAGO ANTONIO GRANDI DE TOLOSA, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9404 - Aplicação de Redes Neurais ao Problema de Reconhecimento de Padrões por um Sonar Ativo - ALEXANDRE RIBEIRO MORRONE, CRISTINA COELHO DE ABREU, EDUARDO KOITI KIUKAWA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9405 - Tudo que se Precisa Saber sobre a Prática da FFT - Transformada Rápida de Fourier (Inclui Software) - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9406 - A Survey on Speech Enhancement Techniques of Interest to Speaker Recognition - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9407 - Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, MÁRCIO A. MATHIAS, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9408 - Implementação e Teste de Filtros do Tipo Adaptativo e "Notch" para a Remoção de Interferência de 60 Hz em Sinais de Eletrocardiograma - FLÁVIO ANTÔNIO MENEGOLA, JOSÉ AUGUSTO DE MATTOS, JOSÉ GOMES G. FILHO, SIDNEY SILVA VIANA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9409 - Compressão de Sinais de Voz utilizando Transformadas de Karhunen-Loève, Fourier e Hadamard - IVAN LUIS VIEIRA, LUIZ FERNANDO STEIN WETZEL, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9410 - "Ray Tracing" Paralelo - EDUARDO TOLEDO SANTOS, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9411 - Implementação de uma Ferramenta Posicionador para "Gate-Arrays" Tipo Mar de Portas - JORGE W. PERLAZA PRADO, WILHELMUS A. M. VAN NOIJE
- BT/PEE/9412 - Tudo que se Precisa Saber Sobre a Teoria da FFT - Transformada Rápida de Fourier - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9413 - Análise do Ruído Sonoro em uma Sala de Aquisição de Amostras de Som com Microcomputador - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9414 - Cor: Aspectos Relevantes para Visualização de Dados - SÍLVIA DELGADO OLABARRIAGA
- BT/PEE/9415 - Projeto de Filtros Digitais IIR com Fase Aproximadamente Linear Utilizando Redução de Ordem - IVAN F. J. RODRIGUES, MAX GERKEN
- BT/PEE/9416 - GERAFILTRO: Sistema para Projeto Automático de Filtros Digitais "IIR" (da especificação em alto nível ao leiaute do "ASIC") - RICARDO PIRES, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9417 - Redes Neurais Artificiais Aplicadas à Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9501 - Estudo Comparativo de Métodos de Cálculo da Frequência Fundamental - MARCOS COSTA HUNOLD, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9502 - Combinando Técnicas de Redes Neurais Artificiais e Informações de Excitação no Reconhecimento Automático do Locutor - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9503 - Utilização de Redes Neurais Artificiais para Detecção e Identificação de Falhas em Circuitos - MÁRCIO YUKIO TERUYA, ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9504 - Uso de Redes Neurais Artificiais no Reconhecimento de Locutores no Domínio Temporal - BENEDITO JOSÉ BARRETO FONSECA JÚNIOR, EUVALDO CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9505 - Projeto de Filtros Passivos e Ativos em Técnicas de Circuitos Integrados de Microondas - DAVID VIVEIROS JÚNIOR, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9506 - Uma Análise de *Clustering* para as Frases de Projeto NESPER - RONALDO OLIVEIRA MESSINA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9507 - Controle com Estrutura Variável e Modos Deslizantes - Um Estudo para Aplicação em Controle Carga-frequência da Geração - JOSE PAULO F. GARCIA, JOCELYN FREITAS BENNATON
- BT/PEE/9508 - Recuperação das Margens de Ganho e de Fase para Sistemas de Fase Não Mínima por Realimentação da Saída - MARCO H. TERRA, VITOR M. P. LEITE
- BT/PEE/9509 - Sistema de Inspeção Óptica de Dispositivos Bi-Dimensionais - CASIMIRO DE ALMEIDA BARRETO, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ
- T/PEE/9510 - Sistema de Partículas Uma Poderosa Técnica de Animação em Computação Gráfica - RENATO CURTO RODRIGUES, JOÃO ANTÔNIO ZUFFO
- BT/PEE/9511 - Efeito de Ruídos em Sinais de Voz Visualizados em Trajetórias Neurais de Kohonen - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9601 - "Um Reconhecedor de Sinais Sonoros Utilizando LVQ" - ALEXANDRE TORNICE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9602 - "Coleção Artificial Neural Networks: Uma Visão Geral dos Sistemas Neurais Artificiais de Stephen Grossberg" - CHIU HSIUNG HUANG
- BT/PEE/9603 - "Reactively-Sputtered TiN Formation Using a RF Magnetron System" - SÉRGIO PAULO AMARAL OSÓRIO, LUIZ SÉRGIO ZASNICOFF
- BT/PEE/9604 - Aspectos em Tradução de Linguagens Naturais Através de Redes Neurais Artificiais - CARLOS EDUARDO DANTAS DE MENEZES, EUVALDO F. CABRAL JR.

- BT/PEE/9605 - Implementação de Blocos Passa-Tudo Utilizando Realimentação de Erro - SÉRGIO JOSÉ CARNEIRO LEÃO, MAX GERKEN
- BT/PEE/9606 - Coleção *SANN group* Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Sakoe - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9607 - Coleção *SANN group* Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Steinbuch - ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9608 - Desenvolvimento de uma Estrutura de Duplo Nível de Metal para a Confeção de Interconexões em Circuitos Integrados - JOSÉ AUGUSTO DE ALENCAR PEREIRA, LUIZ CARLOS MOLINA TORRES
- BT/PEE/9609 - Determinação de Parâmetros de Processo para Fotomáscara "Balzers" Utilizando Gerador de Padrões - JORGE SEKI, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9610 - Um Ambiente para Desenvolvimento de Sistemas Distribuídos - PEDRO F. ROSA, JOÃO A. ZUFFO
- BT/PEE/9611 - Interpretações Teóricas do Funcionamento Cerebelar: Uma Revisão - MARCUS FRAGA VIEIRA, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9612 - Marcapasso Cardíaco Temporário Microcontrolado de Demanda e Baixo Consumo - FLAVIO ANTONIO MENEGOLA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9613 - Um Sistema de Planejamento de Ação Baseado em Casos para uma Célula Flexível de Manufatura - RICARDO LUÍS DE FREITAS, MÁRCIO RILLO
- BT/PEE/9614 - Aplicações do Boundary-Scan para o Teste de Módulos Multichip - ROBERTO C. COSSI JR., JOSÉ ROBERTO DE A. AMAZONAS
- BT/PEE/9615 - A 2.488 Gb/s GaAs 1:4/1:16 Demultiplexer IC with Skip Circuit for Sonet STS-12/48 Systems - TAUFIK ABRÃO, FATIMA S. CORRERA
- BT/PEE/9616 - Uma Contribuição para a Construção de Algoritmos em Projetos de Redes - ALLAN DE SOUZA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9617 - Análise Crítica dos Métodos de Medição do Intervalo QT do Eletrocardiograma - SÍDNEY DA SILVA VIANA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9618 - Deposição e Caracterização de Filmes de SiO₂ Crescidos pela Técnica de PECVD a Baixa Temperatura - MARCO ALAYO CHÁVEZ, INÉS PEREYRA
- BT/PEE/9619 - PARSTOOL: Uma Ferramenta de Auxílio à Simulação de Sistemas Paralelos - LI KUAN CHING, LIRIA MATSUMOTO SATO
- BT/PEE/9620 - Análise de um Método de Otimização por Malha no Treinamento de Robôs - OLÍMPIO MURILO CAPELI, JOSÉ CARLOS T. B. MORAES, SADA O ISOTANI
- BT/PEE/9701 - Identification of Unstable Mechanical Systems - ROBERTO MOURA SALES, ANSELMO BITTAR, MICHAEL PORSCH, LAÉRCIO LUCCHESI
- BT/PEE/9702 - Analysis of the Subthreshold Slope Transition Region in SOI nMOSFET - VICTOR SONNENBERG, JOÃO ANTONIO MARTINO
- BT/PEE/9703 - Introduction of the SOI MOSFET Dimensions in the High-Temperature Leakage Drain Current Model - MARCELO BELLODI, JOÃO ANTONIO MARTINO, DENIS FLANDRE
- BT/PEE/9704 - Controle de Largura de Banda Dinâmica para Transmissões *Multicast* para Redes de Alta Velocidade - SANG SOON LEE, SERGIO TAKEO KOFUJI
- BT/PEE/9705 - Uma Modificação Proposta para o Controle Preditivo Generalizado com Filtro de Kalman - JAIME QUINTERO R., OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9706 - Aplicações de Redes Neurais em Previsões Financeiras - OLÍMPIO MURILO CAPELI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9707 - Sistema Microcontrolado, Multicanal e Portátil para Estimulação Neuromuscular Funcional - ROGÉRIO QUIARIM ZARZA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9708 - Requisitos para o Mapeamento Tecnológico em Projetos de Microeletrônica - LUCIANO DE OLIVEIRA CORRÊA DE BRITO, JOSÉ ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PEE/9709 - Sistemas PRMA com Dados Acoplados - JOSÉ AUGUSTO DE LIMA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9710 - Algoritmos Genéticos (AG's) para a Otimização de Controladores Nebulosos - JULIO CESAR CEBALLOS AYA, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9711 - Um Estudo Sobre a Redução de Ruídos em Sinais Caóticos - ERNANE JOSÉ XAVIER COSTA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9712 - Geradores não Lineares de Sequência para uso em Sistemas Spread Spectrum - ANGEL ANTONIO GONZALEZ MARTINEZ, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSZY
- BT/PEE/9713 - Modelamento Físico do Sistema Heteroestrutura - Metal - CECÍLIA WETTERLE RODRIGUES, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9714 - Tensões Induzidas em Linhas Aéreas por Descargas Atmosféricas Indiretas - Modelagem e Aplicação ao Cálculo de Interrupções - ALEXANDRE PIANTINI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEE/9715 - RECMAP - Uma Ferramenta para Otimização em Síntese de Alto Nível Baseada em Reconhecimento Funcional e Mapeamento de Componentes - ANDRÉ GERHARD, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9716 - Estudo da Sinterização de Contatos Al/Ti por Recozimento Térmico Rápido Visando a Aplicação em Circuitos Integrados - ANGELO EDUARDO BATTISTINI MARQUES, ROGÉRIO FURLAN
- BT/PEE/9717 - Mixed H₂/H- Control of Discrete-Time Markovian Jump Linear Systems - OSWALDO L. V. COSTA, RICARDO P. MARQUES
- BT/PEE/9718 - Aluminium Etching with CCl₄-N₂ Plasmas - ANGELA MAKIE MAKAZAWA, PATRICK VERDONCK
- BT/PEE/9719 - O Uso de Resistes Amplificados Quimicamente e de Sililação em Litrografia por Feixe de Elétrons - ANTONIO C. SEABRA, PATRICK B. VERDONCK
- BT/PEE/9720 - Implementação de um Simulador de um Circuito Neuro-Medular que Atua no Controle da Força Motora - LUIZ JURANDIR SIMÕES DE ARAÚJO, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9721 - Avaliação das Características Físico-Químicas e Elétricas de Filmes de SiO₂ Depositados por PECVD a Partir da Reação entre O₂ e TEOS - ALVARO ROMANELLI CARDOSO E CLAUS MARTIN HASENACK
- BT/PEE/9722 - Controle e Simulação Dinâmica de Colunas de Destilação: Aplicação Prática em uma Coluna com Refluxo por Gravidade
- BT/PEE/9723 - Circuitos de Portas Lógicas Primitivas Implementados a Partir de uma Classe de Lógicas Paraconsistentes Anotadas - JOÃO INÁCIO DA SILVA FILHO, JAIR MINORO ABE, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ

- BT/PEE/9724 - Lattice Heating and Energy Balance Consideration on the I-V Characteristics of Submicrometer Thin-Film Fully Depleted SOI NMOS Devices - CLAUDIA BRUNETTI, NELSON L. A. BRAGA, LUIZ S. ZASNICOFF
- BT/PEE/9725 - Identificação de um Processo de Neutralização de pH via Redes Neurais - SILVIO FLABOREA, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9726 - Uma Estratégia de Migração de Sistemas de Telefonia Móvel com Tecnologia AMPS para a Tecnologia CDMA - RONALD LUIS CLARKSON EISNER, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9727 - Controle de pH Usando Conceitos de Invariantes de Reações e Geometria Diferencial - OSCAR A. ZANABARIA S., CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9728 - Estudo da Influência dos Parâmetros de Recozimento Térmico Rápido na Morfologia dos Filmes de TiSi_2 Formados e sua Correlação com a Tensão Mecânica - SILVANA GASPAROTTO DE SOUZA, ARMANDO ANTONIO MARIA LAGANÁ, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9729 - Analysis of Silicon Surface Microirregularities by LASER Light Scattering - JOSÉ CÂNDIDO DE SOUSA FILHO, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9730 - Wavelets in Music Analysis and Synthesis: Timbres Analysis and Perspectives - REGIS ROSSI ALVES FARIA, RUGGERO ANDREA RUSCHIONI, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9731 - Estudo de Efeitos Mútuos da Distribuição de Corrente em Condutores - AUGUSTO CARLOS PAVÃO, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PEE/9801 - Equivalência entre a Semântica da Lógica de Transações e a Semântica de sua Implementação Prolog - PAULO E. SANTOS, FLÁVIO S. C. DA SILVA
- BT/PEE/9802 - Nash Game in Mixed H_2/H_∞ Control Theory a Convex Optimization Approach - HELENICE OLIVEIRA FLORENTINO, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9803 - Text-Independent Speaker Recognition Using Vector Quantization and Gaussian Mixture Models - THOMAS E. FILGUEIRAS F., RONALDO O. MESSINA E EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9804 - Elementos Piezoresistivos para Sensores de Pressão com Tecnologia CMOS - LUIZ ANTONIO RASIA, E. C. RODRIGUEZ
- BT/PEE/9805 - Automação do Processo de Casamento de Impedância em Sistemas de Aquecimento por Microondas - J. C. DE SOUZA, J. T. SENISE, V. C. PARRO, F. M. PAIT
- BT/PEE/9806 - Considerações para o Projeto de Células de Memória SI com Transistores HEMT - JAIME H. LASSO, EDGAR CHARRY R.
- BT/PEE/9807 - Covariance Controller with Structure Constraint and Closed Loop H_∞ Bound - ANTÔNIO CARLOS DE LIMA, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9808 - Controle Unidimensional de Objetos: Uma Aplicação Prática em Fresadora Automática - MÁRCIO A. F. MURATORE, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9809 - Redes Neurais com Retardos Temporais Aplicadas ao Reconhecimento Automático do Locutor - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9810 - Topological Computation and Voluntary Control - HENRIQUE SCHÜTZER DEL NERO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA, ALFREDO PORTINARI MARANCA
- BT/PEE/9811 - Casamento de Impedância em Guia de Onda Retangular Utilizando como Variável Medida a Potência Refletida - J. C. DE SOUZA JR., J. T. SENISE
- BT/PEE/9812 - Applied Surface Science - RONALDO D. MANSANO, PATRICK VERDONCK, HOMERO S. MACIEL
- BT/PEE/9813 - Contribuição ao Estudo da Morfologia da Superfície e da Interface do Siliceto de Titânio Formado sobre Si (100) Empregando a Técnica de Microscopia de Força Atômica (AFM) - N. M. HASAN, A. A. M. LAGANÁ, S. G. SANTOS FILHO
- BT/PEE/9814 - Estudo Experimental da Tensão Mecânica em Filmes Finos de Cobre Obtidos por Evaporação ou Deposição Eletroquímica Espontânea - A. I. HASHIMOTO, S. G. FILHO
- BT/PEE/9815 - Controle Híbrido de Manipuladores Robóticos - WEBER ALLEGRI, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PEE/9816 - Entropia Informacional e Cronobiologia - ANA AMÉLIA BENEDITO SILVA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9817 - Estabilidade de Lyapunov e Controle de Atitude - FERNANDO SOUSA, FREITAS JÚNIOR, PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PEE/9818 - Projeto de um Conversor de Frequências Resistivo em Tecnologia MMIC - CLÁUDIA C. A. APARÍCIO, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9819 - Estudo de Sensibilidade de um Sistema de Modulação Digital via Simulação - RONALDO DI MAURO, LUIZ ANTONIO BACCALÁ

