

## 5 Trabalhos Relacionados

### 5.1 Introdução

A área de telecomunicações, em especial a área de gerência de redes, representa um dos mais promissores e desafiadores domínios para a aplicação de tecnologias de agentes de software [Magedanz96, Muller97]. Tal fato é evidenciado pela quantidade de trabalhos encontrados na literatura que exploram o uso de agentes de software no domínio de telecomunicações. Exemplos destes trabalhos podem ser encontrados em diversas publicações tais como anais de eventos acadêmicos [Albayrak98a, Albayrak98b, Albayrak99], livros [Hayzelden99a, Hayzelden01] e artigos [Cheikhrouhou98, Hayzelden00].

Há pelo menos quatro importantes razões para este comum casamento entre agentes de software e sistemas de telecomunicações. Em primeiro lugar, uma rede de telecomunicações é um ambiente naturalmente distribuído, composto por diversos elementos (ou nós) relativamente independentes entre si. A modularidade intrínseca a SMA (devido ao fato de serem compostos por agentes relativamente independentes) se encaixa bem neste contexto. Um segundo fator é o fato de haver por parte dos operadores de rede um grande desejo pela automatização de processos, com vistas a reduções de custos de operação da rede. As características de autonomia e pró-atividade comuns a agentes de software vão ao encontro deste anseio por automatização. Um terceiro fator para a aplicação de agentes de software é a complexidade comum a ambientes de redes em que se destaca a heterogeneidade de equipamentos, protocolos e fabricantes que tipicamente compõem as redes de telecomunicações. A aplicação do paradigma de sistemas multi-agentes traz uma grande flexibilidade para a implementação de novas funcionalidades de controle e gerência da rede. Por fim, um fator que muitos autores argumentam em favor do uso de agentes de software (e que não é específico ao domínio de telecomunicações) é que a tecnologia de agentes de software provê um nível de abstração mais apropriado que metodologias mais tradicionais (como a de orientação a objetos) para a modelagem e o projeto de sistemas complexos.

A partir de meados da década de 90, a comunidade acadêmica vem pesquisando intensamente a aplicação de agentes de software em redes de telecomunicações. As aplicações têm sido bastante diversificadas. Há trabalhos como [Minar99, Luckschandl01, González02] que sugerem o uso de algoritmos baseados em agentes de software para determinar rotas em redes de telecomunicações. O projeto IMPACT [Hansen01], por sua vez, utiliza agentes de software para controle de redes ATM [I.321]. Através destes agentes, é possível desempenhar tarefas de controle de admissão de conexão (CAC), roteamento e gerência de circuitos virtuais (VCs). Para tanto, estes agentes se comunicam com *switches* através de protocolos de sinalização ATM.

Agentes de software também têm sido usados para garantia de qualidade de serviço (QoS) em redes de telecomunicações. Em [DeMeer00], por exemplo, é proposto um mecanismo para gerência de QoS em redes IP que é sensível a variações nos requisitos das aplicações de usuário assim como variações no estado da rede. Os agentes são capazes de decidir dinamicamente a quantidade de recursos (como largura de banda) que será reservada para cada *link* virtual que liga um par de usuários. Para a reserva de recursos, os agentes usam mecanismos de sinalização RSVP [RFC2205]. Já em [Ye02], se propõe um mecanismo baseado em agentes de software para garantia de QoS em redes sem fio. O trabalho considera a questão do usuário em movimento e algumas das implicações desta questão no que diz respeito ao uso da rede. Neste trabalho são expostas duas abordagens distintas para a garantia de qualidade de serviço nestas condições. A primeira é pró-ativa e prega a reserva antecipada de banda na célula com a maior probabilidade de ser visitada pelo usuário em seguida. A segunda é reativa e busca gerenciar requisições de banda assim que elas ocorrem. Por fim, estas duas abordagens são integradas em uma estratégia única.

Outra vertente de trabalhos que aplicam agentes de software no domínio de telecomunicações explora a capacidade de negociação entre agentes com a finalidade de oferecer a usuários da rede serviços de melhor qualidade ou com a melhor razão entre custo e benefício possível. Um exemplo é o encontrado em [FIPA00082]. Neste documento, é proposta uma arquitetura em que agentes representantes de usuários negociam com agentes representantes de provedores de serviços o provisionamento de serviços de VPN [Venkateswaran01]. Estes agentes, por sua vez, negociam com agentes representantes dos administradores de redes de telecomunicações a utilização dos recursos de rede necessários para a prestação do serviço de VPN. O objetivo do agente de usuário é ser capaz de identificar o provedor de serviços que lhe ofereça as melhores condições de qualidade e preço. Outro trabalho em que se explora a negociação entre agentes é [Gibney01]. Nele, é proposto um sistema em que agentes de software

negociam entre si o estabelecimento de circuitos (ou chamadas) em uma rede de telecomunicações. Ao contrário da arquitetura apresentada em [FIPA00082], os agentes de usuários propostos por Gibney *et al.* (aqui chamados de agentes de chamada) não negociam com agentes representantes de organizações comerciais (como provedores de serviço e administradores de redes), mas sim com agentes que representam entidades pertencentes à rede, como elos (*links*) e circuitos (*paths*). O objetivo deste sistema é racionalizar o uso dos recursos da rede de modo a evitar que nela ocorram congestionamentos.

Uma linha comum de aplicação de agentes de software para gerência de redes é através dos chamados agentes móveis [Morreale98, Bieszczad98]. Agentes móveis são agentes de software que se movem de um nó para outro da rede a seu próprio critério, levando consigo seu estado e código executável para o novo hospedeiro. A linha de pesquisa de agentes móveis aplicados à gerência de redes obteve bastante popularidade a partir de meados da década de 1990 e há diversos trabalhos publicados na área. Alguns exemplos podem ser encontrados em [Karmouch99, Horlait00, Pierre01, Karmouch02, Horlait03].

O uso de agentes de software estáticos pode geralmente proporcionar uma solução suficiente para diversos problemas de gerência de redes, mas a aplicação de agentes móveis traz mais flexibilidade para as soluções e abre espaço para novas possibilidades e benefícios. A argumentação a favor do uso de agentes móveis normalmente explora a questão da interação local entre o agente de software e o recurso gerenciado. Esta interação local proporciona benefícios geralmente associados a questões de desempenho (tais como redução de tráfego na rede) e de extensibilidade (tais como a atualização e instalação de software nos equipamentos gerenciados). Também é comum a argumentação de que agentes móveis garantam mais confiabilidade e robustez aos sistemas que os empregam [Bieszczad98]. Tal argumento é particularmente apropriado para redes com enlaces intermitentes ou pouco confiáveis nas quais soluções baseadas em trocas de mensagens têm sua eficácia bastante comprometida. Um ponto negativo relacionado à aplicação de agentes móveis é o acréscimo na complexidade de sua implementação e em aspectos relacionados à segurança. Estudos quantitativos sobre o desempenho de sistemas de gerência baseados em agentes móveis podem ser encontrados em [Rubinstein99, Zhu01].

Apesar da aplicação de agentes de software para a resolução de problemas em diversos contextos no domínio de telecomunicações, é na área de gerência de redes que a aplicação deste novo paradigma de engenharia de software parece ter encontrado um solo mais fértil para a pesquisa e desenvolvimento. Há diversos trabalhos nesta categoria. Há, por exemplo, os que exploram agentes móveis, os

que exploram monitoramento de elementos de rede e ainda alguns que propõem arquiteturas mais genéricas para gerência através de agentes.

Nas seções seguintes três trabalhos que apresentam características semelhantes à arquitetura proposta neste trabalho serão apresentados com mais detalhes. O primeiro descreve o sistema Hybrid que é um SMA para gerência de redes de telecomunicações. O segundo descreve o sistema Victor que é um SMA para gerência de falhas desenvolvido para uma rede internacional de telecomunicações. Estes dois trabalhos são voltados à gerência de redes de telecomunicações (WANs). Por fim, o terceiro trabalho descreve um arcabouço (*framework*) sem nome desenvolvido por Lavinal *et al.* para a criação de redes auto-gerenciáveis através do uso de um SMA. Este trabalho é mais aplicado para a gerência de redes de computadores locais (LANs).

## 5.2 Sistema Hybrid

O sistema Hybrid [Evans99] é um sistema de gerência de redes ATM [I.321] desenvolvido por pesquisadores da empresa Broadcom Eireann Research. O principal objetivo do sistema é melhorar a escalabilidade da gerência de redes ATM. Para tanto é utilizado um método de distribuição de tarefas de gerência entre um conjunto de controladores espalhados pela rede e que são baseados em agentes de software. Cada controlador é responsável por um conjunto de recursos da rede e interage com controladores de nível mais baixo para prover serviços a clientes ou controladores de nível superior. A Figura 5.1 ilustra uma hierarquia em três níveis dos tais controladores que também são conhecidos como *autoridades*. Cada autoridade executa as tarefas típicas de gerência (FCAPS) e também se comporta como um agente de software trocando mensagens KQML [Finin97] com outras autoridades.

Cada autoridade é por si só um sistema multi-agentes. A Figura 5.2 ilustra o modelo de uma autoridade, composta de oito tipos de agentes. Há um tipo de agente responsável por cada uma das áreas funcionais de gerência (FCAPS). Além destes cinco agentes, há um agente de Serviço responsável pela interação com agentes de clientes e com agentes de outras autoridades. Há ainda um agente de Recurso que fornece uma interface entre os recursos da rede e os demais agentes do sistema e um agente ACA (*Authority Controlling Agent*) que controla a plataforma como um todo.

Cada agente de software do sistema é implementado na linguagem de sistemas especialistas CLIPS [Giarratano04]. Há dois módulos principais em cada agente; um é responsável pelas comunicações do mesmo com outros agentes e o outro controla as interações com recursos de rede sob a responsabilidade do agente

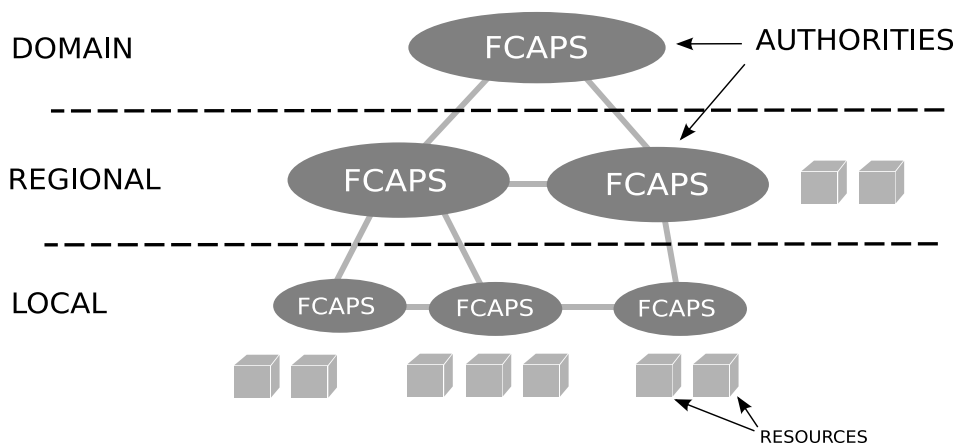


Figura 5.1: Arquitetura de autoridades

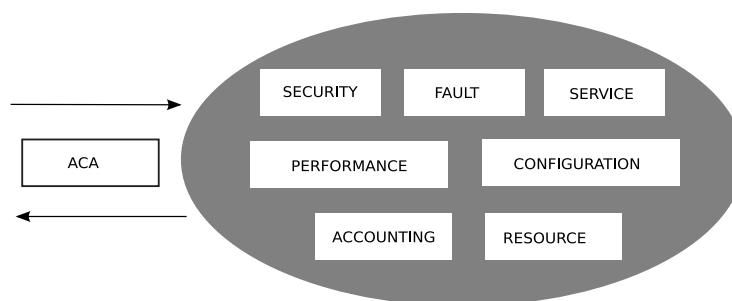


Figura 5.2: Visão conceitual de uma autoridade

em questão. A base de conhecimento de cada agente é dividida em três modelos relacionados a diferentes domínios, a saber, (i) o modelo próprio (*self model*), que armazena as metas que o agente possui, (ii) o modelo do mundo (*world model*), que mantém informações sobre objetos conhecidos pelo agente, e (iii) o modelo de agentes (*agent model*), que descreve o que o agente conhece a respeito de outros agentes. Além destes modelos, que mantêm as crenças dos agentes, há ainda uma base de habilidades (*skills*) que são os *scripts* utilizados pelos agentes para atingirem suas metas. Cada *script* de habilidade tem um conjunto de pré-condições que devem ser satisfeitas antes de ser executado, assim como um custo associado. Com isto, o agente pode escolher a ação mais adequada entre o conjunto de ações disponíveis.

Um dos principais recursos gerenciados pelo sistema Hybrid são circuitos utilizados por clientes. Cada circuito está diretamente associado a uma autoridade que se torna responsável pelo circuito no sistema. A autoridade associada a um circuito é a de nível mais baixo que contém ambas as terminações do circuito. A interação entre o cliente (usuário do circuito) e a autoridade associada ao circuito é desempenhada através de um agente *Proxy* que representa os interesses do cliente na autoridade em questão.

Quando, por exemplo, um cliente solicita a uma autoridade o estabelecimento de um circuito, ou uma mudança de configuração em um circuito já estabelecido, a autoridade verifica primeiramente quais outros recursos (equipamentos) e sub-autoridades serão afetados. Nos casos em que o roteamento do circuito puder ser feito através de diferentes sub-autoridades, o sistema deve decidir quais são as mais apropriadas. Para possibilitar esta escolha, cada autoridade exporta índices de desempenho que indicam a “saúde” da sub-rede levando-se em consideração aspectos como congestionamento, retardo e número de falhas, por exemplo. Esta interação entre autoridades e sub-autoridades pode ser encarada como uma espécie de negociação entre as mesmas. Este mecanismo permite uma distribuição mais uniforme dos serviços pelas sub-autoridade sem que nenhuma seja sobrecarregada, o que contribui para uma melhor qualidade dos serviços prestados pela rede.

Outra dinâmica interessante do sistema Hybrid ocorre quando um problema ocorre. Nestes casos, o agente de desempenho (que detectou a falha) informa o agente de configuração sobre o problema. Este pode, então, optar por uma de três alternativas: (i) resolver o problema (caso seja possível), (ii) modificar os serviços afetados de forma acordada com os respectivos agentes de clientes, ou (iii) sinalizar a falha para a autoridade de nível superior. A vantagem deste mecanismo é que em muitos casos os problemas são resolvidos em nível local sem a necessidade de envolvimento de autoridades superiores.

### 5.3 Sistema Victor

O sistema Victor [Odubiyi01] é um sistema experimental para gerência de falhas em uma rede baseada nas tecnologias ATM [I.321] e Frame Relay [I.233] então mantida pela empresa Concert Communications Services. O sistema Victor tem seis objetivos principais, listados a seguir:

- Exibir a topologia da rede e indicar problemas em elementos da rede através de uma interface gráfica;
- Detectar a localização de falhas em circuitos (VCs) específicos para os quais foram levantados *trouble tickets*;
- Disponibilizar relatórios de nível gerencial sobre falhas em circuitos e em recursos associados (como nós, cartões e enlaces, por exemplo);
- Usar mecanismos de predição de falhas para antecipar eventuais degradações no desempenho de equipamentos;
- Adaptar algoritmos de tendência (*trending algorithms*) existentes para avaliar estatísticas de desempenho de equipamentos de rede e dar suporte a uma gerência pró-ativa de falhas;

- Dar suporte ao cumprimento de metas de desempenho de rede (QoS) através do monitoramento dos elementos da rede.

O sistema Victor é fortemente baseado em agentes de software cooperativos que interagem para alcançar os objetivos levantados acima. Os agentes são divididos em cinco camadas diferentes, a saber, (i) a de interface de usuário, que contém os agentes responsáveis pela interação com os operadores de rede, (ii) a de gerência de serviço de agentes, que tem um agente que oferece serviços de infra-estrutura (tais como “páginas amarelas”) aos demais agentes, (iii) a de resolução de problemas, que contém três tipos de agentes especializados na identificação, na previsão e no registro de falhas, (iv) a de monitoramento de rede e de desempenho, cujos agentes são responsáveis pelo monitoramento de recursos de rede e pela coleta de dados usados pelos agentes da camada de resolução de problemas, e (v) a de interface com fontes de dados de gerência, cujos agentes servem como intermediários na comunicação entre o sistema Victor e os sistemas de gerência legados. No sistema Victor, as informações de estatísticas de operação dos recursos de rede são obtidas diretamente dos mesmos via CLI, e também via um *data warehouse* que é periodicamente atualizado. Os dados de topologia, por sua vez, são provenientes de uma base relacional centralizada.

Os agentes do sistema Victor comunicam-se através da linguagem FIPA ACL [FIPA00061]. Alguns dos agentes foram desenvolvidos com a plataforma Zeus [Nwana99b]. Também foi utilizada a linguagem JESS [FriedmanHill03] para a implementação de agentes.

#### 5.4

##### **Arcabouço de Lavinal *et al.***

O arcabouço de Lavinal *et al.* [Lavinal06] tem por objetivo a construção de redes auto-gerenciáveis através de uso de agentes de software. O arcabouço conceitual proposto consiste de grupos de agentes de gerência que possuem habilidades específicas e que estão associados a recursos gerenciáveis da rede. Tais grupos compartilham uma representação comum do ambiente de rede a eles associado. Além disto, as funcionalidades de gerência são modeladas através de uma ontologia própria para este domínio. Através da análise deste modelo da rede e desta ontologia, comportamentos locais (internos aos agentes) e sociais (que envolvem interações entre agentes) podem ser deduzidos e disparados, o que proporciona autonomia da rede no que se refere à sua gerência.

O arcabouço apresenta alguns conceitos organizacionais de SMA adaptados ao domínio de gerência de redes. Tais conceitos são fundamentais para a proposta e são apresentados a seguir:

**Elemento gerenciado (EG).** Corresponde a um recurso real que deve ser gerenciado. Tal recurso pode ser hardware ou software;

**Ambiente gerenciado.** Corresponde a um conjunto de EGs relacionados entre si. Um possível exemplo é uma rede local de computadores;

**Agente de gerência (AG).** Especialização de um agente de software para o domínio de gerência. Possui um conjunto de habilidades que o permitem perceber e atuar sobre EGs;

**Acoplamento AG-EG.** Indica o relacionamento entre um AG e um EG. Quando há o acoplamento, o AG se torna responsável por algum aspecto da gerência do EG;

**Funcionalidade genérica de gerência (FGG).** Funcionalidades típicas de gerência tais como monitoramento, configuração, correção, otimização e proteção. Estas funcionalidades são desempenhadas por AGs;

**Papel de um AG.** Indica tanto a funcionalidade de gerência um AG está desempenhando assim como o EG em que o AG está atuando;

**Grupo de AGs.** Indica o grupo de AGs responsáveis por EG de um ambiente gerenciado;

**Sistema auto-gerenciável.** Representa um conjunto com um ou mais grupos de AGs e os respectivos ambientes gerenciados.

Segundo este arcabouço cada AG é responsável por um aspecto da gerência de um ou mais EGs. Estes aspectos nada mais são do que funcionalidades existentes no conjunto de FGGs disponíveis.

Para permitir que os AGs deliberem sobre o ambiente e interajam uns com os outros, este trabalho propõe tanto uma estratégia para modelar ambientes gerenciáveis como o uso de ontologias para modelar as funcionalidades de gerência.

Para modelar o ambiente, é proposto o uso de três categorias distintas de EGs, a saber, (i) *serviço*, que representa serviços de software, (ii) *sistema final*, que representa os equipamentos que hospedam os serviços, e (iii) *sistema intermediário*, que representa elementos que manipulam fluxos de dados. A categoria de sistemas intermediários é subdividida em três outras subcategorias de acordo com o tipo de manipulação de fluxo de dados que se desempenha. Estas três categorias são (i) *canal*, que apenas propaga fluxos de dados às entidades vizinhas (cabos ou enlaces de rede, por exemplo), (ii) *filtro*, que bloqueia ou redireciona fluxos de dados (*firewall*, por exemplo), e (iii) *transformador*, que modifica um fluxo de dados (serviço NAT, por exemplo).



Além de modelar os EGs em si, também é necessário modelar os relacionamentos entre os mesmos. No trabalho são identificados três tipos de relacionamentos também denominados dependências: (i) dependência de serviço, usada para modelar a dependência entre dois serviços de software (um servidor de aplicações que depende de um servidor de DNS, por exemplo), (ii) dependência de hospedagem, usada para modelar o fato de que um serviço está hospedado em um sistema final, e (iii) dependência de fluxo, que representa um enlace entre sistemas finais e sistemas intermediários.

Para modelar as funcionalidades de gerência desempenhadas pelos AGs, este trabalho propõe o uso de ontologias projetadas especificamente para o domínio de gerência de redes. Tais ontologias permitem a um AG declarar as ações de gerência que ele é capaz de desempenhar e incluir em seus processos deliberativos as ações que devem ser executadas por outros agentes para que seus objetivos próprios sejam atingidos.

Para que estas ontologias de gerência sejam compartilhadas por diferentes AGs em um grupo, o trabalho propõe o uso de um agente de ontologia cuja principal função é centralizar e manter as ontologias. Os demais agentes do sistema podem consultar o agente de ontologia para identificar os papéis que implementam uma ação de gerência específica. Também é proposto o uso de um agente de grupo que centraliza as informações sobre os papéis desempenhados por todos os AGs em um grupo de AGs. Este agente de grupo é consultado quando um AG deseja encontrar outro AG para lhe solicitar alguma ação ou informação de gerência.

## **5.5 Avaliação dos Sistemas Apresentados**

### **5.5.1 Sistema Hybrid**

O sistema Hybrid é bastante interessante devido ao amplo escopo que ele abrange no contexto de gerência de redes. Como foi mencionado na apresentação acima, o sistema contempla todas as cinco grandes áreas de gerência de redes (FCAPS), contando com agentes específicos para cada uma das áreas. Teoricamente, portanto, seria possível administrar por completo uma rede de telecomunicações com este sistema.

Uma interessante contribuição deste sistema é o fato de que cada agente de software do mesmo mantém bases de conhecimento (chamadas de modelos) sobre si próprio, sobre a rede e sobre os demais agentes. Tais bases são fundamentais para garantir os aspectos de autonomia e pró-atividade dos agentes de software deste

sistema. Tal autonomia é evidenciada na dinâmica para resolução automática de falhas discutidas na apresentação do sistema.

Outro importante aspecto que deve ser mencionado é a existência de uma base de habilidades, que nada mais são do que os mecanismos que os agentes possuem para se comunicar com os equipamentos de rede, tanto para deles extrair informações quanto para agir sobre os mesmos. Esta abstração é equivalente às abstrações de Testes e Tarefas da arquitetura proposta neste trabalho discutidas nos capítulos anteriores.

Outra característica interessante do sistema Hybrid, e que é indicada pelo seu próprio nome, é que este adota uma arquitetura híbrida (ou hierárquica) para a gerência de redes. Em outras palavras, ele adota um modelo intermediário entre as alternativas centralizada e distribuída. Tal característica é semelhante ao modelo da arquitetura proposta.

Todavia, uma desvantagem observada neste sistema é decorrente justamente do amplo escopo que o sistema pretende abranger. Como trata-se de uma solução completa para a gerência de redes, integrá-lo com sistemas legados de gerência utilizados na prática em redes em produção pode ser uma tarefa bastante complexa. Há naturalmente uma grande área de interseção e conflitos com os sistemas pré-existentes, o que pode dificultar sua coexistência. Isto é evidenciado pela dinâmica de gerência do estabelecimento de circuitos descrita em sua apresentação. Tal responsabilidade é tipicamente delegada diretamente aos sistemas legados de gerência. Como foi visto, a arquitetura proposta neste trabalho foi concebida com o intuito de adequar-se a redes legadas pré-existentes, minimizando o impacto na operação e funcionamento da rede.

### **5.5.2 Sistema Victor**

O sistema Victor tem uma proposta menos ousada e abrangente que o sistema Hybrid. Ao invés de englobar todas as áreas de gerência de redes (FCAPS), os idealizadores do sistema Victor focaram seus esforços apenas nas áreas de gerência de falhas e performance. Este foco fica claro a partir dos seis principais objetivos do sistema relacionados quando de sua apresentação. O fato de que havia uma rede em produção que devia ser mantida em operação também sugere que a pesquisa teve que manter um compromisso com soluções mais pragmáticas e que causassem o menor impacto possível na operação da rede.

Tal qual o sistema Hybrid e a solução proposta neste trabalho, este sistema também segue um paradigma hierárquico para a gerência de redes. Há componentes centralizados, como bases de dados que mantêm dados sobre a topologia da rede assim como bases com o histórico de falhas de elementos da rede. Também há

componentes distribuídos, notoriamente os agentes de software que desempenham atividades de monitoramento de equipamentos e correção de falhas.

Este trabalho é um exemplo inequívoco de que tecnologias baseadas em agentes de software podem ser realmente utilizados em situações práticas e que elas não estão restritas apenas a redes experimentais em laboratórios de instituições de pesquisa.

Não há menção, entretanto, sobre estratégias para distribuição de informações pela rede. A ausência deste tipo de funcionalidade pode limitar o tipo de testes assim como a frequência com que são efetuados sobre a rede. Como foi visto anteriormente, esta é uma questão central da arquitetura proposta. Outra questão é que os tipos de teste que este sistema parece suportar são relativamente simples, baseados apenas em monitoramento de estatísticas. Como foi discutido em capítulos anteriores, a arquitetura proposta é bem mais flexível no que diz respeito ao tipo de testes com os quais é capaz de lidar.

### 5.5.3

#### **Arcabouço de Lavinal *et al.***

O trabalho de Lavinal *et al.* é o mais recente dos três apresentados neste capítulo, e é o que propõe um embasamento teórico mais sólido no que diz respeito ao uso de agentes de software no domínio de gerência de redes. Sua principal contribuição é a modelagem de uma base de conhecimento (ontologia) para a gerência de redes. Algo semelhante também é mencionado no texto sobre o sistema Hybrid, a saber, os modelos (próprio, de mundo e de agentes) e a base de habilidades, mas este tema é ali abordado de forma bastante superficial. A discussão do trabalho de Lavinal *et al.* é, entretanto, bastante detalhada.

Uma contribuição interessante é a adaptação dos conceitos de agentes de rede ao domínio de gerência de redes. Este arcabouço teórico define as principais entidades e relacionamentos que devem ser considerados em implementações de sistemas multi-agentes aplicados à gerência de redes. A ontologia apresentada contempla a modelagem de recursos de rede, como equipamentos, enlaces e serviços de software, assim como as relações de topologia e dependência entre serviços e equipamentos. São, ainda, definidas ontologias para a modelagem de ações de gerência. Tais abstrações permitem a construção de agentes deliberativos, conferindo mais pró-atividade e autonomia a tais sistemas de gerência.

Este arcabouço possui um escopo amplo, no sentido de que contempla todas as cinco grandes áreas de gerência de redes (FCAPS). Ele é também bastante genérico e, por isso, parece ser mais flexível do que o sistema Hybrid para uso em redes reais. Esta flexibilidade seria bastante útil para evitar conflitos com sistemas de gerência pré-existentes.

O paradigma de gerência adotado neste trabalho é o distribuído. Isto é compreensível uma vez que o seu foco é em redes de computadores locais (baseadas no protocolo IP), que são por essência mais distribuídas que redes baseadas em tecnologias legadas de telecomunicações. Não é comum, por exemplo, encontrar em redes locais um elemento central de gerência da rede. Portanto, não há neste trabalho menção a algum tipo de política para lidar com elementos centralizados como os comumente encontrados nas redes de telecomunicações discutidas no presente trabalho. Por conta disso, tal solução carece de adaptações para ser aplicada a este tipo de redes.