

Uma Plataforma de Suporte ao Gerenciamento da Rede UFSC

Marcello Thiry¹
Elizabeth Specialski²

Laboratório de Integração de Software e Hardware
Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Caixa Postal 476
88040-900 - Florianópolis - SC
E-mail: lisha@inf.ufsc.br

Resumo

A falta de um mecanismo que permitisse o gerenciamento da rede local da Universidade Federal de Santa Catarina (Rede UFSC) motivou o estudo para a definição de uma plataforma de gerenciamento. As características heterogêneas da Rede UFSC e a tendência mundial para a integração de sistemas abertos levaram à adoção das normas de gerenciamento da ISO neste trabalho.

Apresenta-se a descrição de uma plataforma de gerenciamento baseada em um modelo orientado a processos e objetos, onde os processos têm capacidade para tratar eventos em tempo real e os objetos são utilizados para representar os recursos físicos e lógicos do sistema a ser gerenciado. Os eventos descrevem as trocas de informações de gerenciamento no sistema e são os responsáveis pela alteração do seu estado. Um evento pode ser originado por um administrador de rede ou por um objeto gerenciado qualquer.

São apresentados também os principais aspectos de implementação que foram considerados para a implantação da plataforma de gerenciamento proposta.

Palavras Chave

Gerenciamento de Redes, Plataforma de Gerenciamento, Modelo OSI, SMASE centralizador, Processos Agentes e Gerentes, Objetos Gerenciados.

¹ Mestre em Ciência da Computação - UFSC (thiry@inf.ufsc.br)

² Mestre em Ciência da Computação - UFRGS (beth@inf.ufsc.br)

1 Introdução

A evolução do mercado e o crescimento tecnológico exigiram que as organizações distribuíssem seu processamento, passando de uma arquitetura centralizada para uma distribuída. As aplicações que antes eram executadas em equipamentos de grande porte, estão atualmente sendo executadas em microcomputadores, redes locais, estações de trabalho e computadores de grande porte de forma integrada.

A diversificação dos sistemas de *hardware* e *software* envolvidos em uma rede de computadores corporativa torna complexa a tarefa de integração. Muitos fabricantes ainda apresentam soluções particulares dificultando a interconexão entre os diferentes sistemas.

Para solucionar os problemas de interconexão de sistemas, algumas tecnologias tem sido empregadas. Aquelas que merecem destaque são os modelos OSI (*Open System Interconnection*), proposto pela ISO (*International Organization for Standardization*) e Internet, proposto pelo IAB (*Internet Activities Board*).

A capacidade de comunicação entre os diversos sistemas não é o único problema a ser resolvido. A quantidade elevada de recursos disponíveis nas redes de computadores atuais demanda uma exigência de gerenciamento que não pode ser ignorada. O problema agrava-se quando são adicionados novos componentes.

Segundo Chede [CHEDE93], o gerenciamento de rede não deve apenas especificar as políticas de controle e uso da rede. Deve-se monitorar constantemente a rede e identificar degradações ou anormalidades que afetem seu uso, antes que estas sejam visíveis aos usuários.

As políticas de controle e uso das redes deve abranger, além do *hardware* e sua segurança física, o *software*, a segurança, o desempenho e a contabilização dos recursos.

O gerenciamento deve ser capaz de fornecer, aos administradores de rede, relatórios consolidados e sumarizados. Estes relatórios podem conter também informações sobre tendências de partes do sistema. Este tipo de informação é extremamente útil para o apoio à tomada de decisões. Os parâmetros utilizados para a avaliação da eficiência e eficácia da rede devem ser fornecidos pelos administradores de rede [CHEDE93].

Muitas vezes, o processo de gerenciamento é feito de forma parcialmente automatizada. Um operador de rede controla diversos tipos de sistemas de gerenciamento, sendo o responsável pela integração dos mesmos. Um exemplo deste tipo de solução pode ser encontrado na Gerência Integrada de Rede da Telesc (Telecomunicações de Santa Catarina S/A) [THIRY93].

Segundo Tarouco [BRISA93], o diagnóstico de um problema pode ocorrer em três níveis:

- No primeiro nível, o diagnóstico ocorre após a chegada de um relato de problema. Neste nível, o operador interage com o computador, buscando diagnosticar as causas do problema. Para isto, ele pode dispor de bases de dados que permitam recuperar as informações relacionadas com os dispositivos envolvidos. É aberta uma ficha de ocorrência;
- No segundo nível, se o problema não puder ser tratado pelo responsável da rede, ele é registrado como sendo realmente um problema e é encaminhado para uma área especializada que fará um segundo diagnóstico. Neste nível, são efetuados testes sobre os circuitos e outros equipamentos envolvidos, acionando-se o pessoal de manutenção apropriado;
- No terceiro nível, o diagnóstico envolve a atuação de programadores e analistas, que efetuam testes concernentes ao funcionamento dos programas de aplicação e software básico.

Após o diagnóstico ter sido feito e o problema devidamente tratado, o bilhete de ocorrência deve ser encerrado pelo operador de rede. Este processo de diagnóstico e tratamento de problemas é bastante semelhante ao processo empregado na Telesc, através do uso dos seus bilhetes de aviso [THIRY93].

Um sistema de gerenciamento não deve estar limitado ao tratamento de falhas, devendo apresentar facilidades que permitam gerenciar outros aspectos importantes em uma rede. É comum organizar estes aspectos em módulos ou áreas funcionais. Estas áreas agrupam características comuns de gerência, tais como falhas, desempenho, configuração, contabilização (tarifação) e segurança.

Outro aspecto importante na concepção de um sistema de gerenciamento de rede é a integração das funções de gerenciamento. A adição de mais um equipamento na rede não deve implicar na adição de mais um conjunto de funções de controle, isto é, devem ser evitadas soluções particulares. É preciso buscar uma solução que possibilite o gerenciamento de redes num ambiente heterogêneo.

A maioria dos esquemas de gerenciamento de rede existentes atualmente são deficientes, principalmente quando são utilizados equipamentos de múltiplos fornecedores. Algumas redes de grande porte têm, às vezes, uma estrutura manual de gerenciamento baseada apenas em relatórios e listagens sobre a utilização dos recursos.

Alguns usuários têm tentado uma solução paliativa, adquirindo produtos de gerenciamento especialmente projetados para a combinação de produtos existentes na sua rede. Outra solução que tem sido adotada é o confinamento a um único fabricante e a adoção de suas convenções e metodologias para a montagem e gerenciamento de

redes. Em [BRISA93] são apresentadas algumas ferramentas de gerenciamento para arquiteturas proprietárias, tais como *SunNet Manager* (SUN), o *NetView* (IBM) e o *Open View* (HP). Estas ferramentas, apesar de permitirem o gerenciamento de outras plataformas (como exemplo o Open View pode gerenciar redes HP, OSI e TCP/IP), não são interoperáveis e muitas vezes não podem ser executadas em máquinas de outros fabricantes (o NetView 6000 pode ser executado somente a partir de estações RS6000).

Cezar Chede [CHEDE93] estabelece algumas características desejáveis em uma ferramenta de gerenciamento:

- A ferramenta não deve causar impactos na performance, não degradando o desempenho da rede;
- A ferramenta deve ser capaz de fornecer informações em tempo real e armazená-las para análises futuras, além de relatórios consolidados;
- O produto deve permitir a definição do que vai ser gerenciado, garantindo um gerenciamento modular e gradativo;
- A ferramenta deve suportar situações de pico de tráfego, sem perder dados ou se comportar de forma diferenciada;
- Os relatórios devem ser úteis e de fácil compreensão, permitindo que sejam customizados pelos administradores de rede. A ferramenta deve ter capacidade para gerar relatórios automaticamente (boletins de aviso);
- Facilidades opcionais como geração de gráficos também são interessantes.

A solução ideal é, portanto, um gerenciamento de rede estruturado de forma a permitir um controle integral sobre qualquer recurso existente na rede.

Este trabalho apresenta uma plataforma de suporte para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento para a Rede Local da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) [THIRY93b]. Devido às características heterogêneas da Rede UFSC, o modelo adotado está baseado no padrões de gerenciamento OSI (OSI - *Open Systems Interconnection*) [ISO89]. Desta forma, o modelo poderá ser estendido para atender outras redes, independentemente de fabricante.

2 A Rede Local UFSC

A Rede Local da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) foi criada a partir de um projeto submetido à FINEP em 1988, visando inicialmente a interligação de dois centros de educação da UFSC [FINEP88]. Sua instalação promoveu uma atualização do parque computacional da Universidade, ampliando-se os recursos para a pesquisa em diversas áreas.

Atualmente, a Rede UFSC constitui-se em uma rede heterogênea composta por equipamentos de vários fabricantes, dentre os quais pode-se mencionar os mainframes IBM 3090 e CONVEX C210, estações de trabalho RISC (SUN e IBM), além de diversos microcomputadores. Estes equipamentos estão interligados segundo a arquitetura Internet, garantindo ao usuário a visão de uma rede única (rede virtual).

A espinha dorsal (*backbone*) da Rede Local UFSC é formada por 2000 metros de fibra óptica já instalados, interligando um segmento de 500 metros de cabo coaxial (Centro Tecnológico) com o NPD (Núcleo de Processamento de Dados) e com os demais departamentos. Há a possibilidade de conexão Ethernet e sistemas de cabos coaxiais da arquitetura SNA (*Systems Network Architecture*), além de linhas telefônicas. Foi instalada recentemente uma rede FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*), mas sua utilização ainda é parcial, uma vez que poucas aplicações estão disponíveis.

A Rede UFSC está interligada com as Redes Bitnet, Internet e RENPAC (Rede Nacional de Pacotes). As redes Bitnet e Internet podem ser acessadas a partir de qualquer ponto da rede (microcomputadores, estações e terminais). O acesso à RENPAC é feito somente através do servidor NPD. Existe também a facilidade de acesso à rede com linha discada através da RENPAC. É importante comentar que para ter acesso à RENPAC deve-se antes estar cadastrado como assinante RENPAC.

Para a Rede Local UFSC, foi adotado o modelo padrão de rede mais difundido no mundo para redes MVA (*Multi-Vendor Architecture*), que é uma rede em barramento com protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Apesar do meio físico não ser especificado para redes TCP/IP, foi estabelecido o cabo Ethernet com o método de acesso ao meio CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*).

2.1 Serviços Oferecidos

Os principais serviços oferecidos na Rede UFSC, a exemplo das demais redes acadêmicas ou de pesquisa, incluem correio eletrônico, transferência de arquivos, acesso remoto a outras máquinas, acesso remoto a banco de dados, intercâmbio interativo de mensagens em tempo real, conferências computadorizadas, submissão remota de serviços, etc.

A necessidade de se ter acesso às redes públicas de comunicação de dados e a outras redes nacionais ou internacionais (administrativas e de pesquisa), a partir de qualquer *host* da Rede Local UFSC motivou o planejamento para a instalação de um *gateway*. Este *gateway* está instalado no IBM 3090 e faz a conversão do formato de mensagens Bitnet para o formato Internet e vice-versa. Desta forma, os usuários da Rede

UFSC podem ter acesso às redes Internet e Bitnet de forma transparente. Uma estação de trabalho (Servidor NPD) atua como um roteador TCP/IP encaminhando as mensagens para o IBM 3090 ou para outro destino qualquer. Uma mensagem Bitnet, quando transportada pela Internet, está encapsulada no formato TCP e é repassada ao IBM que fará a devida conversão.

Existe também, a facilidade de acesso doméstico que pode ser realizada por linha discada (via modem) ou pelos serviços 3028 e 3025 da RENPAC.

2.2 Necessidade de Gerenciamento

Até o momento deste trabalho, estavam instalados 117 *hosts* distribuídos pelos departamentos e laboratórios na forma de subredes. A carga (volume de informação trafegado) no *backbone* da rede depende da carga externa gerada pelas subredes.

Algumas subredes são homogêneas, porém a grande maioria é formada por equipamentos de diversos fabricantes com sistemas operacionais diferentes.

Estas características heterogêneas estendem-se aos equipamentos utilizados para a conexão das subredes com o *backbone* da rede.

Desta forma, a Rede UFSC torna-se uma estrutura complexa que agrupa equipamentos (hardware) e sistemas (software) de diversos fabricantes. Além disso, o crescimento da rede gera uma preocupação sobre o seu controle em um futuro próximo. Identifica-se, portanto, a necessidade de implantação de um sistema que permita monitorar e controlar a rede como um todo, além de garantir sua operação contínua. Este sistema deve possuir capacidade para executar tarefas de gerenciamento, tomando decisões sobre problemas detectados, bem como detectar previamente falhas que poderão baixar a qualidade dos serviços oferecidos.

As principais necessidades de gerenciamento identificadas na Rede UFSC correspondem ao controle de acesso aos recursos, contabilização da utilização de recursos, segurança da rede e controle das falhas nos ramos da rede. O gerenciamento de desempenho e configuração também são desejáveis.

O gerenciamento da Rede UFSC vem sendo realizado com pouca ou quase nenhuma automação. A monitoração da rede é realizada de forma manual, através dos operadores de rede que realizam, em determinados momentos, um comando de rede que permite enviar um pacote e verificar a resposta para este pacote (comando *ping*).

Os relatórios existentes informam o número de máquinas e a configuração da rede, porém estas informações são dinâmicas devido a constantes modificações na rede. Outros relatórios, como contabilização e desempenho, são também desejáveis, porém não estão ainda disponíveis. Os relatórios são normalmente produzidos de forma manual

para que sejam inseridos em projetos. Alguma automação está sendo alcançada com a utilização de alguns produtos de gerenciamento.

Dois produtos comerciais para o gerenciamento da rede foram testados pelo NPD: o SunNet Manager (SUN) e o NetView 6000 (IBM). Pelos testes realizados, o produto que está sendo mais utilizado atualmente é o NetView 6000. Sua escolha se deu principalmente pela maior facilidade na construção de agentes e pelo fato dele gerenciar redes FDDI (facilidade não encontrada no SunNet). É importante ressaltar que a versão testada do SunNet Manager não foi a última encontrada no mercado, ficando prejudicada a comparação.

O NPD está definindo alguns relatórios através do NetView que está sendo também utilizado para monitorar algumas partes da rede. Entretanto esta ferramenta não é a única a ser utilizada, uma vez que algumas subredes tem adotado outras ferramentas de gerenciamento. Um exemplo disto é o caso da subrede INF que vem utilizando o SunNet Manager.

Desta forma, os produtos de gerenciamento existentes, separam a Rede UFSC em *ilhas de gerenciamento*, dificultando a sua integração devido, principalmente, à falta de interoperabilidade entre eles. Além disso, as ferramentas existentes estão baseadas no modelo SNMP (*Simple Network Management Protocol*), não permitindo a distribuição do gerenciamento e não oferecendo gerenciamento de segurança da rede.

Visando um gerenciamento completo, mas flexível, que permita a alteração e inclusão de novos protocolos, o Núcleo de Processamento de Dados juntamente com o Departamento de Informática e Estatística da UFSC resolveram investir no desenvolvimento de ferramentas padronizadas para o gerenciamento da Rede UFSC. Este trabalho faz parte deste contexto e procura definir uma plataforma de gerenciamento que seja viável dentro da arquitetura existente. Entretanto, a padronização exige que seja adotado um modelo de gerenciamento aberto.

2.3 O Modelo de Gerenciamento Adotado

Como visto anteriormente, a Rede Local UFSC adota a arquitetura Internet, o que de imediato sugere a utilização do protocolo SNMP (Internet). Entretanto, apesar do modelo de gerenciamento Internet predominar no mercado internacional (pela sua simplicidade e razoável eficiência), pode-se notar uma tendência dos fabricantes a oferecerem compatibilidade com a proposta OSI. Um exemplo prático disso é o NetView 6000 da IBM que oferece além do protocolo SNMP, o protocolo CMIP (*Common Management Information Protocol*) sobre TCP/IP (CMOT - *CMIP over TCP/IP*). Esta tendência se deve à maior abrangência de gerenciamento permitida pelo

gerenciamento OSI (as organizações necessitam cada vez mais de sistemas de gerenciamento mais completos e automatizados) [BRISA93]. Além disso, o interesse atual do grupo de pesquisa em gerenciamento de redes do pós-graduação em computação é gerenciamento de sistemas abertos, o que sugere a utilização do gerenciamento OSI. Para reforçar a escolha pelo modelo OSI, está em fase de instalação o ambiente ISODE (*ISO-Development Environment*) [ROSE89], o qual é uma implementação aberta de um ambiente de desenvolvimento OSI (fornece os serviços das camadas superiores OSI sobre uma arquitetura TCP/IP).

Desta forma, optou-se pela proposta OSI de gerenciamento para servir de modelo ao sistema de gerenciamento proposto. Obviamente, este trabalho não abrange todas as normas, mas é um primeiro passo para o gerenciamento integrado da Rede UFSC.

2.4 A Definição do Escopo

A Rede UFSC interliga as redes locais situadas em diferentes Centros e Departamentos de Ensino e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina. Sua característica heterogênea com componentes de diversos fabricantes, aliada à quantidade crescente de usuários, a torna um sistema complexo, criando a necessidade de um gerenciamento completo e funcional.

O modelo de gerenciamento proposto pela ISO é, além de ser completo, um conjunto de padrões a nível mundial que estabelece diversos critérios para o exercício do gerenciamento em uma rede de computadores. Aproveitando-se destas características, este trabalho apresenta uma plataforma de gerenciamento baseado no modelo OSI, considerando os aspectos da Rede UFSC.

A plataforma proposta não é um sistema de gerenciamento, mas um suporte para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento OSI. Para alcançar tal objetivo, especificou-se ferramentas para auxiliar programadores e projetistas de software de gerenciamento.

A primeira versão da plataforma prevê mecanismos para a troca de informações entre os processos de gerenciamento (suporte de comunicação) e para a coordenação da manipulação dos objetos gerenciados (Funções de Gerenciamento de Objetos e de Estado). São fornecidas facilidades para a implementação de objetos gerenciados e processos de gerenciamento (Gerentes e Agentes).

3 A Plataforma de Gerenciamento

A escolha do modelo OSI de gerenciamento e o fato da Rede UFSC possuir uma arquitetura Internet tornou necessário o levantamento de considerações relevantes a este aspecto. Como principal consideração pode-se citar a adoção do Gerenciamento de Sistemas como estrutura de gerenciamento. Esta estrutura de gerenciamento pressupõe a existência do modelo OSI completo, ou seja, com as sete camadas implementadas e com seus serviços disponíveis. Assim, foi necessário o desenvolvimento de mecanismos que permitissem a simulação do modelo OSI sobre a arquitetura Internet.

Esta seção apresenta uma plataforma de gerenciamento para redes heterogêneas considerando como caso de estudo, a Rede UFSC.

É importante ressaltar que a plataforma de gerenciamento a ser descrita consiste de um suporte para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento, não devendo ser confundida com uma implementação de um sistema de gerenciamento OSI.

3.1 A Metodologia Utilizada

A metodologia utilizada para a especificação e implementação da plataforma de gerenciamento proposta está baseada em uma Abordagem Orientada a Objetos (AOO) e em uma Abordagem Orientada a Processos (AOP).

A utilização da AOO tem sua justificativa na própria definição do modelo de gerenciamento proposto pela ISO. O modelo OSI estabelece um modelo hierárquico baseado em classes de objetos gerenciados e instâncias destas classes, as quais correspondem aos objetos gerenciados pelo sistema. Além disso, outras definições como processos Agentes e processos Gerentes podem ser modeladas através da AOO, garantindo uma formalidade da plataforma de gerenciamento proposta.

Entretanto, o sistema operacional UNIX, onde a plataforma está sendo desenvolvida, é orientado a processos. Desta forma, este trabalho teve que considerar também uma Abordagem Orientada a Processos. Em verdade, utilizando-se de abstração, pode-se visualizar um sistema baseado em processos como sendo um conjunto de objetos. Cada processo em execução no sistema corresponde a um objeto. A comunicação entre processos corresponde a comunicação entre objetos. Este trabalho partiu desta abstração para a definição da plataforma de gerenciamento.

Deve ficar claro que a definição de um objeto na plataforma não corresponde necessariamente a um objeto gerenciado do modelo OSI. Toda a plataforma foi construída através de classes de objetos. Por exemplo, os processos de aplicação de gerenciamento (Agentes e Gerentes) são vistos pela plataforma como objetos, enquanto que o modelo OSI não estabelece nenhuma característica de implementação para eles.

Para a implementação da plataforma de gerenciamento adotou-se a linguagem C++. A motivação para esta linguagem se deu pela disponibilidade desta ferramenta em todos os hosts da rede e pelas suas características de orientação a objetos.

3.2 O Suporte de Comunicação

A comunicação entre os sistemas gerenciados na arquitetura OSI é feita através do protocolo CMIP e considera a existência de todas as sete camadas. Entretanto, a Rede UFSC segue a arquitetura Internet com os protocolos TCP/IP sobre um sistema operacional UNIX. Estes protocolos se caracterizam por oferecer serviços de transporte e interconexão de redes. O protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*) fornece serviços equivalentes ao protocolo classe 4 da Camada de Transporte OSI, enquanto que o protocolo IP (*Internet Protocol*) oferece isolamento da rede física (camadas inferiores), fornecendo os serviços da Camada de Rede.

Na proposta TCP/IP as aplicações são executadas logo acima da camada TCP. Desta forma, torna-se necessário o desenvolvimento de aplicações que simulem as três camadas superiores do modelo OSI: Sessão, Apresentação e Aplicação. A proposta ISODE (*ISO-Development Environment*) descrita em [ROSE89] tem este objetivo. Entretanto, a não disponibilidade desta ferramenta na época da definição deste trabalho levou o Grupo de Gerenciamento da UFSC a desenvolver uma estrutura que permitisse a simulação de alguns serviços da Camada de Aplicação do modelo OSI. Para tal, utilizou-se um mecanismo do UNIX para comunicação entre processos (IPC - *Inter-process Communication*) denominado "*socket*".

A interface *socket* foi utilizada para permitir uma simulação dos serviços de aplicação OSI: ACSE (*Association Control Service Element*) e ROSE (*Remote Operation Service Element*). Isto é possível, devido ao *socket* prover estabelecimento de conexão e troca de informações remotas.

Atualmente, encontram-se disponíveis os serviços de comunicação definidos na norma [ISO90], através do Elemento de Serviço de Informação de Gerenciamento Comum (CMISE - *Common Management Information Service Element*). Estes serviços são oferecidos na forma de uma biblioteca de funções em C, sendo esta denominada "biblioteca CMISE" [SCHWEITZER93].

3.3 As Funções de Gerenciamento

A proposta da ISO agrupa os problemas de gerenciamento em cinco áreas funcionais: Falhas, Contabilização, Configuração, Desempenho e Segurança. Este agrupamento sugere a implantação de um sistema de gerenciamento com, pelo menos,

cinco processos Gerentes. É importante ressaltar que, no Ambiente de Gerenciamento OSI, um Gerente não atua diretamente sobre os objetos (recursos). Este papel é realizado pelos processos Agentes. Portanto, um Gerente atua sobre um conjunto de Agentes que, por sua vez, atuam sobre um conjunto de objetos gerenciados. Para a implementação dos processos Gerentes e Agentes torna-se necessário um conjunto de serviços que permitam, além da comunicação entre eles, o exercício da tarefa de gerenciamento. Estes serviços são agrupados em Funções de Gerenciamento. A ISO definiu até o momento treze Funções, as quais podem ser utilizadas para a implementação de mais de uma área funcional.

Este trabalho interpretou cada Função de Gerenciamento como sendo não apenas uma simples função (no sentido computacional), mas como um conjunto de rotinas específicas, formando uma classe de objeto. Desta forma, uma determinada classe possui toda funcionalidade de uma Função de Gerenciamento.

Apesar do modelo OSI ter estabelecido treze Funções, este trabalho adotou inicialmente apenas duas: Função de Gerenciamento de Objeto (OMF - *Object Management Function*) e a Função de Gerenciamento de Estado (STMF - *State Management Function*). A escolha destas Funções foi baseada nos seguintes aspectos:

- A OMF possui os serviços para a manipulação dos objetos gerenciados, através dos serviços PASS-THROUGH (PT). Todas as demais Funções necessitam destes serviços para a realização dos seus próprios serviços. Torna-se claro, portanto, que a implementação desta Função é obrigatória;
- A STMF permite o gerenciamento do estado de cada objeto gerenciado, sendo quase que uma Função complementar da OMF;
- As demais Funções são necessárias para a implantação completa do modelo de gerenciamento OSI, porém não são obrigatórias para a validação da plataforma proposta;
- O funcionamento adequado destas Funções de Gerenciamento irá permitir uma maior facilidade na implementação e validação das demais Funções.

A implementação das Funções de Gerenciamento para a Rede UFSC considera cada Função de Gerenciamento como sendo uma biblioteca de funções. A implementação de uma biblioteca corresponde a uma classe de objeto em C++. Assim, a "biblioteca OMF" implementa os serviços oferecidos pela Função de Gerenciamento de Objeto, enquanto que a "biblioteca STMF" implementa os serviços da Função de Gerenciamento de Estado.

Os serviços (métodos) da Função de Gerenciamento de Objeto são implementados através de chamadas à biblioteca CMISE. Os serviços das outras Funções

de Gerenciamento são implementados utilizando os serviços PASS-THROUGH oferecidos pela biblioteca OMF.

Os processos de aplicação na plataforma proposta não têm acesso direto aos serviços de comunicação. Um processo de aplicação de gerenciamento tem acesso somente aos serviços oferecidos pelas Funções de Gerenciamento. Desta forma, as bibliotecas OMF e STMF atuam como interface entre os processos de aplicação e a biblioteca CMISE.

O modelo de gerenciamento OSI refere-se ao conjunto das Funções de Gerenciamento como sendo o Elemento de Serviço de Aplicação para Gerenciamento de Sistemas (SMASE - *System Management Application Service Element*). Neste trabalho, o SMASE é implementado em duas partes: "biblioteca SMASE" e "SMASE centralizador".

A biblioteca SMASE é vista pelo processo de aplicação de gerenciamento e contém apenas a definição dos serviços oferecidos pelas Funções de Gerenciamento (bibliotecas OMF e STMF).

O SMASE centralizador é um processo que atua como um servidor de gerenciamento aos processos de aplicação. Ele contém, além da implementação das bibliotecas OMF e STMF, a implementação da biblioteca CMISE.

O SMASE, desta forma, é a interface entre os processos de aplicação de gerenciamento locais e remotos.

A comunicação do processo de aplicação, feita através da biblioteca SMASE, com o processo SMASE centralizador utiliza um mecanismo de troca de mensagens oferecido pelo UNIX. Inicialmente optou-se pelo *sockets* devido a já utilização deste mecanismo. Entretanto, os *sockets* não se mostram eficientes quando a recepção não pode ser bloqueante.

Na plataforma, cada processo Gerente ou Agente possui uma biblioteca SMASE, enquanto que cada *host* possui apenas um único processo SMASE centralizador. Torna-se importante ressaltar que a biblioteca SMASE funciona simplesmente como sendo um conjunto de chamadas ao processo SMASE centralizador, evitando redundância de implementação nos processos de aplicação de gerenciamento. A figura 1 apresenta o relacionamento entre a biblioteca SMASE e o processo SMASE centralizador.

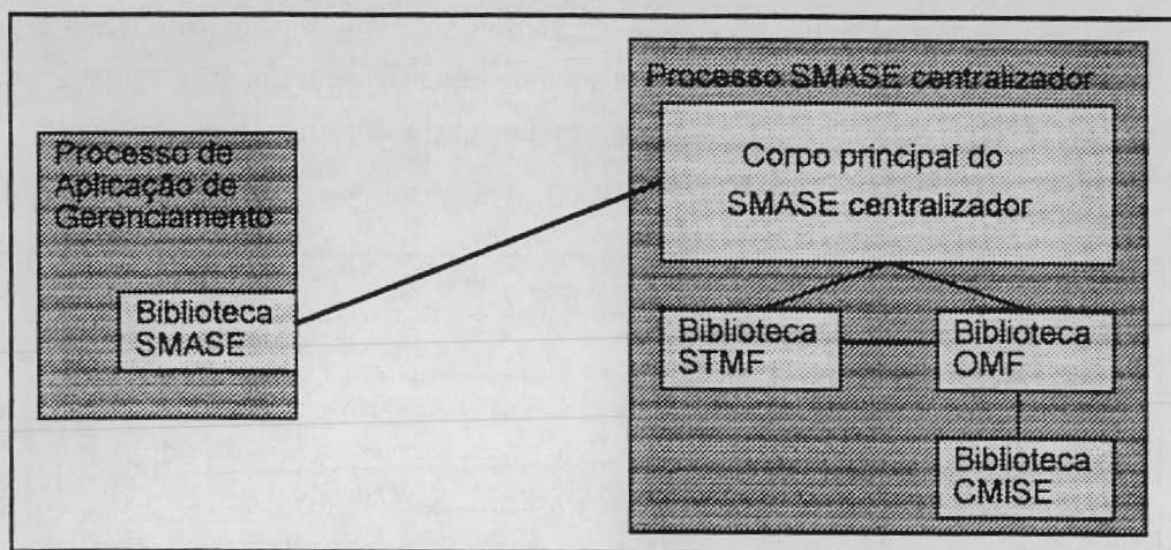


Fig. 1 - Relacionamento da biblioteca SMASE com o processo SMASE centralizador

O SMASE centralizador atua como um processo tratador de eventos que podem ser gerados pelos processos locais de aplicação ou pelo processo CMIPM. O processo CMIPM implementa a máquina de estados do protocolo CMIP, sendo a porta de entrada e saída do *host*. Quando o evento é gerado pelo CMIPM significa que o pedido foi feito por um processo de aplicação remoto. Após identificar o evento, o SMASE centralizador o repassa ao processo de aplicação local destinatário (Gerente ou Agente). Para realizar tal tarefa, o SMASE centralizador deve possuir uma forma de armazenar informações de gerenciamento. Estas informações podem incluir, por exemplo, a indicação de quais classes de objetos gerenciados podem ser manipuladas por um determinado Agente e quais Agentes estão sendo executados no *host* (sistema local). Outras funções do SMASE centralizador que merecem destaque são listadas a seguir:

- Manter uma tabela de correspondência entre Agentes e classes de objetos gerenciados. Através desta tabela, pode-se determinar se um Agente tem ou não capacidade de atuar sobre um determinado objeto gerenciado;
- Atuar como parte do discriminador de eventos (geral a todos Agentes), verificando o tipo de evento e selecionando o Agente ou Gerente correspondente;
- Cadastrar os processos Agentes, fornecendo-lhes endereços locais (internos ao *host*). Estes endereços são utilizados para a comunicação entre os processos;
- Analisar as operações ACTION e verificar se estas são válidas para a classe de objetos em questão. Para tal, é necessário manter uma tabela de classes com seus respectivos atributos, ações e notificações;
- Gerenciar a comunicação entre os processos de aplicação;

- Manter um histórico de evolução do sistema, ou seja, um arquivo de log.

Uma visão da estrutura da plataforma de gerenciamento, proposta para a Rede UFSC, é apresentada pela figura 2. Pode-se notar que a estrutura em cascata permitida pela proposta OSI é facilmente obtida.

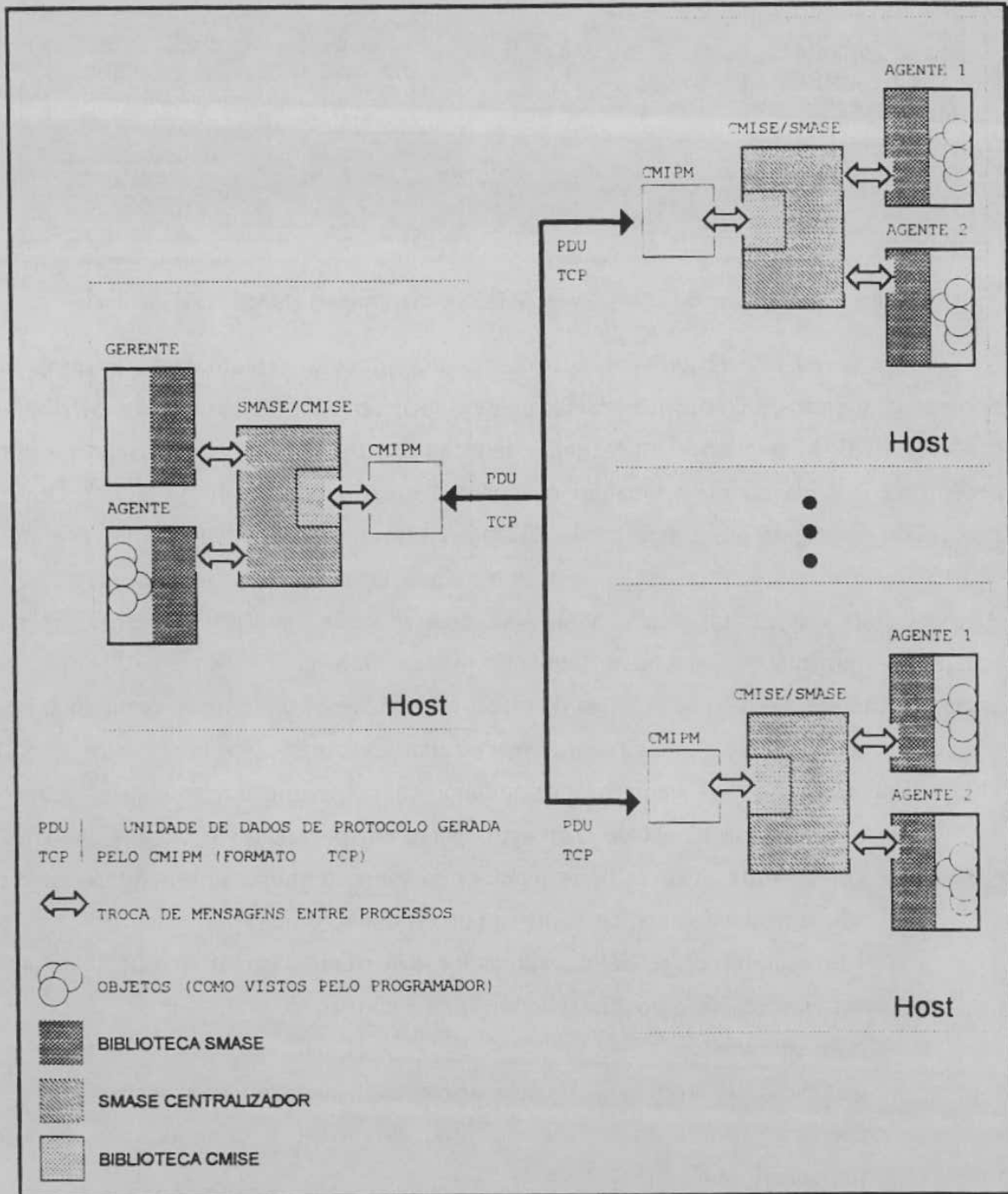


Fig. 2 - Estrutura da Plataforma de Gerenciamento para a Rede UFSC

Deve-se notar também, que a biblioteca CMISE é utilizada somente pelo processo SMASE centralizador. Este a utiliza para acessar o protocolo de gerenciamento

CMIP. Os processos Agentes possuem a implementação física dos objetos e utilizam a biblioteca SMASE para enviar as notificações e respostas aos pedidos recebidos dos processos Gerentes. Estes, por sua vez, possuem uma parte de programação responsável pela tarefa de gerenciamento e outra representada também pela biblioteca SMASE.

3.4 A Base de Informação de Gerenciamento

Todo sistema complexo necessita armazenar as informações manipuladas em algum tipo de base de dados. A Base de Informação de Gerenciamento (MIB - *Management Information Base*) é o nome conceitual para a informação de gerenciamento, incluindo os objetos gerenciados e seus atributos. Pode-se considerar as informações para a configuração do sistema como também pertencentes à MIB.

Neste trabalho, a MIB define uma instância da plataforma de gerenciamento. As informações de gerenciamento são armazenadas em dois tipos de processos:

- nos processos Agentes; e
- nos processos SMASE centralizadores.

Os processos Agentes contêm os objetos gerenciados, responsabilizando-se pela manipulação direta de seus atributos. Em verdade, os Agentes podem ser incorporados à própria MIB, passando a ser parte dela. A definição dos objetos gerenciados não consiste no objetivo deste trabalho. Na seção 4.7.1 é apresentado como uma classe de objeto gerenciado pode ser definida na plataforma proposta.

O processo SMASE centralizador contém informações de gerenciamento para o controle dos processos de aplicação (Agentes e Gerentes) e para a configuração da plataforma de gerenciamento. Estas informações incluem:

- Cadastro de Agentes e Gerentes: contém o nome do processo e o seu endereço no *host*. Este endereço corresponde a um número inteiro utilizado para a comunicação entre o processo SMASE centralizador e os processos de Aplicação;
- Cadastro de Agentes e Classes de Objetos: corresponde a uma tabela com o nome de um Agente e o com nome das classes de objeto que ele pode manipular. Esta informação é utilizada no controle do repasse de eventos;
- Cadastro de Classes de Objetos: corresponde a uma tabela com as classes e as ações definidas para elas. Esta informação é utilizada para validar a execução de operações sobre os objetos gerenciados;
- Tabela de Pendência: esta tabela contém o nome dos processos que estão com comunicação pendente. Ex: um Gerente solicitou um *request* e está aguardando um *confirm*. Esta informação de controle permite monitorar

possíveis bloqueios dos processos de aplicação (aguardar indefinidamente uma resposta);

- Tabela de Configuração: contém informações para a customização inicial da plataforma de gerenciamento, além do nome dos processos e a ordem em que estes devem ser disparados pelo SMASE centralizador. Faz a inicialização dos cadastros e tabelas locais.

Este trabalho considera a informação de configuração apenas como sendo um arquivo que especifica ao administrador de rede como configurar o ambiente de gerenciamento. Um trabalho futuro poderá permitir a automação deste processo, tornando esta plataforma mais completa.

4 A Utilização da Plataforma

A plataforma descrita serve de suporte para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento. Esta seção apresenta a forma atual de utilização dos recursos da plataforma na implantação dos gerentes, agentes e objetos de um sistema de gerenciamento.

As classes atualmente implementadas pela plataforma estão dispostas na figura 3. É importante notar que a hierarquia de herança da plataforma não corresponde a hierarquia de herança do Modelo OSI. Apenas as classes a partir de TOP (TOP, SYSTEM, ...) têm esta correspondência.

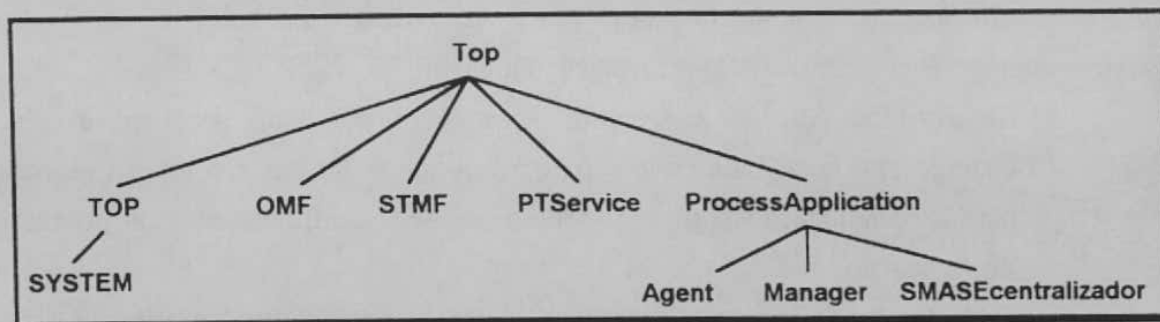


Fig. 3 - Hierarquia de Herança para a plataforma de gerenciamento

A plataforma de gerenciamento proposta fornece mecanismos para:

- Criar objetos gerenciados;
- Criar processos Agentes;
- Criar processos Gerentes;
- Prover um meio de comunicação entre os processos de gerenciamento.

4.1 Criando Objetos Gerenciados

Uma classe de objeto gerenciado deve ser derivada direta ou indiretamente da classe TOP. É importante não confundir as classes TOP e Top. A classe Top é a base da hierarquia de herança da plataforma, enquanto que a classe TOP é a base da hierarquia de herança OSI. O programador, ao escrever uma nova classe de objeto gerenciado, deve utilizar o mecanismo de herança oferecido pela linguagem C++.

A classe TOP define um método chamado *Behavior*. Este método deve conter o comportamento do objeto gerenciado. Desta forma, este método deve ser sempre reescrito, uma vez que cada classe de objeto pode possuir um comportamento diferente. A sintaxe deste método é a seguinte:

→ *Boolean Behavior (int Status);*

Se algum evento não normal ocorrer durante a execução do objeto gerenciado, o método *Behavior* retorna Falso, devolvendo em *Status* o tipo de evento. Obviamente, os valores válidos para *Status* e o seu tratamento associado variam de classe para classe. Um exemplo de evento válido pode ser o aumento da taxa de utilização de um objeto que está mapeando um canal de comunicação. Caso este aumento seja significativo, o objeto avisa ao Agente que o está controlando para a emissão de uma notificação. Esta é a forma oferecida pela plataforma de gerenciamento para a comunicação do objeto com o seu Agente.

Atualmente, a plataforma ainda não oferece nenhuma interface amigável para a definição de classes de objetos gerenciados. Entretanto, a forma estabelecida pela plataforma para a implementação de classes de objetos garante a padronização e facilita o processo de desenvolvimento.

4.2 Criando Processos Agentes

Um processo Agente pode ser criado de forma semelhante a da criação de uma classe de objeto gerenciado. Entretanto, o Agente deve herdar as características da classe *ProcessApplication*.

Ao herdar os atributos e métodos da classe *ProcessApplication*, o NovoAgente herda uma tabela que será utilizada para armazenar os objetos que serão manipulados pelo Agente.

A classe *Run* consiste em um laço indefinido que executa o método *BodyRun*, o qual contém o corpo principal do processo Agente. Neste método, o Agente fica aguardando um pedido de um processo Gerente ou o aviso de um objeto gerenciado. O método *BodyRun* também deve executar o método *Behavior* de cada objeto gerenciado instanciado pelo Agente (percorrendo a tabela de objetos).

A classe *ProcessApplication* define também um método para cada serviço OSI. Por exemplo, o método *Create* é executado quando um pedido de criação de objeto gerenciado é feito por um Gerente.

O método *Deading* é uma facilidade oferecida pela plataforma para finalizar, usando uma forma normal, um processo Agente. Este método deleta todos os objetos gerenciados que estão em execução e depois encerra o Agente.

4.3 Criando Processos Gerentes

A plataforma de gerenciamento deixa a cargo dos programadores fazer a distinção entre um processo Agente e um processo Gerente. Os dois devem ser derivados da classe *ProcessApplication*, sendo a implementação do corpo principal que determinará o tipo de processo de gerenciamento. Esta característica garante a distribuição do gerenciamento, uma vez que um processo pode ser visto como sendo um gerente por um grupo de agentes e como um agente por um outro processo gerente.

4.4 Comunicação entre os Processos

O meio de comunicação entre os processos de gerenciamento é bastante simples, pois a plataforma fornece uma transparência quase que total. A única informação que o processo de aplicação de gerenciamento deve conhecer é o endereço do processo destino. É importante notar que entende-se por endereço o nome do host e do processo destino.

As funções de comunicação são aquelas definidas pela "biblioteca SMASE". Quando um processo executa um serviço SMASE, ele está se comunicando com outro processo de gerenciamento. Esta é a única visão de comunicação que o programador tem na plataforma de gerenciamento proposta.

5 Conclusões

A tendência atual do mercado está na oferta de plataformas de gerenciamento que possibilitem a definição, criação e manipulação de gerentes, agentes e objetos gerenciados. Este trabalho apresentou uma plataforma de gerenciamento orientada a objetos que permite, além destas facilidades, uma forma de integração entre elas.

A plataforma apresentada tem como objetivo inicial auxiliar no gerenciamento da Rede Local UFSC, podendo ser estendida para atender redes com características heterogêneas. Esta característica deve-se ao trabalho estar baseado nas normas da ISO para o gerenciamento de sistemas abertos.

Foram estabelecidas algumas facilidades que permitem, aos projetistas e implementadores, a construção de um sistema para controle e gerenciamento dos recursos disponíveis em uma rede de computadores de uma forma distribuída e padronizada. A plataforma permite também o crescimento modular da rede, onde modificações na configuração e adição de novos recursos são consideradas.

A implementação desta plataforma está atualmente sendo realizada através de estudantes de graduação e pós-graduação do Curso de Ciência da Computação da UFSC. Deve-se ressaltar que as normas da ISO para gerenciamento não fazem menção à forma de implementação, ficando esta sob responsabilidade dos projetistas de software e hardware.

A plataforma de gerenciamento apresentada utiliza os conceitos estabelecidos pelo modelo de gerenciamento OSI, contudo o fato da Rede USFC seguir a arquitetura Internet fez com que algumas adaptações especiais tivessem que ser realizadas. A adaptação mais importante foi mapear os serviços da Camada de Aplicação OSI para os serviços disponíveis no conjunto de protocolos TCP/IP.

A situação atual em que a plataforma de gerenciamento se encontra é a definição de um ambiente básico escrito em linguagem C++. Este ambiente provê um meio para a definição de agentes, gerentes e objetos gerenciados. Entretanto, a implementação atual não fornece interfaces amigáveis para facilitar a utilização da plataforma, fazendo com que o programador precise ter sólidos conhecimentos da linguagem C++.

Desta forma, encontra-se em processo de definição a construção de ferramentas amigáveis para a definição de objetos gerenciados e para a construção de processos de gerenciamento. Estas ferramentas incluem também facilidades para a configuração da plataforma.

Outras propostas, como a adoção de inteligência artificial e de interfaces gráficas têm sido pesquisadas, porém sua implantação não poderá afetar o desempenho da plataforma.

6 Referências Bibliográficas

[BRISA93] BRISA, *Gerenciamento de Redes: Uma Abordagem de Sistemas Abertos*, Makron Books, São Paulo, 1992.

[CHEDE93] Chede, C., *O Administrador de Rede*, Connections, Junho, 1993.

[FINEP88] Projeto da Rede UFSC, UFSC, 1988.

[ISO84] ISO/IEC 7498, Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model, International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Outubro, 1984.

[ISO89] ISO/IEC 7498-4, Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model - Part 4: *Management Framework*, International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Novembro, 1989.

[ISO90] ISO/IEC 9595, Information Technology - Open Systems Interconnection - *Common Management Information Service Specification*, International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, abril 1990.

[SCHWEITZER93] Schweitzer, A., Cunha, J. et al, *TCMIP - Um Protocolo de Gerência OSI para uma Rede TCP/IP*, Anais do 11º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Campinas, Maio, 1993.

[THIRY93a] Thiry, M., Specialski, E., *A Aplicação de Mecanismos de Inteligência Artificial no Centro de Gerência Integrada de Rede da Telesc*, Anais do 11º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Campinas, Maio, 1993.

[THIRY93b] Thiry, M., Specialski, E., *Definição de uma Plataforma de Suporte ao Gerenciamento da Rede Local UFSC*, Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, UFSC, Dezembro, 1993.