

TCMIP - UM PROTOCOLO DE GERÊNCIA OSI PARA UMA REDE TCP/IP

Alessandra Schweitzer
Jane Ferreira Cunha
Elizabeth Sueli Specialski
Elvis Melo Vieira
Maria Marta Leite

Núcleo de Processamento de Dados
Universidade Federal de Santa Catarina
Caixa Postal 476 - Florianópolis - SC
CEP 88040-900 - Brasil
E-mail : dst4als@brufsc.bitnet

RESUMO

Este trabalho apresenta o primeiro passo no desenvolvimento de um sistema de gerência para a Rede Local UFSC, que consiste na especificação e implementação de um protocolo para troca de informações de gerência.

Apesar da adoção da arquitetura Internet pela Rede Local UFSC, o protocolo foi baseado em padrões ISO idealizados para a arquitetura OSI, exigindo um mapeamento entre os dois modelos.

ABSTRACT

This paper presents the first step into the development of a management system for the UFSC Local Network, which consists of the specification and implementation of a management information exchange protocol.

Despite the adoption of the Internet architecture by the UFSC Local Network, this protocol was based upon ISO standards for the OSI architecture, demanding a mapping between the two models.

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, não mais se questiona a importância de um sistema de gerência no âmbito de redes de computadores. Para que informações possam ser trocadas de modo confiável e rápido, até mesmo de um país para outro, é importante que este fluxo de dados seja monitorado e os problemas sejam detectados e, na medida do possível, resolvidos. A gerência de redes completa e eficiente torna-se vital para o sucesso dos negócios de uma instituição ou empresa.

Uma rede não gerenciada pode apresentar vários problemas, dentre os quais destacam-se :

- Congestionamento de tráfego;
- Recursos mal utilizados;
- Recursos congestionados;
- Problemas com segurança e outros.

O gerenciamento está relacionado ao controle de atividades e ao monitoramento do uso de recursos pertencentes à rede, de tal forma que esta mantenha um desempenho aceitável. Simplificando, a tarefa de gerenciar pode ser entendida como mais uma aplicação sobre a rede. Conforme definição da International Organization for Standardization (ISO), tal tarefa pode ser dividida em cinco partes : gerenciamento de falhas, contabilização, configuração, desempenho e segurança.

Infelizmente, a situação que ainda persiste é a existência de ferramentas de gerência atendendo apenas às próprias necessidades do seu fabricante. Contudo, com os diferentes tipos de redes, são necessárias ferramentas que auxiliem a tarefa de gerência de todos os componentes da rede de forma integrada. Espera-se que através da gerência seja possível atender a cada usuário, reduzir ou conter os custos de comunicação, além de controlar a rede como um todo.

Um ambiente de gerência inclui os conceitos de Gerente, Agente e Objeto Gerenciado. Um Gerente pode obter informações atualizadas sobre os Objetos Gerenciados para controlá-los. Um Agente executa operações de gerenciamento (emitidas pelo Gerente) sobre os Objetos Gerenciados. Um Objeto Gerenciado representa qualquer recurso sujeito a gerência.

Um dos principais componentes de um sistema de gerência é uma Base de Informações de Gerência, que armazena informações sobre usuários, recursos disponíveis, utilização dos serviços providos por estes, entre outras.

A Base de Informações de Gerência pode estar centralizada ou distribuída pelos nós da rede. Um usuário do sistema de gerência, localizado em um sistema remoto, acessa as informações nela contidas, de acordo com um protocolo definido para este fim.

A infra-estrutura necessária para implementar, então, um sistema de gerência, compreende:

- a Base de Informações de Gerência;
- um protocolo para troca de informações de gerência;
- a definição dos serviços oferecidos pelo sistema, juntamente com as operações e ações necessárias à gerência (isto é, a definição das funções de gerenciamento do sistema).

Este trabalho apresenta a especificação de um protocolo de comunicação baseado no padrão Open Systems Interconnection (OSI) para o sistema de gerência que será desenvolvido na Rede Local UFSC. É importante salientar que o escopo do trabalho se resume a aspectos da camada aplicação e sua interface com a camada de transporte, abstraindo detalhes da comunicação efetivada nas camadas inferiores.

2. PROTOCOLOS DE GERÊNCIA

Dentre as possíveis opções, dois modelos de gerência se destacam: o modelo OSI, que utiliza o Common Management Information Protocol (CMIP) e o modelo Internet, que utiliza o Simple Network Management Protocol (SNMP). Basicamente estes protocolos possuem o mesmo objetivo: transferir informações entre sistemas de gerência de rede, dando condições ao gerente da rede para atuar sobre os recursos gerenciados, recuperar informações e identificar problemas. As diferenças entre os dois referem-se à filosofia de acesso aos dados, técnicas de aquisição dos dados, funcionalidade, complexidade, desempenho, protocolo usado, padrões, testes e disponibilidade de produtos.

O CMIP é um modelo orientado à conexão, ao passo que o SNMP opera no modo de acesso sem conexão. Isso significa que, no caso do CMIP, antes da troca de informações um canal de comunicação é estabelecido entre as máquinas.

Existem duas questões principais relativas à comparação entre CMIP e SNMP. A primeira é que o SNMP fornece uma gerência de rede atualmente disponível e atua como um protótipo para o CMIP. A segunda é que o CMIP foi projetado considerando muito mais detalhes e capacidades do que o SNMP. Adicionalmente, o modelo de dados definido para o CMIP é muito mais rico, proporcionando uma maior qualidade da informação que a base de dados projetada para o SNMP.

3. A REDE LOCAL UFSC

A Rede Local UFSC é uma rede heterogênea, composta por equipamentos de vários fabricantes. Como exemplos podemos citar os equipamentos IBM 3090, CONVEX C210, estações de trabalho e PCs. A rede instalada segue a arquitetura Internet, podendo fazer parte ou juntar-se a outra rede Internet, constituindo uma única rede do ponto de vista do usuário (rede virtual). Está baseada em um "Backbone" Ethernet de fibra óptica, subredes Ethernet com cabos coaxiais, uma rede SNA e linhas telefônicas. Atualmente a rede utiliza software TCP/IP e SNA em alguns casos.

A Rede Local UFSC está interligada com as Redes BITNET, INTERNET, e RENPAC. Estas redes podem ser acessadas a partir de qualquer ponto da Rede Local UFSC (micros, estações e terminais). Existe, também, a facilidade de acesso à rede com linha discada.

A configuração atual da rede, que já atinge um porte razoável, mostra claramente a importância de um sistema automatizado de gerência. Humanamente, tem se tornado cada vez menos viável atender aos vários usuários, o que exige um grande deslocamento no campus universitário. Um sistema de gerência, mesmo não substituindo totalmente as funções hoje exercidas por pessoas, sem dúvida irá torná-las mais fáceis, resultando em soluções melhores e mais rápidas para os usuários.

Alguns números da Rede Local UFSC (março/1993)

- * Número de "hosts": 50
- * Número de prédios alcançados: 8
- * Fibra Óptica: 2500 metros
- * Cabo coaxial Ethernet : 500 metros
- * Cabo coaxial IBM : 3000 metros

4. A PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA PARA A REDE LOCAL UFSC

4.1. A ESCOLHA DO PROTOCOLO

A Rede Local UFSC adota a arquitetura Internet, o que de imediato sugere a utilização do protocolo SNMP. No entanto, a decisão de adotar o CMIP baseia-se em dois fortes motivos :

- o CMIP é muito mais "rico", isto é, possui uma maior abrangência em relação ao SNMP. A ISO identificou, até agora, treze funções básicas comuns a diversas áreas funcionais;

- da mesma forma que outros protocolos OSI, o CMIP é um padrão internacional definido pela ISO. Isto significa que os fabricantes podem testar suas implementações através de um conjunto de testes de conformidade e de interoperabilidade. Em contraste, SNMP não é um padrão internacional, e os fabricantes verificam suas implementações somente através de testes de interoperabilidade.

O que se pode concluir é que existem áreas de atuação bem definidas. Embora exista uma quantidade considerável de produtos baseados no SNMP, estes produtos deverão ser integrados no futuro, e esta integração só será possível através da adoção dos padrões OSI. Na realidade, o desenvolvimento de sistemas de gerência capazes de realizar a integração de diversos subsistemas já constitui uma preocupação entre os grandes fabricantes, e a solução adotada tem sido o desenvolvimento de sistemas em conformidade com os padrões OSI. Esta política está sendo adotada também pela Universidade Federal de Santa Catarina, que pretende, no futuro, ter implementada a pilha OSI na sua rede local.

4.2. A MODELAGEM DO SISTEMA DE GERÊNCIA

4.2.1. Modelo OSI para Gerenciamento de Sistemas

Devido à escolha do padrão OSI de gerência de sistemas, algumas alterações fizeram-se necessárias para adequá-lo à rede-alvo do projeto.

Na figura 1 é apresentado o modelo original, proposto pela ISO. Neste modelo, podem ser identificados todos os componentes do sistema de gerência na camada de aplicação :

- *Base de Informações de Gerenciamento (MIB)* : é o repositório conceitual de informações de gerenciamento. É uma visão abstrata de todos os objetos da rede que podem ser gerenciados. A MIB é conceitual, não importando qual seja o meio para armazenamento físico das informações de gerenciamento;

- *Estrutura de Informação de Gerenciamento (SMI)* : descreve o cenário no qual a MIB pode ser definida. A SMI, baseada na abordagem orientada a objetos, introduz os conceitos de hierarquia e herança, de nomeação e de registros usados na caracterização e identificação de objetos gerenciados. Além disso, define o conjunto de operações que pode ser realizado sobre os objetos gerenciados da MIB e o comportamento destes objetos mediante a execução destas operações;

- *Elemento de Serviço de Aplicação de Gerenciamento de Sistema (SMASE)* : define a semântica e a sintaxe abstratas das informações transferidas como relevantes para o gerenciamento OSI nas Unidades de Dados do Protocolo de Aplicação de Gerenciamento (MAPDUs);

- *Elemento de Serviço de Informação de Gerenciamento Comum (CMISE)* : provê um meio para a troca de informações relativas às operações de gerenciamento e notificações com o propósito de gerenciamento de modo comum, realizada através das Unidades de Dados de Protocolo de Informação de Gerenciamento Comum (CMIPDUs). Possui os serviços M-CREATE, M-DELETE, M-GET, M-SET, M-ACTION e a notificação M-EVENT-REPORT.

M-CREATE - Usada para criar um objeto na MIB. Tem confirmação obrigatória;

M-DELETE - Usada para destruir objetos na MIB. Tem confirmação obrigatória e pode gerar mais de uma resposta, isto é, vários objetos podem ser destruídos numa mesma operação (através do uso de filtros);

M-GET - Usada para recuperar valores de atributos de objetos na MIB. Tem confirmação obrigatória e pode gerar mais de uma resposta, isto é, vários valores de atributos podem ser recuperados numa mesma operação;

M-SET - Usada para modificar valores de atributos de objetos na MIB. Tem confirmação facultativa e pode gerar mais de uma resposta, isto é, vários valores de atributos podem ser modificados numa mesma operação;

M-ACTION - Usada para executar uma ação sobre objetos na MIB. Tem confirmação facultativa e pode gerar mais de uma resposta, isto é, uma ação pode ser executada sobre vários objetos numa mesma operação;

M-EVENT-REPORT - Usada para sinalizar um evento ocorrido sobre um objeto. Tem confirmação facultativa.

- *Protocolo de Informação de Gerenciamento Comum (CMIP)* : especifica os elementos de protocolo usados para prover os serviços de operação e notificação definidos pelo CMISE. Os procedimentos do CMIP definem a transferência de PDUs CMIP cuja estrutura, codificação e relacionamento com as primitivas de serviço CMIS são especificados pela ISO em [ISOe].

A Máquina de Protocolo de Informação de Gerenciamento Comum (CMIPM) aceita as primitivas de pedido e de resposta do serviço CMIS e emite PDUs CMIP. De outra forma, uma CMIPM aceita qualquer PDU CMIP bem formada, e passa-a ao usuário-do-serviço-CMISE para processamento, através das primitivas de indicação e de confirmação do CMIS. Se a PDU recebida não for bem formada ou não contiver uma notificação ou operação suportada, uma PDU retorna indicando que a PDU recebida foi rejeitada.

Os procedimentos indicam somente como interpretar os vários campos da PDU CMIP, não levando em consideração o que um usuário-do-serviço-CMISE fará com a informação que ele solicita, nem indicando como um usuário-do-serviço-CMISE processará a informação.

O modelo de gerência proposto pela ISO estabelece o Elemento de Serviço de Controle de Associação (ACSE) e o Elemento de Serviço de Operações Remotas (ROSE) como elementos de serviço de aplicação que dão suporte ao CMISE. Outra alternativa proposta é a utilização de serviços de aplicação tais como o FTAM.

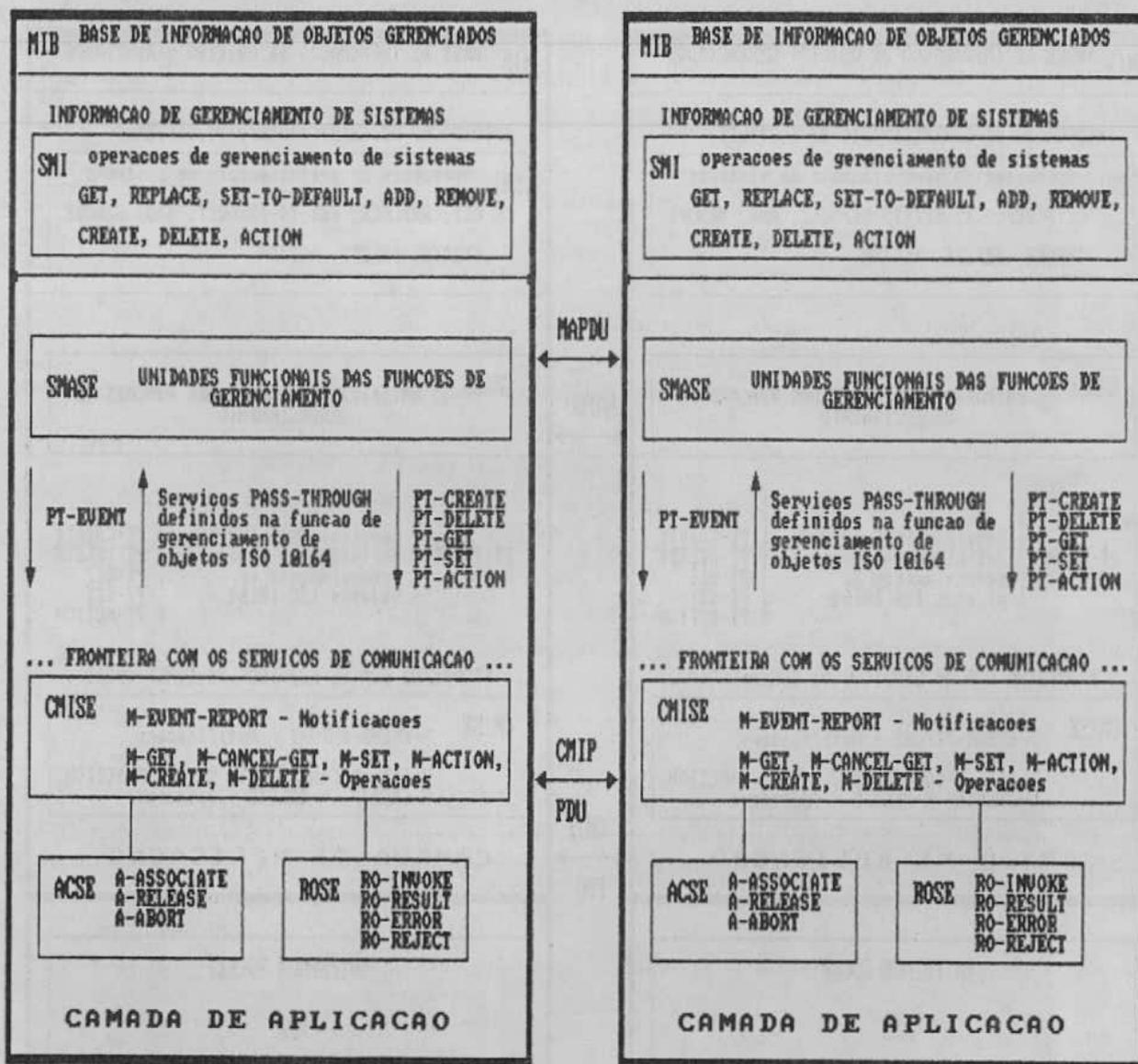
4.2.2. Modelo Proposto para Gerenciamento de Sistemas

A figura 2 apresenta o modelo proposto neste trabalho. Este modelo representa um mapeamento do padrão de gerência OSI sobre uma rede Internet. Pode-se notar que a diferença entre ele e o modelo de gerência OSI é a ausência dos serviços ACSE e ROSE. Como estes serviços são imprescindíveis, pois "o uso do CMISE também implica na presença do ACSE, ROSE e de outros ASEs" [BRI93], o que obrigou à busca de uma alternativa para estes serviços (ACSE e ROSE), já que eles inexistem na arquitetura Internet. A solução encontrada foi a utilização da interface de programas de aplicação (API) Socket, disponível em qualquer ambiente TCP/IP, que foi projetado para possibilitar o desenvolvimento de aplicações com a interface da rede.

A interface Socket é uma das APIs oferecidas pelos protocolos TCP/IP, tendo por objetivo possibilitar a comunicação entre dois processos, tanto locais como remotos. Ela foi introduzida pelo sistema UNIX 4.2 BSD, tornando-se um padrão de fato, e pode oferecer diferentes serviços : *socket stream*, *socket datagram* e *socket raw*. Um *socket stream* define um serviço confiável orientado a conexão, utilizado, por exemplo, pelo protocolo para transferência de arquivos FTP. *Socket datagram* define um serviço sem conexão, como o NFS, que permite o compartilhamento de sistemas de arquivos através da rede. Finalmente, o *socket raw* permite acesso direto às camadas mais baixas, como IP e ICMP.

O Socket usa a definição de portas. Uma porta é usada para diferenciar aplicações usando a mesma interface de rede. Fisicamente, uma porta é um inteiro de 16 bits. Algumas portas são reservadas para aplicações particulares e são conhecidas como "well-known ports".

A implementação do Socket no TCP/IP para VM e MVS suporta duas famílias de endereços : AF_INET, que define endereçamento no domínio Internet, e AF_IUCV, para o domínio IUCV.



FONTE : [BR193]

Figura 1 - Modelo OSI para Gerenciamento de Sistemas



Figura 2 - Modelo Proposto para Gerenciamento de Sistemas

A figura 3 descreve uma sessão Socket, isto é, as funções necessárias para o estabelecimento/liberação de conexão e troca de dados entre dois processos.

5 - A IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO

O protocolo de troca de informações de gerência está sendo implementado no mainframe IBM 3090 (sistema operacional VM/ESA), no CONVEX C210 e nas estações de trabalho (sistema operacional UNIX). A linguagem de programação escolhida foi a linguagem C, devido, entre outros fatores, a sua portabilidade.

Apesar da rede possuir PCs, eles não serão considerados no sistema de gerência, pelo motivo de não comportarem um sistema operacional multitarefa, necessário para a implantação do protocolo.

O protocolo implementado consiste dos componentes responsáveis pelos serviços de comunicação, CMISE e CMIPM, como mostra a figura 4. O módulo CMISE é responsável pela implementação dos serviços (M-CREATE, M-DELETE, M-GET, M-SET, M-ACTION e M-EVENT-REPORT), enquanto que o módulo CMIPM é encarregado de transmitir e receber as CMIPDUs.

Os parâmetros dos serviços presentes nos quadros que serão trocados entre os módulos CMISE-CMIPM e CMIPM-CMIPM foram retirados das normas [ISOe] e [ISO]. Por estarem codificados na notação abstrata ASN.1, foi feita antes uma adaptação desses tipos para aqueles pertencentes à linguagem C, buscando-se a maior fidelidade possível.

5.1 - O MÓDULO CMISE

O módulo CMISE é, na verdade, uma biblioteca da linguagem C contendo as funções de comunicação que estarão disponíveis a um programa de aplicação de

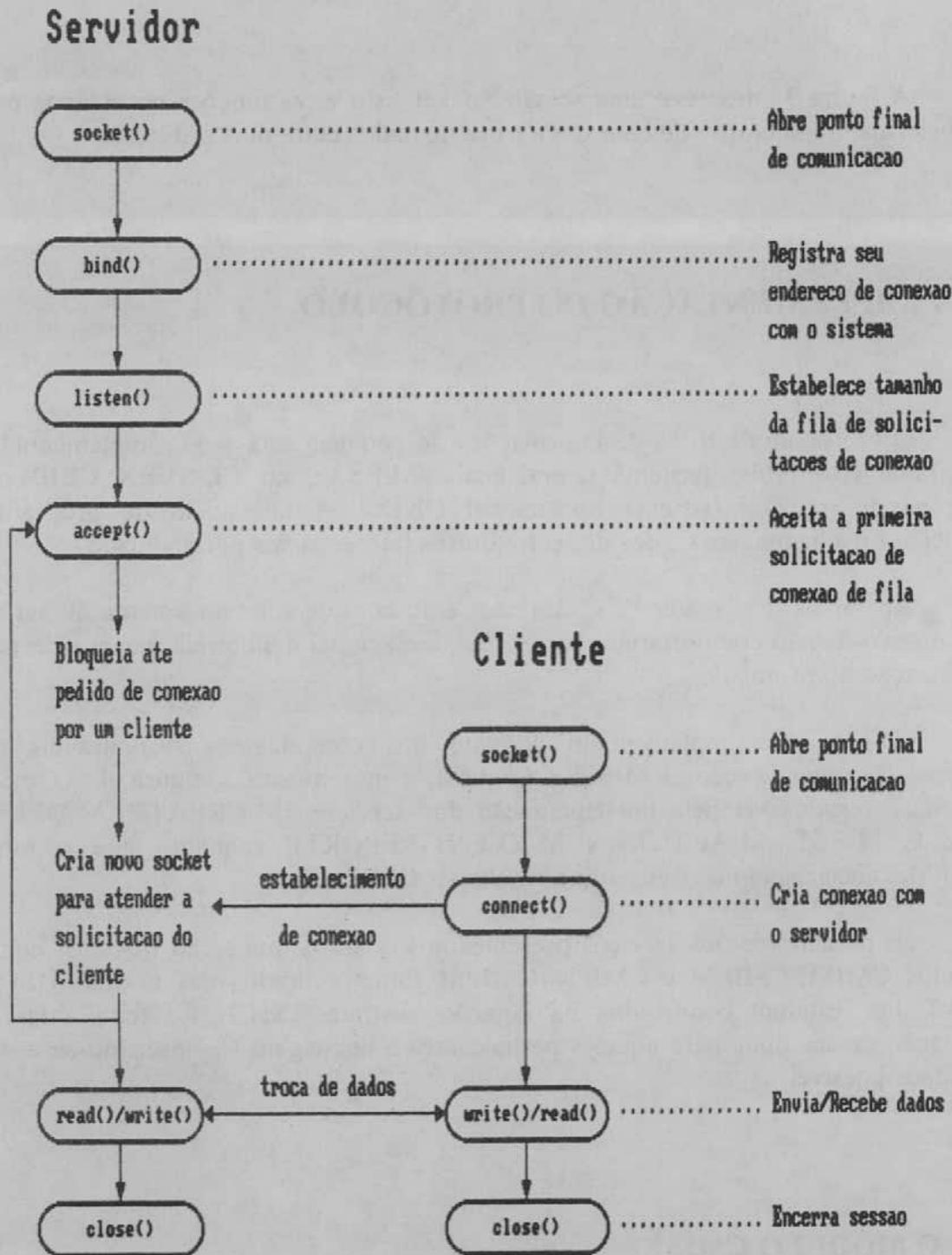


Figura 3 - Sessao Socket para um protocolo com conexao

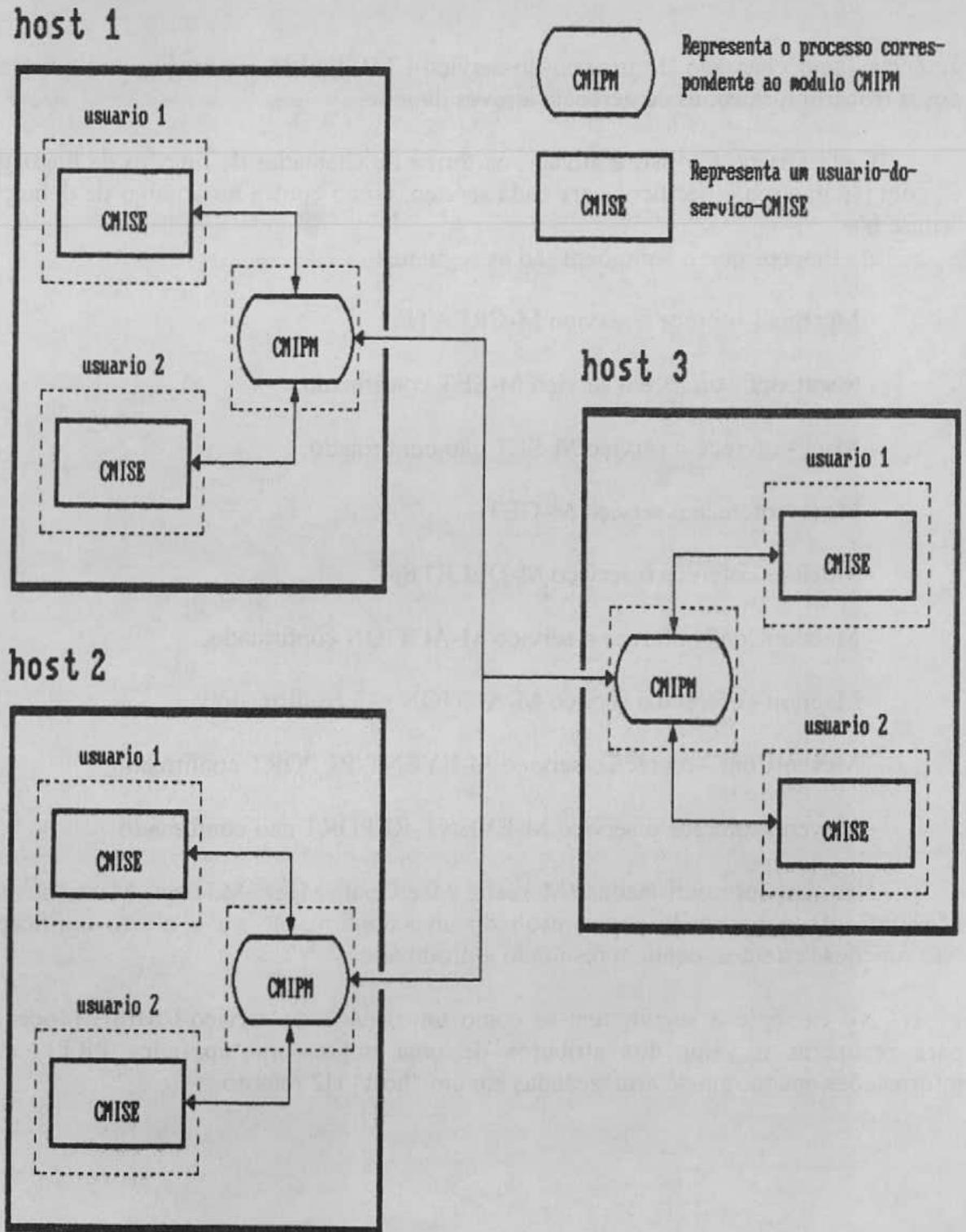


Figura 4 - Módulos do CMIS

gerência (aqui chamado de usuário-do-serviço-CMISE), de modo que este programa possa trocar informações de gerência através da rede.

Cada serviço CMISE é ativado na forma de chamadas de funções da linguagem C, com parâmetros específicos para cada serviço, como consta no arquivo de definições "cmise.h".

As funções que o compõem são as seguintes :

- Mcreate - oferece o serviço M-CREATE;
- MsetConf - oferece o serviço M-SET confirmado;
- Mset - oferece o serviço M-SET não confirmado;
- Mget - oferece o serviço M-GET;
- Mdelete - oferece o serviço M-DELETE;
- MactionConf - oferece o serviço M-ACTION confirmado;
- Maction - oferece o serviço M-ACTION não confirmado;
- MeventConf - oferece o serviço M-EVENT-REPORT confirmado;
- Mevent - oferece o serviço M-EVENT-REPORT não confirmado.

Nas funções confirmadas (Mcreate, MsetConf, Mget, Mdelete, MactionConf e MeventConf), é retornada como resultado uma confirmação ou o objeto notificação. Nas funções restantes, nenhum resultado é produzido.

No exemplo a seguir, tem-se como um usuário-do-serviço-CMISE procederia para recuperar o valor dos atributos de uma impressora hipotética PRT1, cujas informações encontram-se armazenadas em um "host" H2 remoto :

```
#include <cmise.h>

main () {

    Atributos = Mget(H2,PRT1,...);
    if Atributos.estado = "DOWN"
        {
            .           /* relata que a impressora */
            .           /* está desligada          */
        }

} /* fim do programa */
```

De acordo com o serviço, a função montará um quadro e o passará ao módulo CMIPM, para que seja enviado ao "host" destino. Da mesma forma, ao receber do módulo CMIPM uma solicitação remota de serviço, o CMISE encarregar-se-á de repassá-la a um usuário-do-serviço-CMISE para processamento.

5.2 - O MÓDULO CMIPM

O módulo CMIPM corresponde à implementação da Máquina de Protocolo de Informação de Gerenciamento Comum, e consiste fisicamente em um processo continuamente em execução em cada "host" da rede. Ele possui portas de comunicação e, através da interface Socket, estabelece conexão e troca informações com processos locais ou remotos.

O funcionamento deste módulo depende da primitiva enviada junto com os parâmetros da função, podendo ser :

- **REQUEST** : Indica uma solicitação do CMISE local para a execução de um serviço remoto. O CMIPM, então, acrescenta ao quadro recebido a identificação da origem, codifica-o segundo o padrão XDR e o envia ao destino, através do Socket (a PDU, neste caso, é chamada de PDU OPERATION). Caso seja uma operação confirmada, é guardada a identificação do solicitante para uma posterior devolução da confirmação;

- **RESPONSE** : Indica uma resposta a uma solicitação remota. O CMIPM codifica o quadro no padrão XDR e o envia ao "host" de origem do pedido (PDU NOTIFICATION);

- **OPERATION** : Indica a chegada de uma PDU OPERATION contendo uma solicitação remota de serviço. O CMIPM decodifica o quadro, modifica a primitiva para "indication" e o envia para o CMISE local;

- **NOTIFICATION** : Indica a chegada de uma PDU NOTIFICATION representando a confirmação de uma solicitação de serviço. O CMIPM decodifica o quadro XDR, e o repassa ao solicitante (usuário-do-serviço-CMISE).

O diagrama da figura 5 ilustra a utilização dessas primitivas :

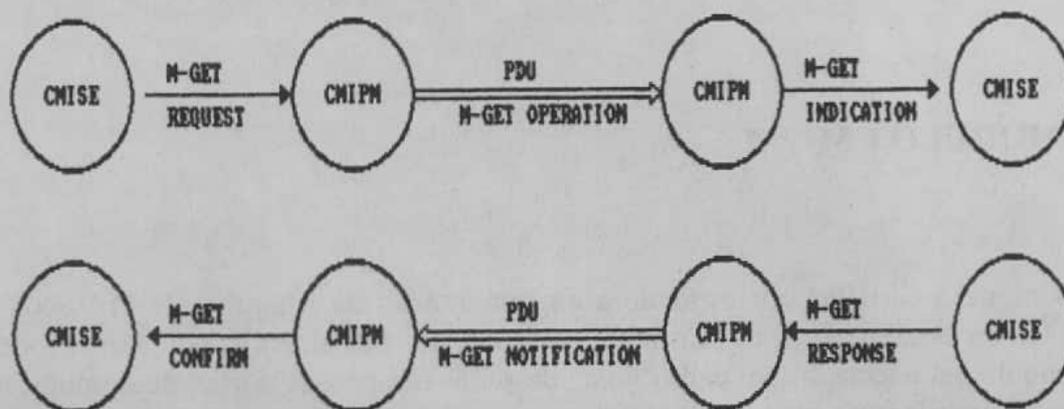


Figura 5 - Primitivas de Comunicação

Dada a necessidade da troca de informações entre máquinas com diferentes representações de dados, foi preciso uma forma padrão de representação de dados, conhecida por todas as máquinas envolvidas. Desse modo, as informações são codificadas na forma padrão antes da transmissão e decodificadas para a representação local ao chegarem ao destino.

Para a representação e codificação de dados foi utilizado o External Data Representation (XDR). Suas principais características são :

- É um padrão usado pela Sun Microsystems, também proposto pela comunidade internet no RFC 1014;
- Situa-se na camada de apresentação do modelo OSI, sendo semelhante ao X.409, exceto que usa tipagem implícita (X.409 usa tipagem explícita);
- Usa uma linguagem para descrever formato de dados;

Ele possui uma biblioteca de funções escritas na linguagem C, que converte dados da representação local para a representação XDR. A biblioteca contém filtros XDR para tipos primitivos (inteiro, float, char, etc.) e para tipos compostos (struct, array, etc.). Um filtro XDR é um procedimento que codifica ou decodifica objetos de dados de um tipo. Por exemplo, se deseja-se codificar para o formato XDR uma variável do tipo inteiro, usa-se o filtro `xdr_int()`.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto apresentado teve como objetivo mapear o protocolo de gerenciamento OSI no ambiente TCP/IP. O protocolo usado para suportar as cinco áreas funcionais de gerenciamento OSI foi o CMIP. Isto significa dizer que a utilização do CMIP não exige necessariamente o uso da pilha completa OSI.

A implementação deste projeto, por sua vez, mostrou a facilidade de compatibilizar um sistema OSI com uma rede usando tecnologia TCP/IP. Para isto, houve a necessidade de substituir apenas dois serviços da camada de aplicação OSI (ACSE e ROSE) por uma Interface de Programa de Aplicação (API) oferecido pela arquitetura Internet, conhecida como "Socket". Com este serviço foi possível conseguir, sem grandes dificuldades, as funções necessárias ao desenvolvimento do trabalho, já que o "Socket" provê estabelecimento de conexão e troca de informações remotas.

Atualmente a implementação encontra-se bastante avançada. No módulo CMISE, todas as funções já estão disponíveis. No módulo CMIPM ainda são necessários alguns melhoramentos quando da existência de vários usuários-do-serviço-CMISE solicitando serviços simultaneamente no mesmo "host".

Concluindo, o trabalho aqui apresentado representa uma alternativa para aliar a grande difusão de redes TCP/IP à tendência para soluções de gerenciamento padronizadas.

BIBLIOGRAFIA

- [ISOa] ISO/IEC DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC/DIS 10165-1. Management Information Model.
- [ISOb] ISO/IEC DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC/DIS 10165-2. Definition of Management Information.
- [ISOc] ISO/IEC DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC/DIS 10165-3. Definition of Management Attributes.
- [ISOd] ISO/IEC DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC/DIS 10165-4. Guidelines for the Definition of Managed Objects.
- [ISOe] ISO/IEC INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC/DIS 9595. Common Management Information Service Definition.
- [ISOf] ISO/IEC INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC/DIS 9596. Common Management Information Protocol Specification.
- [IBM89] TCP/IP - Tutorial and Technical Overview. IBM International Technical Support Centers, 1989.

- [IBM90] TCP/IP Version 2.0 for VM : Programmer's Reference. IBM Corporation, 1990.
- [BOC90] BOCHMANN, G. v. et alli. Implementation Support Tools for OSI Application Layer Protocols. Technical Report no. 748. Université de Montréal, 1990.
- [BRI93] Gerenciamento de Redes, uma Abordagem de Sistemas Abertos. BRISA - Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos. Makron Books, 1993.
- [COR91] CORBIN, J. R. The Art of Distributed Applications. Springer-Verlag, 1991.
- [FIS91] FISCHER, S. Byte. March 1991, pp. 183-190.
- [OLI92] OLIVEIRA, A. V. & KINAST, J. A. P. Especificação de um Sistema de Gerência para a Rede Local UFSC. Projeto de conclusão de curso, curso de Ciências da Computação - UFSC, agosto 1992.