

Gerência de Desempenho e Configuração de uma Rede de Alta Velocidade através do Sistema Integrado de Supervisão

Raphael Silva Cury
Ana Paula Ribeiro da Silva
Antonio Alfredo Ferreira Loureiro
José Marcos Silva Nogueira

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Minas Gerais

{rscury, anapaula, loureiro, jmarcos}@dcc.ufmg.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivos apresentar o gerenciamento de redes ATM nas áreas funcionais de desempenho e configuração para a Rede BH2 e avaliar como o SIS (Sistema Integrado de Supervisão) pode ser usado para fazer essa gerência. Os elementos gerenciados são os comutadores IBM 8265 usados na rede BH2. Esse projeto visa a implantação de uma rede Internet metropolitana de alta velocidade em Belo Horizonte e faz parte de uma meta mais ampla da RNP que é a criação de uma infra-estrutura de alta velocidade no país. O SIS é o sistema de gerência integrada de redes de computadores e de telecomunicações da planta da Telemar desenvolvido pelo DCC/UFMG. Os resultados obtidos na integração da gerência de desempenho e configuração da rede BH2 mostraram que a plataforma de gerência SIS pode ser uma solução totalmente viável na gerência de uma rede ATM tanto para o projeto BH2 quanto para a própria Telemar.

Abstract

The main goals of this work are to present the management of ATM networks in the areas of performance and configuration for the BH2 network, and to evaluate the SIS as the solution for the network management of that project. The network elements to be managed are IBM 8265 switches used in the BH2 backbone. That is a high-speed metropolitan area network project for Belo Horizonte and is part of a larger project which is the deployment of a high-speed infrastructure in Brazil. The SIS is the network management platform of Telemar developed by DCC/UFMG. The results obtained show that the integration of the performance and configuration management in the SIS system is feasible and efficient.

1. Introdução

A tecnologia ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) é considerada, atualmente, como uma das principais tendências no mundo das comunicações em redes de alta velocidade, servindo de base para projetos como Internet2, REMAV (Redes Metropolitanas de Alta Velocidade) da RNP (Rede Nacional de Pesquisa) e redes de comunicação de dados das operadoras de telecomunicações. Isso se deve principalmente ao fato dessa tecnologia possuir a capacidade de tratar vários tipos de tráfego com garantia da qualidade de serviço (QoS) oferecendo suporte a uma grande variedade de aplicações, que podem demandar, inclusive, taxas de transmissão constantes como exigem as aplicações de áudio e vídeo.

Um exemplo de utilização da tecnologia ATM, e que será o alvo da aplicação do nosso trabalho, é o Projeto BH2 (Rede Metropolitana de Alta Velocidade de Belo Horizonte) [3]. Este projeto consiste de um consórcio, formado por órgãos representantes dos governos estadual e municipal, empresas públicas e privadas e instituições acadêmicas, como a UFMG, que visa a implantação de uma rede Internet metropolitana de alta velocidade em Belo Horizonte. Dentre os principais objetivos dessa rede estão o desenvolvimento de atividades nas áreas de Teleradiologia, Geoprocessamento, Bibliotecas Virtuais e Multimídia, Ensino a Distância e Gerenciamento, Operação e Manutenção de Redes de Alta Velocidade. Essas atividades têm natureza diversa o que torna o tráfego da rede BH2 bastante heterogêneo.

A diversidade de serviços e conseqüente heterogeneidade do tráfego tornam a atividade de gerenciamento de uma rede de alta velocidade que utiliza a tecnologia ATM bastante complexa. Sistemas de gerência utilizados em outras tecnologias não tratam adequadamente as necessidades de uma rede ATM. As altas e variadas taxas de transmissão de dados nessas redes podem fazer com que cheguem informações em rajadas à plataforma de gerência quando ocorre um evento na planta. Esses eventos referem-se a aspectos de falha, desempenho, configuração, contabilidade e segurança da rede, podendo estar correlacionados entre si ou não. A garantia da qualidade de serviço (QoS) também é um aspecto importante a se considerar já que as redes ATM foram projetadas para esse fim. Outro fator que aumenta a complexidade do gerenciamento das redes ATM é que, além dos circuitos físicos, também é necessário gerenciar os circuitos virtuais (*VC-Virtual Circuits*). A gerência dos circuitos virtuais é particularmente complicada devido à existência dos circuitos virtuais comutados cujas rotas variam de acordo com as condições da rede.

Neste contexto, o Sistema Integrado de Supervisão (SIS) [7] surge como uma alternativa para o desenvolvimento de um sistema de gerência que atenda às necessidades e peculiaridades dessa nova tecnologia. O SIS é um sistema computacional que tem como objetivo dar suporte à gerência integrada de redes de computadores e de telecomunicações da planta da Telemar nos 16 estados onde atua. É um sistema que está operacional desde o início da década passada e é o resultado de uma parceria entre a Telemar e o Departamento de Ciência da Computação da UFMG. Trata-se de um sistema de gerenciamento robusto e eficaz, já com muitas funcionalidades e ferramentas desenvolvidas possibilitando a integração de novos módulos nas cinco áreas funcionais de gerenciamento (falhas, desempenho, configuração, segurança e contabilidade). Estas características fazem do SIS o ponto de partida ideal para o desenvolvimento do gerenciamento da rede de alta velocidade BH2.

Este trabalho teve dois objetivos principais. O primeiro foi apresentar o gerenciamento de redes ATM nas áreas funcionais de desempenho e configuração para a Rede BH2. O segundo foi avaliar como o SIS pode ser usado para fazer essa gerência. Os elementos gerenciados são os comutadores IBM 8265 [8] usados na rede BH2. Este comutador possui múltiplos objetos gerenciáveis como enlaces, canais, caminhos, interfaces físicas e virtuais.

Este trabalho apresentou um desafio interessante para o SIS pois foi a primeira vez que o sistema estava sendo usado para gerenciar elementos de uma rede ATM. Os resultados obtidos, tanto da parte de gerenciamento de desempenho e configuração quanto da avaliação da plataforma SIS, serão aplicados diretamente no projeto BH2 e na própria utilização do SIS dentro da planta de

redes e telecomunicações da Telemar. Em particular, este último aspecto tem uma importância estratégica importante pois representa um nível a mais de integração de gerência da rede Telemar, onde o SIS está instalado. A rede BH2 está em fase final de instalação e deve se tornar operacional até o final de junho de 2001. Com os resultados deste trabalho pretendemos implantar a gerência de desempenho e configuração assim que a rede estiver disponível.

Este artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2 apresentamos a arquitetura de gerenciamento utilizada na proposta de supervisão da rede BH2. Na seção 3 discutimos detalhes sobre o gerenciamento das redes ATM nas áreas de configuração e desempenho assim como a implementação dos agentes específicos. Finalmente na seção 4 apresentamos as conclusões do trabalho.

2. Arquitetura de Gerenciamento Utilizada

O SIS foi projetado para supervisionar uma planta extensa, distribuída e heterogênea, utilizando um sistema único e integrado de gerenciamento, cobrindo cada uma das cinco áreas funcionais. Sua arquitetura é modular e expansível, sendo capaz de integrar sistemas de supervisão utilizando diferentes tecnologias, interfaces e protocolos definidos por diversos fabricantes de equipamentos, como mostra a figura 1. Desta forma, novas funcionalidades podem ser adicionadas com facilidade.

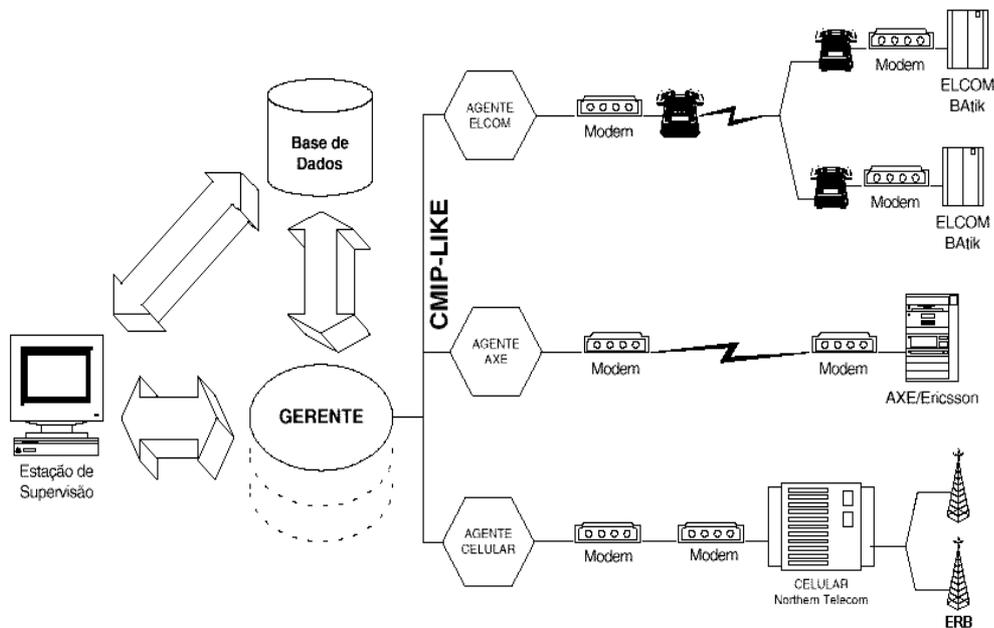


Figura 1: Arquitetura de Gerenciamento do SIS

O modelo organizacional utilizado no gerenciamento da rede metropolitana de alta velocidade BH2 é o modelo Gerente–Agente, já implementado pelo SIS e amplamente utilizado na supervisão de centrais telefônicas e outros elementos de rede (ERs). Nesse modelo, apresentado na figura 2, o gerente é a parte da aplicação responsável pela realização das operações de gerência sobre o elemento de rede (objeto gerenciado) através do agente. Para isso, envia comandos e recebe respostas e notificações de eventos dos agentes. O agente é a parte da aplicação que tem contato direto com o elemento de rede. É ele que irá executar os comandos enviados pelo gerente sobre os elementos de rede e refletirá seu comportamento emitindo notificações sobre os mesmos.

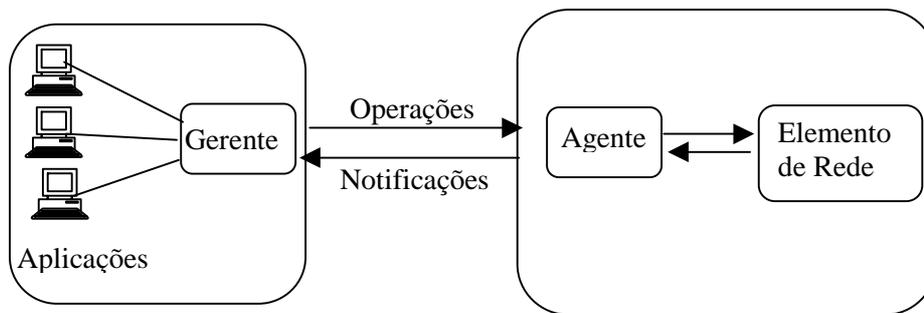


Figura 2: Modelo Organizacional

O agente de supervisão implementado pelo SIS é dividido em três módulos distintos:

1. Interface com o elemento de rede;
2. O mapeamento de dados;
3. Interface com o gerente.

O módulo de interface com o elemento de rede faz a comunicação entre o agente e o elemento de rede supervisionado, enviando operações e requisições e recebendo notificações. O módulo de mapeamento de dados é responsável pela “tradução” das informações trocadas entre o elemento de rede e o SIS, ou seja, faz a conversão das informações vindas do elemento de rede para o modelo estabelecido na plataforma de gerência, e o mapeamento das informações recebidas do SIS para as que serão transmitidas aos elementos de rede. A interface com o gerente faz a comunicação entre o gerente e o agente utilizando funções e primitivas pré-estabelecidas para o envio de comandos e recebimentos de alarmes.

Dessa forma, o agente de supervisão do SIS implementa dois tipos de comunicação: aquela feita entre o agente e o elemento de rede e aquela feita entre o agente e o gerente, como mostra a figura 3. A cada novo elemento de rede acrescido ao sistema de supervisão, apenas a comunicação entre ele e o agente demanda real esforço de desenvolvimento.

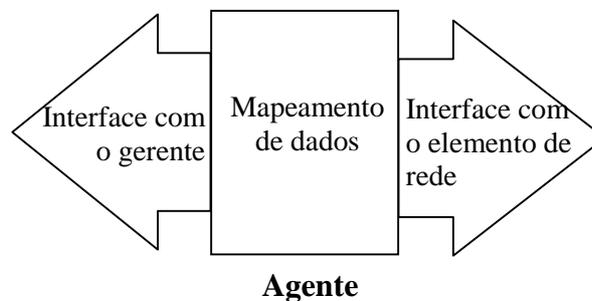


Figura 3: Estrutura do agente de supervisão SIS

O elemento de rede gerenciado pode ser qualquer dispositivo da rede capaz de informar a descrição de seu próprio estado ao mundo externo, por exemplo *hosts*, roteadores, pontes, e impressoras. No caso da rede BH2, os elementos gerenciados são os comutadores IBM 8265, que formam o seu *backbone*. Este comutador possui múltiplos objetos gerenciáveis como enlaces, canais, caminhos, interfaces físicas e virtuais.

3. Gerência de Desempenho e Configuração

Nesta seção descrevemos as peculiaridades sobre o gerenciamento de redes ATM nas áreas específicas de configuração e desempenho assim como a implementação dos agentes desenvolvidos para o gerenciamento em cada uma dessas áreas.

3.1 Gerência de Desempenho em redes ATM

O gerenciamento de desempenho é muito discutido em redes ATM devido, principalmente, à necessidade de garantir a qualidade de serviço. A QoS é um fator primordial numa rede ATM devido à oferta de serviços heterogêneos incluindo aqueles que exigem transferência de dados a uma taxa constante como o áudio e o vídeo. A heterogeneidade do tráfego facilita a ocorrência de problemas de desempenho da rede, degradando os seus serviços. É responsabilidade do sistema de gerenciamento instruir os comutadores ATM no sentido de priorizar a transmissão de um determinado tipo de dado sobre outro, alterando as rotas dos circuitos virtuais comutados de acordo com as condições da rede.

O gerenciamento de desempenho inclui as seguintes funcionalidades:

- armazenamento de informações sobre o monitoramento de desempenho;
- armazenamento de dados sobre o gerenciamento de tráfego;
- análise de informações de desempenho e geração de relatórios de conclusões;
- correlação de alarmes e alertas e geração de relatórios de conclusões;
- atualização e consulta das informações de controle e desempenho [1,2].

Para o monitoramento do desempenho e o gerenciamento do tráfego, vários tipos de amostras estatísticas são necessárias:

- número de células transmitidas e recebidas por porta;
- número de células errôneas recebidas;
- número de células que são transmitidas por conexão (VCs e VPs);
- número de sinalizações por canal de sinalização.

Implementação

O elemento de rede gerenciado é o comutador ATM IBM 8265, que compõe cada um dos nós do *backbone* da rede BH2. O protocolo utilizado como forma de acesso para a gerência de desempenho é o protocolo SNMP, provido pelo elemento de rede. Para o gerenciamento de desempenho, o agente de supervisão desenvolvido com base nas bibliotecas do SIS, utiliza basicamente as operações *Get* e *Trap*, recuperando informações e recebendo notificações de algum evento na planta. De acordo com as informações recuperadas e recebidas, o agente envia informações ao gerente para geração de alarmes. Toda a comunicação Gerente-Agente já está implementada no SIS, cabendo aqui apenas o desenvolvimento do agente para funções específicas de gerência de desempenho deste elemento de rede.

A implementação do SIS permite que a plataforma receba alarmes de gerência em rajadas, utilize filtros para selecionar alarmes, faça correlação de alarmes e tome ações corretivas pré-definidas. Estas são características importantes quando se trata do gerenciamento de desempenho.

A seguir, descreveremos com mais detalhes quais os objetos são monitorados na supervisão de desempenho.

Objetos Gerenciáveis

Um das fases mais importantes no desenvolvimento de agentes de gerenciamento é a definição dos objetos a serem gerenciados. Essa escolha se faz de acordo com o tipo de gerência que se deseja fazer e as informações disponíveis nas MIBs do elemento de rede a ser monitorado. No caso do comutador IBM 8265 estão disponíveis a MIB-II [4,5], e a AtoM MIB [6], além das MIB's proprietárias.

A MIB II, definida na RFC 1213 [4], foi projetada para uso de protocolos de gerenciamento que funcionam sobre a arquitetura TCP/IP. Trata-se de uma segunda versão da MIB definida na

RFC 1156, apresentando incrementos adicionais à primeira proposta com a definição de objetos para interfaces de alta velocidade e suporte a *broadcasting* e *multicasting*. Os grupos de objetos da MIB II são apresentados na tabela 1.

A AtoM MIB, definida na RFC1695 [6], possui objetos com informações específicas para o gerenciamento de elementos de uma rede ATM. Esta MIB apresenta nove grupos que estão apresentados na tabela 2. Dentro de alguns destes grupos, disponíveis nas MIBs encontradas no comutador a ser monitorado na rede BH2, existem objetos que servirão de base de informações para o gerenciamento de desempenho através do SIS.

Grupos da MIB II	Informações Referentes
<i>System</i>	elemento gerenciado
<i>Interfaces</i>	interfaces na rede
<i>At</i>	mapeamento de endereços IP em físico
<i>Ip</i>	protocolo IP
<i>Icmp</i>	protocolo ICMP
<i>Tcp</i>	protocolo TCP
<i>Udp</i>	protocolo UDP
<i>Egp</i>	protocolo EGP
<i>Transmission</i>	tipos de mídia de transmissão
<i>Snmp</i>	estatísticas do nodo gerenciado

Tabela 1: Grupos de objetos da MIB II

Grupos da AtoM MIB	Informações Referentes
<i>ATM Interface Configuration</i>	Interfaces
<i>ATM Interface DS3 PLCP</i>	Interfaces
<i>ATM Interface TC Sublayer</i>	Interfaces
<i>ATM Traffic Descriptor Parameter</i>	<i>Links</i> virtuais
<i>ATM Interface VPL Configuration</i>	<i>Links</i> virtuais
<i>ATM Interface VCL Configuration</i>	<i>Links</i> virtuais
<i>ATM VP Cross Connect</i>	<i>Cross connect</i>
<i>ATM VC Cross Connect</i>	<i>Cross connect</i>
<i>ATM Interface AAL5 VCC Performance Statistics</i>	AAL5

Tabela 2: Grupos de objetos da AtoM MIB

3.2 Gerência Configuração em Redes ATM

As redes ATM trazem novos problemas que devem ser devidamente tratados por um sistema de gerenciamento de configuração [1,2]. Existem duas partes a serem gerenciadas: a rede física em si, o que consiste da configuração de comutadores e módulos funcionais; e o fluxo de dados que funciona sobre essa rede, como canais virtuais permanentes e comutados.

A configuração da rede física compreende as seguintes tarefas: a adição e remoção de qualquer nodo da rede, seja ele um comutador como um todo ou apenas um de seus módulos; a desabilitação do nodo antes da remoção e a habilitação depois da adição; a atribuição de endereços ATM, IP e outros tipos de endereçamento, sendo que os dois últimos somente no caso de IP clássico e emulação de redes locais; o gerenciamento de servidores de nomes e de resolução de endereços (servidores ARP).

Do ponto de vista da rede virtual, ou seja, dos canais virtuais que estão criados sob a rede física, é necessário adicionar, remover e reiniciar os canais permanentes e comutados. Sobre esse aspecto é importante também a configuração de parâmetros de qualidade de serviço, que é um dos grandes diferenciais que a tecnologia ATM oferece e deve ser gerenciado pelo SIS.

Esta seção trata da implementação de um agente de supervisão para a configuração de uma rede ATM. Através dele é possível a realização de ações nos comutadores, provendo serviços de habilitação e desabilitação de módulos, criação e exclusão de canais e caminhos virtuais permanentes, criação de interfaces virtuais, configuração de tipos de interfaces, e a ativação e desativação de servidores de emulação de redes locais.

Implementação

Assim como na gerência de desempenho, o elemento de rede gerenciado é o comutador ATM IBM 8265. Ele basicamente provê três formas de acesso para uma aplicação de configuração: através de terminal, por interface serial ou sobre o protocolo Telnet; através do protocolo SNMP; e através de interface Web.

Sob o ponto de vista da plataforma SIS, o que habitualmente é feito para as centrais telefônicas e outros elementos de rede é a utilização de terminal para a execução de ações sobre o elemento. Essa estratégia, mostrada na figura 4, é a solução adotada neste trabalho para a implementação do agente de configuração ATM. O agente recebe as requisições do SIS e executa as ações no comutador através de sessões executando sobre o protocolo Telnet.

Arquitetura de execução de serviços de configuração

A arquitetura de execução dos serviços de configuração na plataforma SIS, conforme descrita na figura 5, é composta de três partes: o OS (Sistema de Operação) cliente, o SIS, e os elementos de rede gerenciados [5]. Nesse modelo, o SIS funciona como um mediador entre o sistema de operação e o elemento de rede, recebendo as requisições do OS no seu formato e repassando-as para o elemento de rede através do protocolo proprietário do fabricante. Neste trabalho é aproveitada esta estrutura, amplamente usada para centrais telefônicas e outros objetos gerenciados, na realização de ações sobre os comutadores da rede de alta velocidade. Dessa maneira, a nova solução vai possuir uma arquitetura de comunicação com o sistema já testada e comprovadamente eficiente.

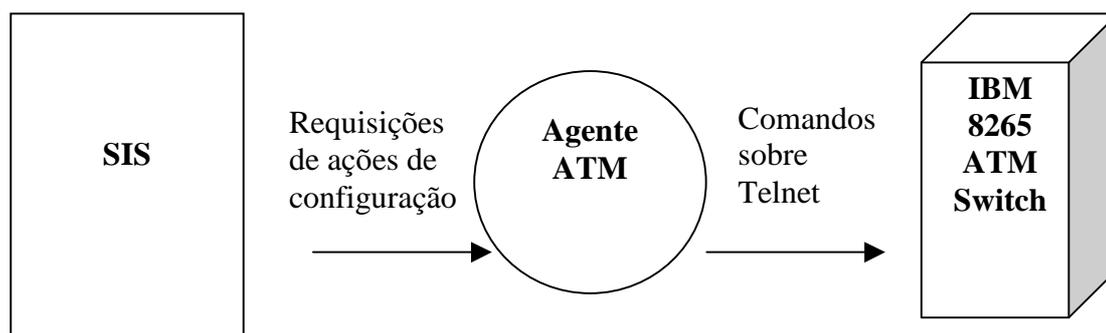


Figura 4: Solução proposta para realização de ações de configuração no elemento de rede

Dentro do SIS, o processo MESOX, ou Mediador de Solicitações Externas, recebe os comandos genéricos que foram definidos para a interface com os OSs clientes na forma de arquivos de solicitação e os repassa para o gerente correspondente ao elemento de rede gerenciado após consulta ao banco de dados. O gerente por sua vez se comunica com o agente requisitando a execução dos comandos sobre o elemento de rede, e o agente é responsável por fazer o mapeamento

entre os protocolos do SIS e do comutador e executar os procedimentos de configuração. A figura 4 apresenta o modelo desse fluxo de requisições. Dentro desse cenário, este trabalho trata da definição de comandos genéricos a serem utilizados nas requisições do SIS, e do mapeamento feito pelo agente de configuração entre esses comandos e os comandos do protocolo específico usado pelo comutador da IBM.

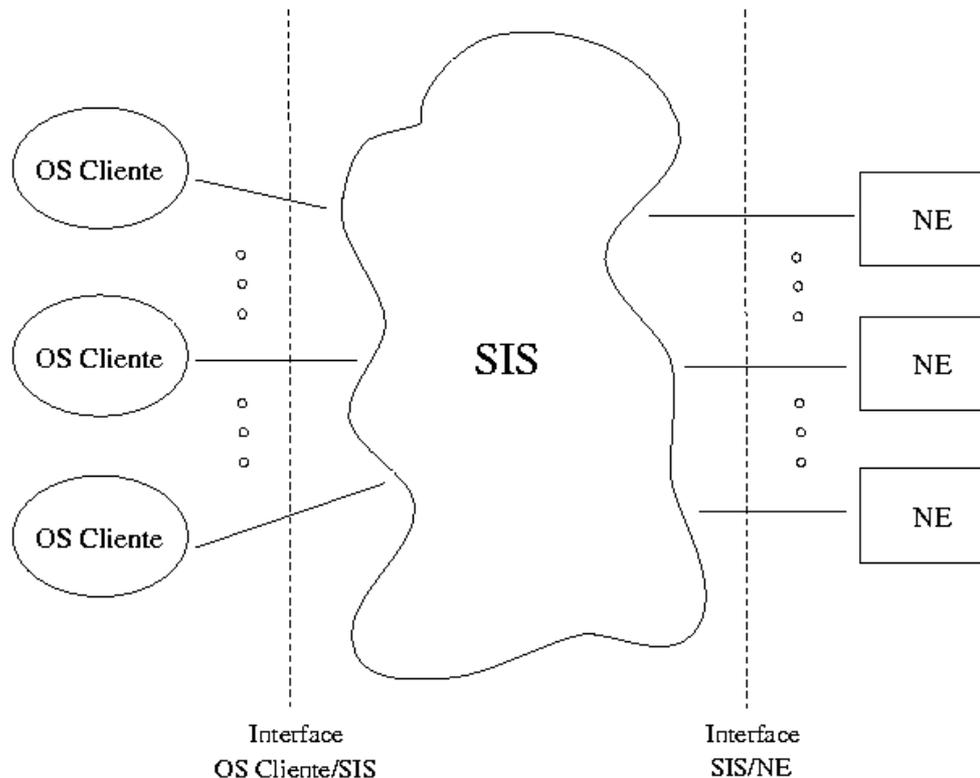


Figura 5: Arquitetura de execução dos serviços de configuração

Mapeamento de comandos do SIS para comandos específicos do comutador

Para cada um dos serviços de configuração providos pelo agente, foram definidos os comandos e seus formatos a serem utilizados pelo SIS nas requisições de ações sobre o elemento de rede supervisionado. Como já foi dito anteriormente, os serviços que o agente provê são os seguintes:

1. Ativação e desativação de módulos do comutador
2. Ativação e desativação de portas
3. Configuração de tipos de interface
4. Alocação de largura de banda para as interfaces
5. Ativação e desativação de conexões virtuais permanentes, sejam elas canais ou caminhos, ponto-a-ponto ou ponto-a-multiponto
6. Inicialização e parada de servidores de emulação de redes locais

Como exemplo do mapeamento que é realizado pelo agente de configuração, vamos tomar a ativação de uma conexão permanente por caminho virtual, ponto-a-ponto. Dentro do SIS, foi definido o comando

VPCPAP:<origem>,<destino>,<largura_de_banda> ,

onde *origem* é o endereço ATM de origem, *destino* é o endereço ATM de destino e *largura_de_banda* é a largura de banda em bytes a ser reservada para o canal virtual.

No comutador ATM IBM 8265, a sintaxe do comando para realização de tal ação é:

```
set pvc <origem> <id> <destino> path_point_to_point * *
reserved_bandwidth <largura_de_banda> BWD=_FWD frame_discard
```

Dessa forma, o agente recebe a requisição de ação no formato da plataforma SIS e mapeia essa requisição para o comando específico do comutador ATM, se conectando ao equipamento e efetivamente realizando a ação desejada. A figura 6 mostra o modelo desse mapeamento. A resposta, positiva ou negativa é interpretada pelo agente, que mapeia novamente os dados para o formato do SIS, finalizando o processo.

Da mesma forma que no gerenciamento de desempenho é possível tomar ações preventivas quanto surgem alarmes relacionados com a configuração do sistema. A plataforma pode delegar ações de gerenciamento ao agente fazendo com que problemas identificados sejam imediatamente tratados.

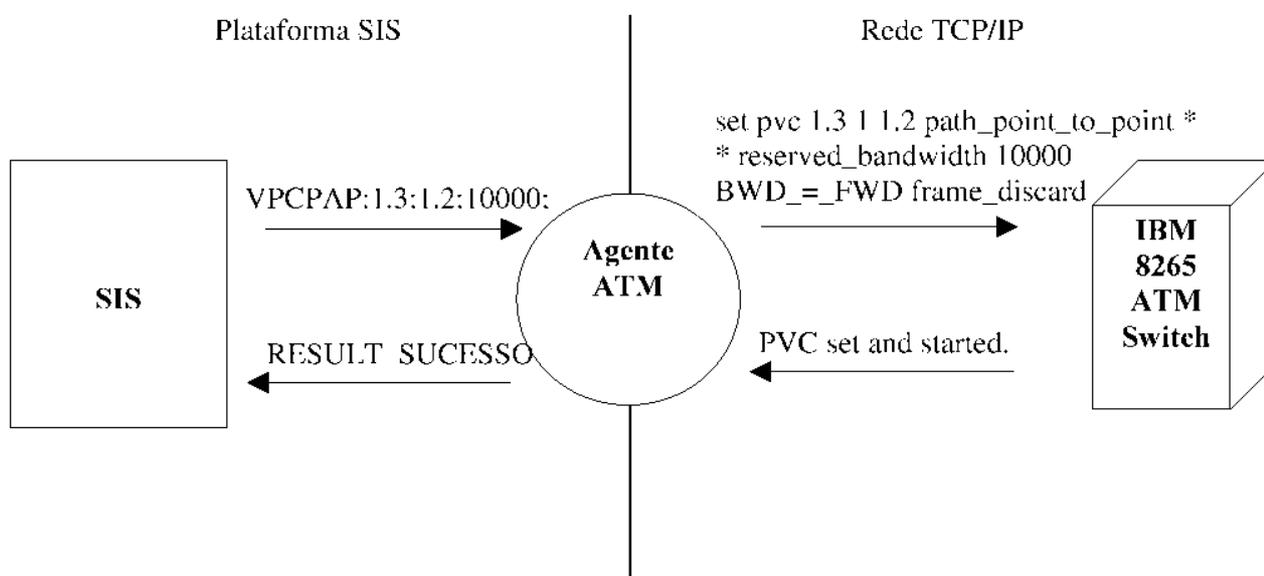


Figura 6: Mapeamento feito entre as requisições vindas do SIS e os comandos específicos do comutador

4. Conclusão

O gerenciamento de uma rede de alta velocidade que utiliza a tecnologia ATM é uma atividade bastante complexa devido à diversidade de serviços que podem ser oferecidos com certos níveis de qualidade de serviço. Sistemas de gerência utilizados em outras tecnologias como TCP/IP não tratam adequadamente as necessidades de uma rede baseada no padrão ATM principalmente a chegada de informações em rajadas à plataforma de gerência quando ocorre um evento na planta.

O projeto BH2 visa a implantação de uma rede Internet metropolitana de alta velocidade em Belo Horizonte e faz parte de uma meta mais ampla da RNP que é a criação de uma infra-estrutura de alta velocidade no país. O objetivo do projeto BH2 é criar um ambiente onde novas aplicações possam ser desenvolvidas e avaliadas. Faz parte de cada consórcio REMAV (Rede Metropolitana de Alta Velocidade) propor sua própria solução de gerenciamento da rede.

No caso do projeto BH2, optou-se por avaliar o SIS, que é o sistema de gerência integrada de redes de computadores e de telecomunicações da planta da Telemar desenvolvido pelo DCC/UFMG, como solução de gerência de uma rede ATM. Os resultados obtidos na integração da gerência de desempenho e configuração da rede BH2 mostraram que a plataforma de gerência SIS

pode ser uma solução totalmente viável na gerência de uma rede ATM. O sistema é capaz de tratar eficientemente a ocorrência de falhas em rajadas, permite delegar funcionalidades aos agentes para executar ações corretivas pré-definidas e possibilita a integração de diferentes protocolos de gerência, como o SNMP. Naturalmente, uma avaliação permanente e mais detalhada será feita quando o projeto BH2 estiver operacional. Outro resultado estratégico importante é a utilização do SIS na gerência de elementos de rede ATM da planta da Telemar.

Eventualmente as redes metropolitanas, que estão sendo instaladas no país (atualmente um total de 14), serão interligadas entre si criando um nível a mais do ponto de vista de gerência. Nesse caso, será necessário padronizar uma interface de gerência comum caso seja de interesse criar uma gerência nacional. Baseado em como o SIS está estruturado hoje é possível exportar essa interface de forma simples uma vez definidos os objetos que a serem gerenciados.

Referências

- [1] Mauro OLIVEIRA, Miguel FRANKLIN, Adriano NASCIMENTO, Marcelo VIDAL. *Introdução à Gerência de Redes ATM* (Minicurso apresentado no XVI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores). Rio de Janeiro, maio de 1998.
- [2] Heng PAN. *SNMP -based ATM Network Management*. Artech House Publishers, 1998.
- [3] Projeto BH2. *Rede Internet Metropolitana de Alta Velocidade de Belo Horizonte. Especificação do Projeto* (<http://www.ufmg.br/ati/bh2/BH2>)
- [4] RFC 1213. *Management Information Base for Network of TCP/IP – Based Internets: MIB-II*. (<http://www.ietf.org>)
- [5] RFC 1573. *Evolution of the Interfaces's Group of MIB-II*. (<http://www.ietf.org>)
- [6] RFC 1695. *Definitions of Managed Objects for ATM Management Version 8.0*. (<http://www.ietf.org>)
- [7] SIS - *Sistema Integrado de Supervisão*. DCC/UFMG. (<http://www.sis.dcc.ufmg.br>)
- [8] Geoges TRADY, Kevin TREWEEK, Farhad G. SIDHWA. *IBM 8265 ATM Campus Switch*. International Technical Support Organization – IBM. (<http://www.redbooks.ibm.com>)