

Integração de um Agente ATM a um Protótipo Destinado ao Estudo de Interoperabilidade entre Sistemas TMN

Ana Luiza Bessa de P. B. Diniz (**)¹
analuiza@dcc.ufmg.br

Mauro Oliveira (*)
mauro@bentica.etfce.br

José Neuman de Souza (*)
neuman@dee.ufc.br

José Marcos Silva Nogueira (**)
jmarcos@dcc.ufmg.br

LAR - Laboratório Multi-Institucional de Redes
e Sistema Distribuídos (*)
Escola Técnica Federal do Ceará
Universidade Federal do Ceará

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais (**)
CP: 702 CEP: 30161-970
Belo Horizonte, MG

Resumo

O aumento do tráfego e a presença cada vez maior de aplicações multimídia em sistemas de comunicação de dados tem exigido redes mais rápidas e com melhor desempenho. Dentre as chamadas redes de alta velocidade, a tecnologia ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) tem se destacado e o seu gerenciamento, por conseguinte, tem assumido um papel de grande importância no contexto das redes de computadores.

Este trabalho discute características do gerenciamento de redes ATM e descreve a integração de um simulador ATM a um protótipo destinado ao estudo de interoperabilidade de TMNs (*Telecommunication Management Networks*). Este simulador foi desenvolvido no projeto europeu ICM (*Integrated Communication Management*), o qual visa a integração de funções TMN para gerenciar redes de tecnologia de banda larga, baseado na plataforma de gerenciamento OSIMIS (*OSI Management Information Service*).

Abstract

The increase in traffic and the increasing use of multimedia applications in data communication systems have demanded networks with higher speed and performance. Among broadband networks, the ATM technology has been highlighted and its management has become a major issue in the context of computer networks.

This report discusses ATM networks management features and describes the integration of an ATM simulator to a prototype which studies the interoperability of TMN systems. This simulator was developed by the european project ICM (*Integrated Communication Management*), which aims for the integration of TMN (*Telecommunication Management Networks*) functions to manage broadband networks, based on the OSIMIS (*OSI Management Information Service*) management platform.

¹ Aluna do Curso de Mestrado do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

1. Introdução

Com o avanço de aplicações multimídia surge, cada vez mais, a necessidade de um ambiente de alta velocidade, que dê suporte aos tipos de tráfegos das diversas mídias bem como as suas características. Aplicações como teleconferência, por exemplo, requerem taxas de transmissão bem maiores que as tradicionais, assim como novas tecnologias de comunicação de dados cujo desempenho torne viável estas aplicações.

Os sistemas de comunicação baseados na comutação de circuitos e comutação de pacotes possuem limitações para a transmissão de informações multimídia, pois foram desenvolvidos para transmitir tipos específicos de tráfegos, possuindo infra-estruturas separadas para a transmissão de voz e dados textuais [2]. A comutação de circuitos garante a banda passante e o retardo máximo de transferência, mas sub-utiliza o canal de transmissão ao transportar tráfegos com taxas variáveis ou em rajadas. A comutação de pacotes não monopoliza o canal, mas não garante, no entanto, a vazão constante e o retardo máximo de transferência, características importantes para o tráfego contínuo. [1] [2]

O Modo de Transferência Assíncrono ou ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) surge como uma solução às limitações acima. A tecnologia ATM se baseia na utilização da multiplexação por divisão de tempo assíncrona, onde a banda passante é dividida em pequenos *slots* que são alocados a cada canal sob demanda e dá suporte às diferentes características de cada mídia, tais como a natureza do tráfego gerado, o retardo máximo de transferência, a variação estatística do retardo e taxas aceitáveis de erros [2].

O gerenciamento de redes ATM tem sido objeto de interesse em TMNs (*Telecommunication Management Networks*). Este modelo de gerenciamento permite a conexão de equipamentos de telecomunicações com interfaces padronizadas, possibilitando a troca de informações de gerenciamento através desses equipamentos. O grande objetivo da TMN é, portanto, planejar, instalar, manter, utilizar e gerenciar uma rede de telecomunicações, juntamente com seus serviços [3] [4].

Este trabalho discute características do gerenciamento de redes ATM e descreve a integração de um simulador ATM a um protótipo destinado ao estudo de interoperabilidade de TMNs (*Telecommunication Management Networks*). A seção 2 apresenta o projeto europeu ICM (*Integrated Communication Management*), onde foi desenvolvido o simulador ATM sendo integrado ao protótipo. A seção 3 faz uma referência sobre redes ATM, relevando suas principais características, e analisa o simulador ATM desenvolvido no Projeto ICM. Na seção 4 são abordadas funções de gerenciamento de redes ATM e a inclusão dessas funções no modelo de gerenciamento TMN. Na seção 5 é apresentado o protótipo sendo implementado no LAR (Laboratório Multi-Institucional de Redes e Sistemas Distribuídos), bem como a proposta de integração do simulador ATM, dentro do contexto de interoperabilidade entre TMNs, objetivo maior do protótipo. Finalmente, a seção 6, apresenta a conclusão sobre o trabalho realizado.

2. Projeto ICM

O ICM (*Integrated Communication Management*) é um projeto europeu que tem como principal meta o estabelecimento de um ambiente de testes que permita a integração de funções TMN com o objetivo de gerenciar redes de tecnologia de banda larga [5].

Assim, os principais objetivos do projeto ICM são:

- Demonstrar a possibilidade da integração de tecnologias AIP (*Advanced Information Processing*) para TMN;
- Validar implementações funcionais da TMN;
- Estabelecer um ambiente para a validação de outras implementações funcionais TMN e a integração de tecnologias AIP adicionais.

2.1. Fases do Projeto

O projeto ICM foi dividido em três fases, possibilitando um incremento do nível de complexidade das funções de gerenciamento.

A primeira fase do ICM teve como objetivo a integração dos principais componentes do projeto, possibilitando a implementação de uma aplicação de monitoramento relativamente simples, sendo capaz de monitorar uma rede FDDI e um simulador ATM. A segunda fase preocupou-se com o estudo do gerenciamento de VPCs (Virtual Path Connections) e tabelas de roteamento ATM, para dar suporte às mudanças no comportamento do usuário e do tráfego de informações. A terceira fase diz respeito à implantação de uma PON (*Passive Optical Network*), inserindo o ambiente de teste, que até então lidava apenas com sistemas de gerenciamento convencionais, num cenário mais atual. O desenvolvimento dessa rede testa também a flexibilidade da TMN em operar com redes heterogêneas.

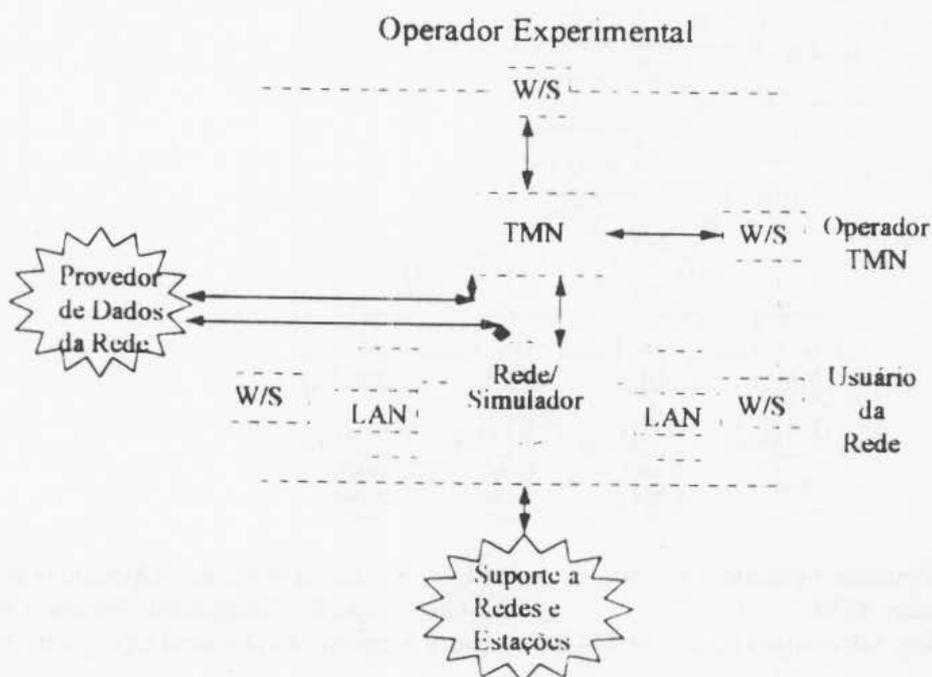


fig. 1 - Relacionamento das entidades no Projeto ICM

A fig. 1 indica o relacionamento das entidades no ambiente de teste desenvolvido pelo projeto ICM na primeira fase do projeto.

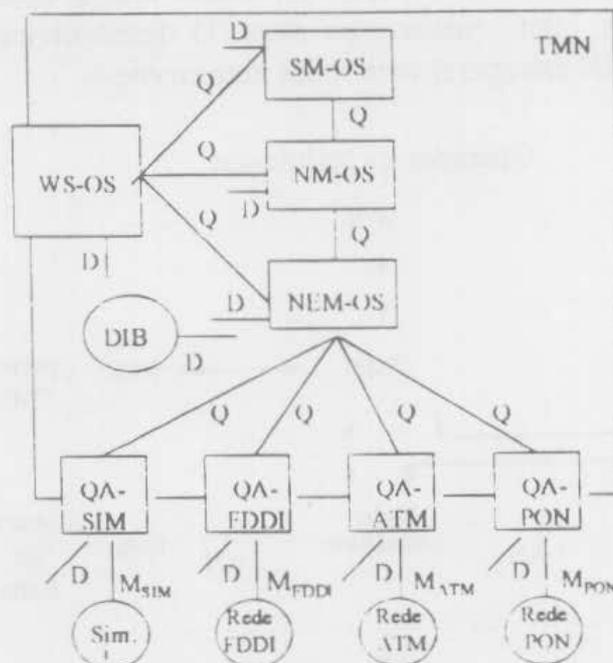
2.2. Arquitetura TMN no Projeto ICM

O ambiente de trabalho do Projeto ICM é desenvolvido com base na arquitetura de gerenciamento TMN, utilizando-se dos seus blocos funcionais e pontos de referência [4].

A recomendação M.30 do ITU-T define as funções a serem desenvolvidas pela TMN. Dentro da mesma recomendação é feita uma análise da TMN, dividida em três arquiteturas: Funcional, Física e Informacional. Essa divisão também é utilizada pelo projeto ICM para especificar as arquiteturas do VPCM (*Virtual Path Connection Management*)TMN e PON (*Passive Optical Network*) TMN. As três arquiteturas são as seguintes [6]:

- Arquitetura Funcional: Descreve as funções que devem existir em uma TMN para permitir a implementação de blocos funcionais, a partir dos quais qualquer TMN pode ser criada, independentemente de complexidade;
- Arquitetura Física: Descreve os componentes físicos e as interfaces que devem constituir uma TMN;
- Arquitetura Informacional: Descreve as informações que são trocadas pelos blocos físicos.

Dentro do Projeto ICM são possíveis muitas configurações físicas que implementem funções TMN, dentre as quais a mais sofisticada é a mostrada na fig. 2:



WS-OS - Workstation Operations System

Sim - Simulador ATM

DIB - Directory Information Base

SM-OS - Service Management Operations System

NM-OS - Network Management Operation System

NEM-OS - Network Element Management Operations System

fig. 2 - Arquitetura Física da TMN ICM

Na configuração da arquitetura física da TMN ICM (fig. 2), um bloco é considerado físico quando ele é instanciado em um equipamento físico independente e se comunica com outros blocos através de interfaces TMN. A interface "F" não é mostrada explicitamente e o bloco WS_OS comunica-se com outros blocos através da interface "Q", que internamente possui um ponto de referência entre as funções OS e as funções WS [5].

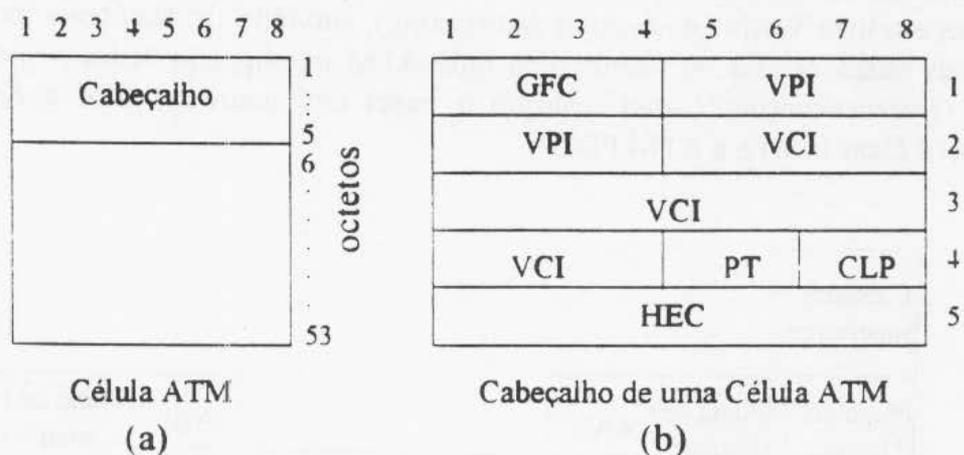
Por motivo de simplificação da arquitetura, não existe a definição do bloco MD (*Mediation Device*) e por consequência não existe a interface "Qx", ficando todas as interfaces "Q" iguais as interfaces "Q3". Por pertencerem a diferentes redes, as interfaces "M" são implementadas especificamente pelo simulador de cada rede e cada nó simulado terá sua própria interface "Q" através de um QA (*Q Adapter*) independente.

A Base de Informação de Diretório (*DIB - Directory Information Base*) é uma base de dados distribuída usada para fazer a resolução de localização de uma maneira transparente no Projeto ICM, implementada através do Serviço de Diretório X.500.

3. Redes ATM

3.1. Principais Características da Tecnologia ATM

O Modo de Transferência Assíncrono (ATM) possui muitas características particulares, das quais merecem destaque as seguintes [2] [7]:



GFC - Controle de Fluxo Genérico
 VPI - Identificador de Caminho Virtual
 VCI - Identificador de Canal Virtual

PT - Identificador de Tipo de Célula
 CLP - Bit de Prioridade
 HEC - Código de Verificação de Erros

fig. 3 - Estrutura de uma célula ATM

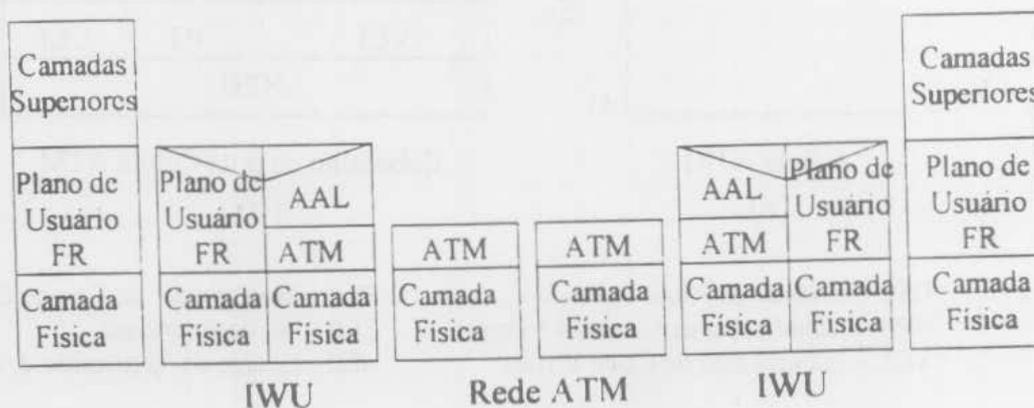
- ATM baseia-se na transmissão de células: Uma célula é uma unidade de dados de tamanho fixo e formato padronizado, que possuem 53 octetos, sendo 5 para o cabeçalho e 48 para as informações (fig. 3a).

- O encaminhamento das células é feito através de caminhos virtuais. Cada caminho virtual possui vários canais virtuais e o roteamento pelos nós da rede é feito de acordo com os campos VPI (*Virtual Path Identifier*) e VCI (*Virtual Channel Identifier*) (fig. 3b).
- A transmissão de informações é orientada a conexão. Antes de transmitir qualquer informação, um nó deve solicitar o estabelecimento de uma conexão ou então utilizar uma conexão permanente que esteja disponível.
- Não é feito controle de fluxo nos nós intermediários. O controle de fluxo e recuperação de erros são feitos *tia-a-fim*. Nos nós intermediários é verificada a integridade apenas do cabeçalho.
- No caso de congestionamento, é feito descarte de células. No momento em que é detectado congestionamento em uma rede ATM, os nós começam a descartar células, até que a situação seja normalizada.
- Existência de retardo na entrega das células. Em virtude do meio de transmissão ser alocado sob demanda, não há a garantia de transmissão imediata. Os retardos inseridos na transmissão devem ser compensados na recepção.

Para que uma rede ATM alcance um bom desempenho e funcione de maneira adequada, estas características acima devem ser observadas, sendo necessário o monitoramento dos recursos da rede e respeitadas as condições e parâmetros estabelecidos para as conexões.

3.2. Redes ATM em Sistemas Heterogêneos

A tecnologia ATM tem se destacado como solução de problemas relacionados a ambientes heterogêneos. Assim, redes ATM têm sido utilizadas para interligar, por exemplo, vários tipos de redes em uma WAN (*Wide Area Networking*), servindo de *backbone* para a comunicação entre tais redes. Na fig. 4, vemos uma rede ATM interligando redes *Frame Relay*, onde as IWUs (*Internetworking Units*) realizam o papel de *gateway* entre a *Frame Relay* PDU (*Protocol Data Unit*) e a ATM PDU.



IWU - Internetworking Units
 FR - Frame Relay
 AAL - ATM Adaptation Layer

fig. 4 - Configuração de Protocolos para uso de Frame Relay sobre ATM

Na fig.5 é mostrado, com maior detalhamento, o suporte dado por uma rede ATM, para o funcionamento de uma rede *Frame Relay*. A figura apresenta uma rede lógica de VPCs (*Virtual Path Connections*) sobre uma rede física ATM. As ligações entre as unidades IWU (*Interworking Units*) *Frame Relay* usam VCCs (*Virtual Channel Connections*), que são multiplexadas em VPCs. As conexões *Frame Relay* são chamadas de DLC (*Data Link Connections*).

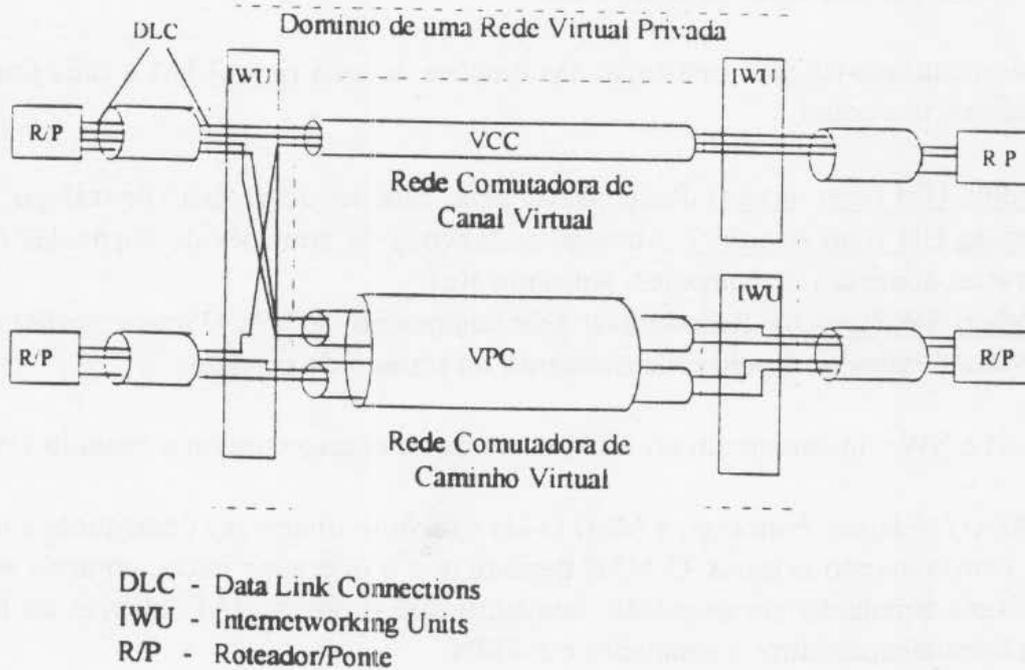


fig. 5 - Interconectividade de Conexões *Frame Relay* em uma rede física ATM

3.3. Simulador ATM

Como dito no item 2.1, um simulador ATM foi desenvolvido na primeira fase do Projeto ICM. Este simulador visa mostrar a funcionalidade de uma rede de comunicações baseada em ATM, validando o ambiente de teste do projeto através da demonstração do monitoramento em um ambiente ATM simulado [5]. A arquitetura do simulador é mostrada na fig. 6:

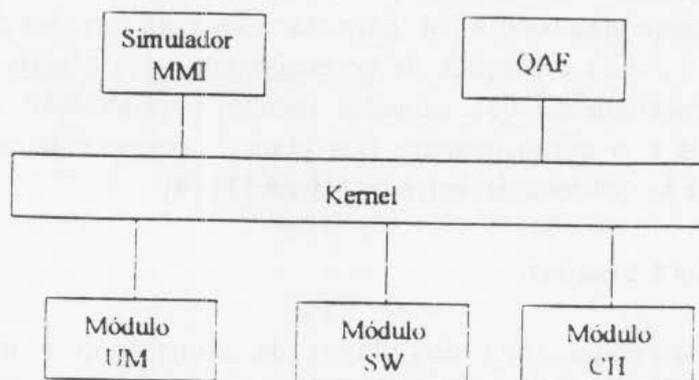


fig. 6 - Arquitetura do Simulador ATM

O *kernel* fornece um conjunto de funções que suportam a operação dos módulos e interfaces externas para o simulador (Q₃ e MMI) e comunica-se com os módulos através de interfaces comuns. Ele é responsável basicamente por:

- Passagem das mensagens entre os módulos, em forma de pacotes do *kernel*.
- Sincronização dos módulos individuais.

Os módulos são responsáveis pela simulação das funções de uma rede ATM e cada um possui funções específicas, tais como:

- Módulo UM (*user model*): Responsável pelas funções de geração de tráfego;
- Módulo CH (*call handler*): Abrange as funções de controle de chamadas (seleção de rotas, admissão de conexões, policiamento);
- Módulo SW (*switch*): Responsável pela comutação de VPs (*Virtual Paths*) ou VCs (*Virtual Channels*) e pelo processamento do tráfego de entrada.

Os módulos CH e SW constituem um nó ATM e os nós de acesso contêm o módulo UM.

Os blocos QAF (*Q-Adapter Function*) e MMI (*Man Machine Interface*) constituem a interface do simulador com o mundo externo. O MMI permite que o operador inicie, controle e veja os resultados de uma simulação em execução, enquanto que o bloco QAF, através da interface Q₃, permite a comunicação entre o simulador e a TMN.

O anexo I apresenta as classes de objetos gerenciadas no simulador QAF, bem como, a título de exemplo, a *template* de um destes objetos. [5]

4. Gerenciamento de Redes ATM

As redes ATM, mesmo tendo grande desempenho, estão sujeitas a falhas e congestionamentos. Faz-se necessário, portanto, a utilização de funções de gerenciamento para monitorar e controlar os recursos da rede e suas disponibilidades.

O Plano de Gerenciamento da arquitetura de protocolos ATM é responsável pela administração do sistema de uma rede ATM. Este plano executa funções de gerenciamento das camadas (física, ATM e AAL) e funções de gerenciamento dos planos (usuário, controle e gerenciamento). O gerenciamento das camadas realiza a sinalização dos parâmetros das entidades de protocolos e o gerenciamento dos planos corresponde ao gerenciamento do sistema como um todo e à coordenação entre os planos [2] [8].

4.1. Gerenciamento das Camadas

O gerenciamento das camadas trata dos fluxos de informação e manutenção (*OAM - Operation and Maintenance*) das camadas do modelo de referência ATM [8]. As funções OAM para manutenção de redes de telecomunicações estão contidas na recomendação M.20 do ITU-T e são as seguintes [9]:

- Monitoramento do desempenho: A entidade gerenciada é controlada através da verificação contínua ou periódica de suas funções. Com isso são produzidas informações de manutenção.
- Deteção de defeito e de falha: Através de verificação contínua ou periódica são detectados defeitos de funcionamento ou defeitos previsíveis. A partir daí são geradas informações de manutenção e podem ser disparados diversos alarmes.
- Proteção do sistema: O sistema pode ser protegido de falhas em uma entidade gerenciada através do bloqueio desta entidade ou da transferência de suas funções para outras entidades. A entidade com problema é excluída da operação.
- Informação de falhas ou de desempenho: Informações de falhas são enviadas a outras entidades gerenciadoras, sendo enviadas também indicações de alarmes para outros planos de gerenciamento. São enviadas também respostas a pedidos de relatório de estado.
- Localização de falhas: Informações de falhas são obtidas através de sistemas de testes internos ou externos de uma entidade com falha.

As funções OAM são executadas utilizando-se um tipo especial de célula ATM, chamada de célula de Operação e Manutenção.

Existem basicamente três tipos de células OAM padronizadas [8]:

- Célula de gerenciamento de desempenho: Realiza o gerenciamento de desempenho de VPC/VCC e funções de gerenciamento de tráfego;
- Célula de gerenciamento de falhas: Proporciona a indicação de alarmes através do próprio canal (*in-band*) e funções de verificação de continuidade remota;
- Célula de ativação/desativação: Habilita/desabilita o monitoramento de desempenho e as funções de verificação de continuidade.

4.2. Controle de Tráfego e de Congestionamento

Controles de congestionamento devem satisfazer a dois objetivos básicos: garantir um desempenho adequado a cada classe de serviço e prevenir que um usuário mal comportado degrade a qualidade de serviço das demais [8].

Os diversos métodos para controle de congestionamento podem ser classificados em preventivos (previnem a ocorrência de congestionamento) e reativos (reagem à existência de congestionamento) [8]. O ITU-T define como controle preventivo o controle de tráfego e como controle reativo o controle de congestionamento.

São funções do controle de tráfego e congestionamento:

- Controle de admissão de conexões: É o controle que deve ser feito durante a fase de estabelecimento de uma conexão, para saber se as condições da rede permitem aceitar a conexão juntamente com seus parâmetros ou se esta deve ser rejeitada.
- Mecanismos de policiamento: São responsáveis pela fiscalização dos trafegos gerados nas diversas conexões existentes. Devem fazer com que tais conexões respeitem sempre os parâmetros negociados na fase de estabelecimento.

4.3. Gerenciamento ATM no Contexto da TMN

A integração de um agente ATM ao prototipo do LAR, permite a inserção do estudo de interoperabilidade de TMNs em um novo contexto, possibilitando o gerenciamento de novos recursos, como por exemplo, um *switch* ATM e seus objetos associados. Nesse novo ambiente, devem ser adicionadas ao prototipo, funções que possibilitem o gerenciamento de uma rede ATM, utilizando as funções descritas na seção 4, dentro do ambiente do gerenciamento TMN.

De acordo com [10], são necessárias duas tarefas para que seja feito o gerenciamento de nós ATM usando o modelo TMN. A primeira tarefa diz respeito à implementação, dentro da camada ATM, de funções de criação e interpretação de células OAM que executam as funções de gerenciamento. A segunda tarefa trata da definição de uma base de informações, dividida em classes, que permita fazer a representação dos nós ATM, para que os mesmos possam ser gerenciados por camadas superiores. Essa base de informações será definida como uma MIB ATM, que posteriormente será anexada à MIB TMN.

Algumas funções como o mapeamento da banda passante de um nó ATM ou de uma conexão virtual, por exemplo, são imprescindíveis na definição da MIB ATM. As classes dessa base de informações devem permitir a representação de recursos ligados diretamente à camada ATM, bem como de recursos das camadas que fazem interface com ela.

Uma possível hierarquia para a representação das classes de objetos gerenciados da MIB ATM é mostrada na fig. 7 [10]:

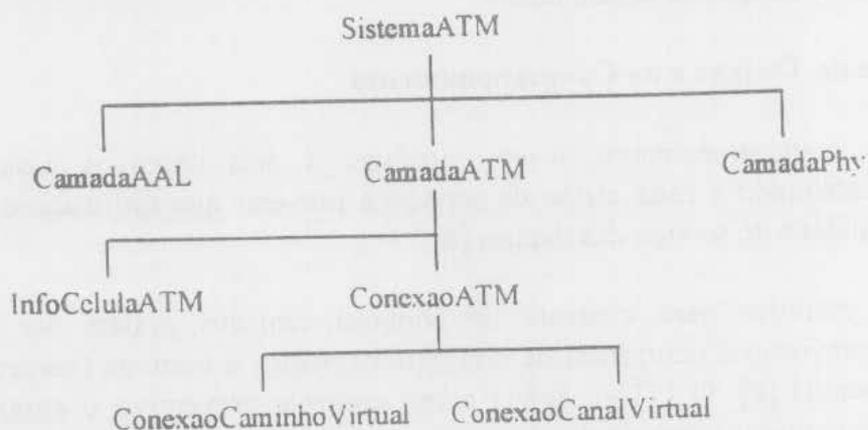


fig. 7 - Classes de Objetos Gerenciados ATM

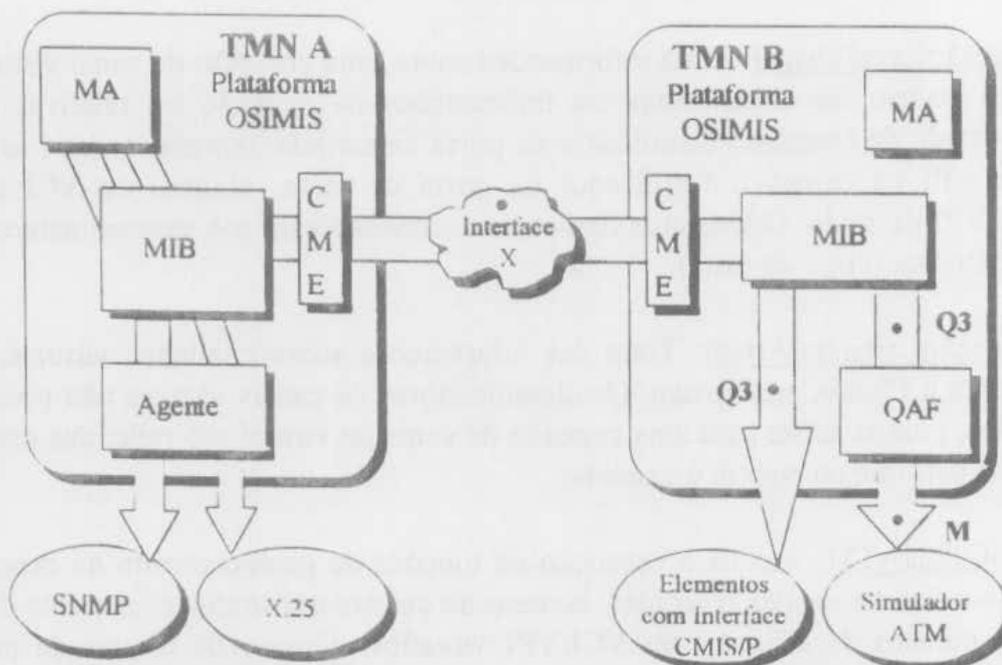
Cada classe da MIB ATM possui um conjunto de funções e atributos para representar os tipos de recursos a serem gerenciados. A definição destas classes é a seguinte: [10]

- Classe SistemaATM: Trata das informações gerais de um sistema ATM. Atributos: nome do sistema, localização geográfica, número máximo de Caminhos Virtuais, número máximo de Canais Virtuais e classes de tráfegos suportadas pelo sistema;
- Classe CamadaATM: Possui informações sobre uma camada ATM. Atributos: taxa média de células, taxa de pico de células, informações de configuração da camada ATM, tipo de algoritmo usado para o controle de admissão de novas conexões, qualidade de serviço, parâmetros para policiamento de tráfego, e banda passante disponível;
- Classe ConexãoATM: Representa as informações comuns às conexões de canal e de caminho virtual. Atributos: banda passante usada, parâmetro de qualidade de serviço, banda passante requisitada, identificador de conexão e estado da conexão (ativa, sem tráfego ou desativada);
- Classe ConexãoCanalVirtual: Trata informações sobre uma conexão de canal virtual. Estas informações podem ser classificadas em informações da conexão ou relativas a testes. Atributos: estado da conexão, identificador da porta de entrada, número de VCI na entrada, número de VPI na entrada, identificador da porta de saída, número de VCI de saída, número de VPI de saída, OAMstatus (indica se a conexão está sob procedimentos OAM), OAM teste (indica o tipo de teste);
- Classe ConexãoCaminhoVirtual: Trata das informações sobre caminhos virtuais, de uma forma idêntica à ClasseCanalVirtual. Os identificadores de canais virtuais não precisam ser especificados, pois as ações para uma conexão de caminho virtual são refletidas sobre todos os canais virtuais que compõem o caminho;
- Classe InfoCélulaATM: Auxilia a execução de funções de gerenciamento de desempenho. Atributos: número de células recebidas, número de células transmitidas, número de células com erros, número de células com VCI/VPI violados, número de células de prioridade descartadas;
- Classe CamadaPhy: Representa informações de gerenciamento que provê a interface da camada ATM com a camada Física. Atributos: identificador de interface, tipo de transmissão, tipo de meio de transmissão, parâmetros da interface UNI/NNI, número de tentativas de chamadas, número de chamadas com sucesso, número de chamadas bloqueadas, número de chamadas perdidas;
- Classe CamadaAAL: Possui informações de gerenciamento que provê a interface da camada ATM com a camada Física. Atributos: tipo de controle de congestionamento suportado, taxa de pico de pacotes, taxa média de pacotes, identificador AAL, valor da taxa máxima de transferência.

5. Protótipo do LAR

O LAR tem em desenvolvimento um protótipo que enfoca a questão da interoperabilidade intra-TMN e inter-TMN. A interoperabilidade intra-TMN é tratada por meio da implementação de um agente integrador SNMP/X.25, realizada através da plataforma OSIMIS (*OSI Management Information Service*) [14] e a inter-TMN é obtida através da entidade CME (*Conformance Management Entity*) da arquitetura OSI NM-Forum (*Network Management Forum*). O Integrador interage com agentes SNMP e X.25 fisicamente localizados em TMNs diferentes e o componente CME realiza a cooperação entre TMNs, tanto do ponto de vista de comunicação quanto de negociação [12].

A proposta desse trabalho consiste em integrar um agente ATM ao protótipo existente, tendo como base o simulador desenvolvido pelo Projeto ICM. Com essa integração o protótipo passa a fazer parte de um contexto mais atual, que utiliza, além das funções já implementadas, funções relativas a comutação de células e conseqüentemente ao gerenciamento de objetos ATM. A estrutura do protótipo sendo implementado é mostrada na fig. 8.



MA - Management Application
QAF - Q-Adapter Function

Fig. 8 - Protótipo sendo Implementado

5.1. INTRA-TMN: A Plataforma OSIMIS

O desenvolvimento de aplicações de gerenciamento TMN necessita de uma plataforma para fornecer uma infra-estrutura que permita a comunicação entre as aplicações que constituem uma TMN. A plataforma de gerenciamento escolhida para dar suporte ao Projeto ICM foi a

plataforma OSIMIS, por já possuir um conjunto de serviços que atendem as necessidades do ambiente TMN ICM, bem como aquelas relacionadas ao estudo de caso ICM.

O OSIMIS foi projetado para facilitar a integração de funções de gerenciamento proprietárias, o que é de grande importância para a implementação dos blocos *Q-Adapter* da TMN, aumentando, assim, o grau de relacionamento entre OSIMIS e TMN.

A plataforma OSIMIS dá suporte às aplicações baseadas no modelo de gerenciamento OSI e possui facilidades que permitem a integração de elementos com capacidades de gerenciamento Internet. Atua como tecnologia de suporte ao desenvolvimento de protótipos que se dedicam principalmente ao gerenciamento de redes de telecomunicações e sistemas distribuídos [11].

Como plataforma de gerenciamento orientada a objeto, OSIMIS fornece um mecanismo de coordenação orientado a evento, que serializa solicitações internas e externas e as executa com base na filosofia "*first-come-first-served*", sendo apropriado para sistemas que realizam execução remota assíncrona, tais como CMIS/P e SNMP, os quais são padrões que estão integrados ao protótipo especificado.

5.2. INTER-TMN: O Mecanismo CME

A integração entre TMNs distintos (inter-TMN) é realizada através do componente CME, definido pelo *NM-Forum* para identificar os sistemas de gerenciamento de redes capazes de suportar a troca de informações especificadas pelo *Forum*. O CME suporta um mecanismo chamado interface de interoperabilidade, que permite dois ou mais sistemas de gerenciamento trocarem informações representadas por objetos gerenciados. Esta interface, chamada de **interface X**, é o ponto de ligação entre dois sistemas de gerenciamento.

O suporte de comunicação na implementação do componente CME [12] é baseado no ISODE (*ISO Development Environment*). O ISODE oferece um conjunto de protocolos definidos no modelo de referência OSI, que podem ser utilizados a partir de uma biblioteca de serviços referentes a cada protocolo, facilitando o desenvolvimento de aplicações distribuídas. Muitas facilidades são oferecidas aos usuários do ambiente ISODE, tais como transparência das sintaxes abstratas e de transferência, que o próprio ISODE manipula através de um conjunto de estruturas de dados. Outra vantagem deste ambiente é o fato do usuário não precisar conhecer os protocolos que não fazem parte do perfil desejado.

O ambiente ISODE oferece uma maior heterogeneidade das aplicações, decorrente da grande interoperabilidade entre as aplicações desenvolvidas nesse ambiente.

O componente CME, portanto, realiza a troca de informações entre TMNs e o protótipo se utiliza deste componente para a comunicação entre TMNs.

Antes de qualquer comunicação entre duas TMNs, é realizado, através do componente CME, um processo definido como Negociação de Contexto [13]. Nessa negociação, cada TMN deve explicitar quais informações deseja compartilhar. Essa fase de compartilhamento acontece off-line.

Ao tentar estabelecer uma comunicação, cada TMN deve criar dois tipos de esquemas de informações: Esquema de Exportação e Esquema de Importação. No esquema de exportação a TMN diz quais dados, contidos em sua base de informações, podem ser compartilhados e no esquema de importação, diz quais informações deseja obter da outra TMN participante da negociação. Esses dois esquemas definem o contexto de cooperação.

5.3. Integração do Simulador ao Protótipo

A troca de informações entre a TMN e o simulador ATM integrado ao protótipo é mostrada na fig. 9:

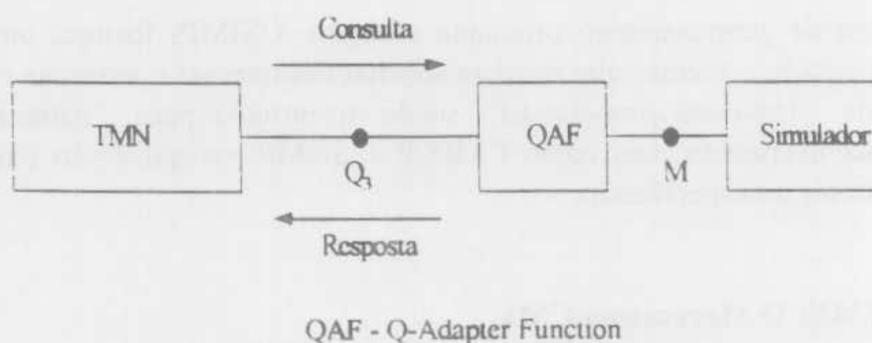


Fig. 9 - Troca de Informações entre o Simulador e a TMN

A interface entre o simulador e a TMN é obtida através do bloco QAF. No simulador existe um QAF para a rede completa. Este módulo possui duas interfaces: a interface Q_3 para a TMN e a interface proprietária M para o simulador. O bloco QAF traduz mensagens CMIP de/para mensagens M. Dois tipos de mensagens CMIP são traduzidas para mensagens tipo M: GET e SET. A TMN observará atributos de objetos QAF através de *polling*.

As mensagens vindas do simulador para o QAF podem ser divididas em três categorias:

- **ResulMsg**: Mensagens contendo resultados de uma ação GET;
- **ConfirmMsg**: Confirmação de uma ação SET;
- **IndicMsg**: Indicações vindas do simulador. Essas indicações resultarão em notificações dos objetos QAF.

A TMN observa os novos dados do QAF através do CMIS/P. O QAF recupera os parâmetros desejados do simulador através do protocolo proprietário M. Os dados fornecidos pelo simulador são depois convertidos em formas mais lógicas no contexto da TMN. O simulador produz um número de alarmes indicando a ocorrência de eventos especiais que depois passam para a TMN como relatórios de eventos.

5.4. Estudo de Caso

Foram selecionadas duas operações de gerenciamento para validar a integração do simulador ATM ao protótipo do LAR. A primeira consiste numa aplicação de gerenciamento de tráfego, a qual pode ser dividida em cinco etapas: Gerenciamento de Recursos da Rede, Controle de Admissão de Conexões, Controle de Realimentação, Controle de Parâmetros de Uso e Controle de Prioridades. A segunda operação selecionada diz respeito ao Gerenciamento de Conexão de Caminho Virtual.

- **Gerenciamento de Admissão de Conexões**

O Controle de Admissão de Conexões (*CAC - Connection Admission Control*) é definido como sendo um conjunto de ações que são tomadas durante a fase de estabelecimento da conexão (ou durante uma fase de renegociação dos parâmetros da conexão) de modo a determinar se esta conexão (VCC ou VPC) pode ser aceita ou deve ser rejeitada. O roteamento é considerado como parte das funções do CAC.

O objetivo do Gerenciamento de Aceitação de Conexão (*CAM - Call Acceptance Management*) é modificar parâmetros CAC para causar o controle de admissão de conexão e multiplexar estatisticamente, em uma dada largura de banda, tantas conexões quanto possíveis sem deteriorar a qualidade de serviço (*QoS - Quality of Service*), liberando novas conexões para os usuários.

- **Gerenciamento de Conexão de Caminho Virtual**

Outra função de gerenciamento ATM muito importante é o Gerenciamento de Conexão de Caminho Virtual (*VPCM - Virtual Path Connection Management*) a qual é usada conjuntamente com a CAM para garantir que os recursos da rede sejam usados tão eficientemente quanto possível, mantendo a QoS para os usuários. Assim, os parâmetros CAM/CAC determinam o nível possível de multiplexação estatística em uma dada banda passante.

Utilizando os parâmetros CAM/CAC, o VPCM pode determinar a quantidade de banda passante necessária para suportar um dado número e tipos de conexões. Com o modelo de tráfego de usuário, o VPCM pode prever o roteamento e a capacidade necessária em uma rede como um todo. O VPCM gerencia dinamicamente o roteamento e a largura de banda alocada para conexões de caminho virtual (VPC), garantindo que sejam alocados recursos suficientes para suportar o tráfego demandado.

5.5. Evolução do Trabalho

Com a integração do simulador ATM ao protótipo do LAR, propõe-se uma evolução do trabalho através da adaptação das funções de integração para um sistema ATM real. O sistema real consiste de um comutador ATM da marca CISCO A100 com capacidade para 16 portas (5 utp, 1 fibra ótica monomodo e 1 fibra ótica multimodo) STM-1 (velocidade de 155Mbps), existente no Laboratório de Redes de Alta Velocidade da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

O processo de adaptação terá como base as seguintes fases:

- Análise de viabilidade da implementação das funções de adaptação do simulador ao computador.
- Mapeamento das funções QAF do simulador para funções reais no computador.
- Implementação das aplicações de Gerenciamento de Admissão de Conexões (CAM) e Gerenciamento de Conexão de Caminho Virtual (VPCM) no sistema real.

Com isso, o protótipo do LAR passa a existir em mundo real, estando apto a executar experiências com dispositivos ATM reais.

6. Conclusão

O protótipo em desenvolvimento no LAR destina-se ao estudo da interoperabilidade intra-TMN (plataforma OSIMIS) e inter-TMN (entidade CME). A integração de um agente ATM a este protótipo visa colocá-lo em um novo contexto, possibilitando o gerenciamento de novos recursos, como por exemplo, os de tecnologia ATM. Essa integração baseia-se na implementação de um simulador ATM desenvolvido pelo Projeto europeu ICM. Com base no novo ambiente, funções de gerenciamento ATM devem ser adicionadas ao protótipo e ao modelo de gerenciamento TMN.

O uso da tecnologia ATM em sistemas de telecomunicações tem sido bastante difundido, principalmente pelo fato desta tecnologia ter sido adotada como padrão internacional pelo ITU-T. Apesar dessa padronização, existem ainda fatores que precisam ser definidos na questão de gerenciamento de uma rede ATM, dentre os quais estão a definição dos métodos relacionados com as funções de gerenciamento da camada ATM, bem como a definição de um modelo de informações para a representação de nós ATM e sua consequente inclusão no modelo de gerenciamento TMN.

A implementação dos estudos de casos Gerenciamento de Admissão de Conexões (CAM) e Gerenciamento de Conexão de Caminho Virtual (VPCM) no protótipo do LAR, permite a experimentação, do ponto de vista funcional, do mecanismo gerenciador de contexto do CME com agentes ATM, portanto dentro do escopo da interoperabilidade inter-TMN. Esse mecanismo atuará no fluxo das informações diretamente exportáveis e definidas nas MIBs dos respectivos estudos de casos, mantidas pelos agentes ATM, permitindo assim, o gerenciamento fim-a-fim entre sistemas TMNs. Assim, no protótipo citado, uma aplicação de gerenciamento contendo funções CAM e VPCM atuará sobre uma rede ATM tanto na própria TMN (interface Q₃) quanto em uma rede ATM localizada em outra TMN (interface X).

Embora o *Forum* ATM tenha decidido pelo protocolo de gerenciamento SNMP, visando atender a uma demanda imediata para gerenciamento ATM, a aplicação de gerenciamento dialoga com a TMN (interface F) usando CMIP, uma vez que a plataforma OSIMIS torna transparente não só o SNMP, como qualquer outro protocolo proprietário. Essa interoperabilidade intra-TMN é realizada pelo *Q-Adapter* do Projeto ICM e por um dispositivo integrador [14] no protótipo do LAR.

A integração do simulador ATM enriquece sobremaneira o propósito do protótipo descrito neste trabalho, uma vez que o mesmo passa a oferecer um cenário que permite o estudo de problemas ligados a interoperabilidade de sistemas TMN, agora integrado com tecnologia de redes de alta velocidade.

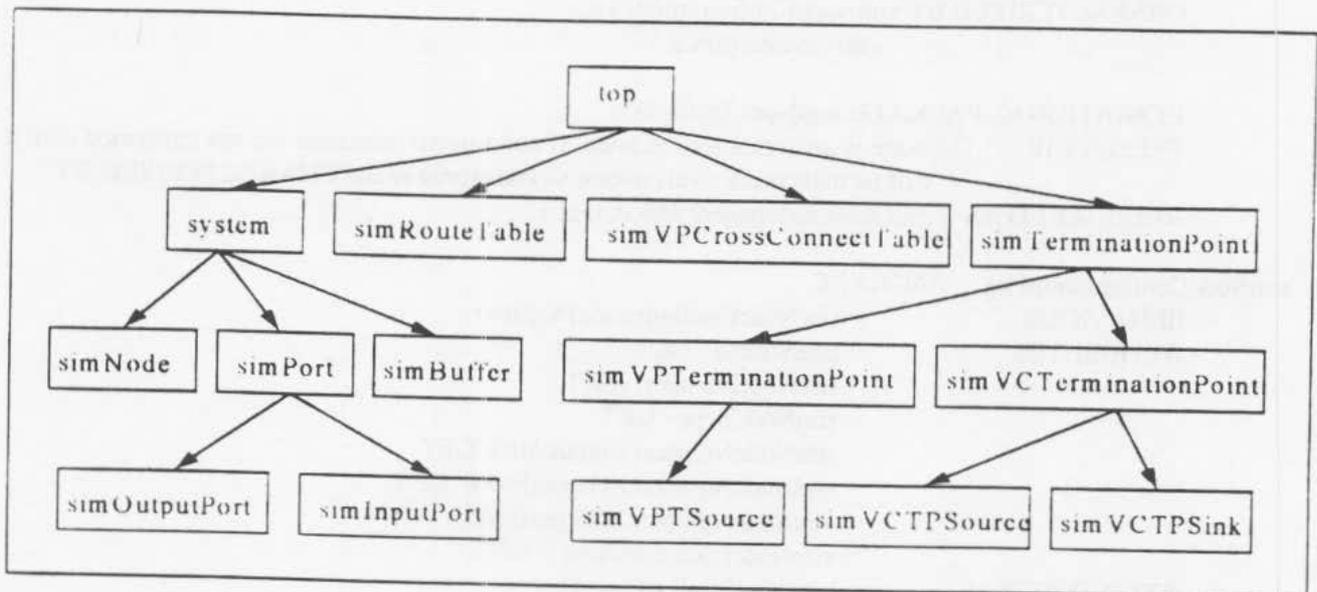
Por conseguinte, essa experiência abre espaço para a inclusão de funções de gerenciamento em um mundo real ATM, representado pelo comutador ATM da UFMG, disponibilizando um ambiente real de gerenciamento de redes de alta velocidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

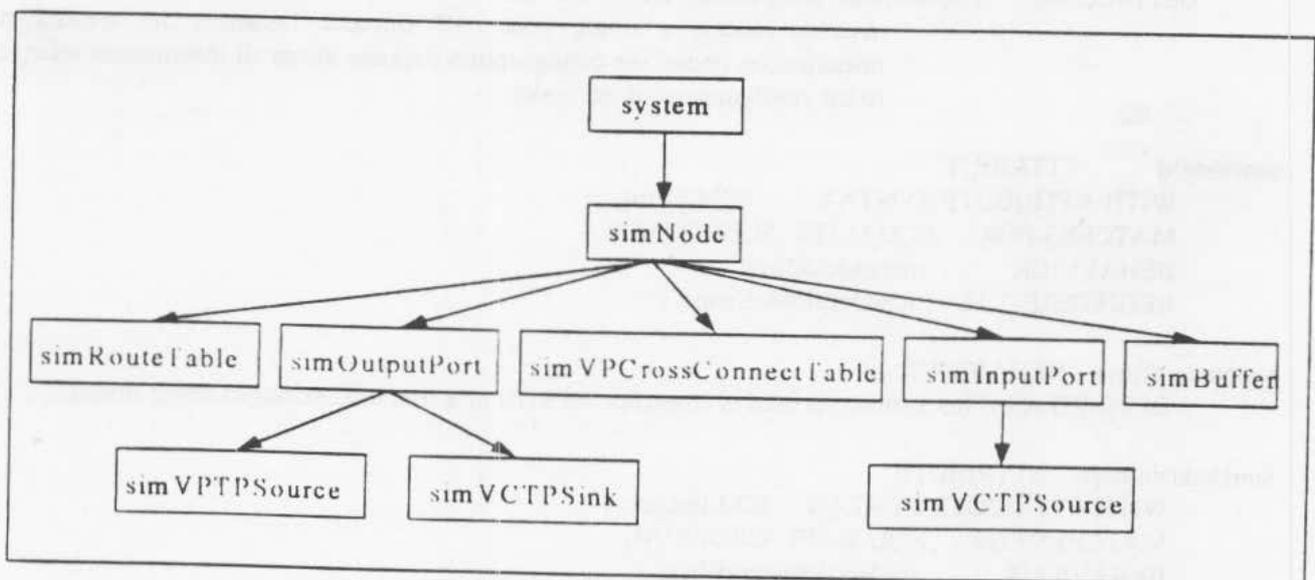
- [1] SAITO, Hiroshi. *Teletraffic Technologies in ATM Networks*. Artech House, Inc. USA. 174p, 1994.
- [2] SOARES, Luis Fernando Gomes; LEMOS, Guido; COLCHER, Sérgio. *Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às Redes ATM*, Rio de Janeiro: Campus. 576p. 1995.
- [3] BRISA - Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos. *Gerenciamento de Redes: uma Abordagem de Sistemas Abertos*, Makron Books do Brasil, 364p, 1993.
- [4] ITU-T Recommendation M.3010. *Principles for a Telecommunications Management Network*. Geneva., 1992.
- [5] ICM Consortium. *Revised TMN Architecture, Functions and Case Studies*. 253p, 1993.
- [6] ICM Consortium. *Updated TMN Architecture and Functions*. 116p, 1994.
- [7] MILLER, Mark A. *Analyzing Broadband Networks: Frame Relay, SMDS & ATM*. M&T Books, New York, 522p, 1994.
- [8] MONTEIRO, José Augusto Suruagy. *Rede Digital de Serviços Integrados de Faixa Larga (RDSI-F/L)*, trabalho apresentado na IX Escola de Computação, Recife: UFPE-DI, 206p, 1994.
- [9] HÄNDEL, Rainer; HUBER, Manfred N.; SCHRÖDER, Stefan. *ATM Networks - Concepts, Protocols, Applications*, Second Edition. Great Britain: Addison-Wesley Publishing Company, 287p, 1994.
- [10] GOULART, Carlos de Castro; NOGUEIRA, José Marcos Silva. *Utilização do Modelo TMN de Gerenciamento de Redes ATM*. XIII SBRC - Belo Horizonte, Minas Gerais, 1995.
- [11] De SOUZA, Neuman; OLIVEIRA, Mauro; STANTON, Michael. *Migrando uma Solução de Interoperabilidade entre Sistemas TMNs baseada na Metodologia AIDE para o Ambiente OSIMIS*. XIII SBRC - Belo Horizonte, Minas Gerais, 1995.
- [12] OLIVEIRA, Mauro; AGOULMINE, Nazim; De SOUZA, Neuman. *Experience with the Interoperability between Telecommunication Management Network System*. XI SBRC - UNICAMP, Campinas (Br), 1993.
- [13] OLIVEIRA, Mauro; De SOUZA, Neuman; AGOULMINE, Nazim. *Distribution of Management Over Multi-Domains Network Management Systems*.
- [14] De SOUZA, Neuman; MCCARTHY, K; PAVLOU, G; AGOULMINE, N. *CMIP to SNMPv1 Translation Through Application Level Gateways Using the OSIMIS ISODE Platform*. RACE Conference on Intelligence in Broadband Services and Networks. Paris. 1993.

Anexo I - Classes de Objetos Gerenciados no Simulador OAF

Árvore de Herança



Árvore de Conteúdo



Classe de Objeto Gerenciado simNode

simNode MANAGED OBJECT CLASS

DERIVED FROM system:

CHARACTERIZED BY simNodeConfigurationPkg.
simNodeStatusPkg.

CONDITIONAL PACKAGE simNodeTrafficPkg

PRESENT IF "The node is an access source node. If conditional packages are not supported then it will be mandatory to all nodes, so transferred to the CHARACTERIZED BY.";

REGISTERED AS { icmQafSimManagedObjectClass 1 };

simNodeConfigurationPkg PACKAGE

BEHAVIOUR

ATTRIBUTES

simNodeConfigurationPkgBhvr:

simNodeId GET.

simNodeNumber GET.

simNodeType GET.

simNodeNumberOfInputPorts GET.

simNodeNumberOfOutputPorts GET.

simNodeNumberOfOutputBuffers GET.

simNodeLocationName GET.

REGISTERED AS

{ icmQafSimPackage 11 };

simNodeConfigurationPkgBhvr BEHAVIOUR

DEFINED AS "The simNode class models a network node as it is represented in the simulator. Each instance models a single node. All simnode instances are created at initialization phase. the configuration package keeps all information relative to the configuration of the node!";

simNodeId ATTRIBUT

WITH ATTRIBUTE SYNTAX ICM.String;

MATCHES FOR EQUALITY, SUBSTRINGS;

BEHAVIOUR simNodeIdBhvr;

REGISTERED AS { icmQafSimAttribute 1 };

simNodeIdBhvr BEHAVIOUR

DEFINED AS "This attribute is used to construct the RDN of a simNode managed object instance!";

simNodeNumber ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX ICM.Integer;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR simNodeNumberBhvr;

REGISTERED AS { icmQafSimAttribute 2 };

simNodeNumberBhvr BEHAVIOUR

DEFINED AS

"This attribute is used for numbering nodes within the simulator. This number is retrieved from the simulator's initialization file. Therefore it is generally different from the simNodeId which is given at the instantiation of the object instances!";