

# **Uma Ferramenta para Auxílio no Gerenciamento de Redes com Backbone ATM**

**Mario Lemes Proença Jr.**

Universidade Estadual de Londrina  
Departamento de Computação  
Londrina, PR, 86051-970  
proenca@uel.br

**Juergen Rochol**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Informática  
Porto Alegre, RS, 91501-970  
juergen@inf.ufrgs.br

## **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma ferramenta desenvolvida para auxiliar no gerenciamento de redes ATM que integram LANs tradicionais através de um backbone ATM. Inicialmente, será apresentada a especificação da ferramenta chamada de Gerenciamento de Backbone ATM - GBA, que provê geração de relatórios e alarmes sobre objetos coletados das MIBs residentes nos equipamentos ATM através do protocolo SNMP. Com base numa análise de MIBs padronizadas, é sugerido um conjunto de objetos a serem monitorados e que formam um perfil básico para o gerenciamento de redes locais interligadas através de um backbone ATM. A ferramenta fornece relatórios de desempenho, relatórios de alarmes e um relatório com o inventário dos equipamentos ATM encontrados na rede. Finalmente, é apresentada a implementação de um protótipo da ferramenta, que teve como objetivo aplicar as especificações deste trabalho. A ferramenta pretende ser uma base para testes, além de contribuir para o desenvolvimento de novos trabalhos na área de gerenciamento de redes ATM.

## **Abstract**

The purpose of this work is to present a tool developed to work as an aid for management of corporate networks that integrate traditional LANs through an ATM backbone. First the specification of a tool will be presented, which is called Backbone Management ATM – GBA, that provides generation of reports and alarms about collected objects from the MIBs present in the ATM equipments through the SNMP protocol. Based on analysis of standard MIBs, is suggested a set of objects to be monitored and which compose an initial profile for the management of local networks linked across an ATM backbone. The tool provides reports of performance, alarms and an inventory of ATM equipments found in the network. Finally, the implementation of a prototype of the tool is presented whose purpose is to apply the specifications of this work. The tool is intended to be an base for tests, besides, it can contribute for the development of new studies on ATM networks management.

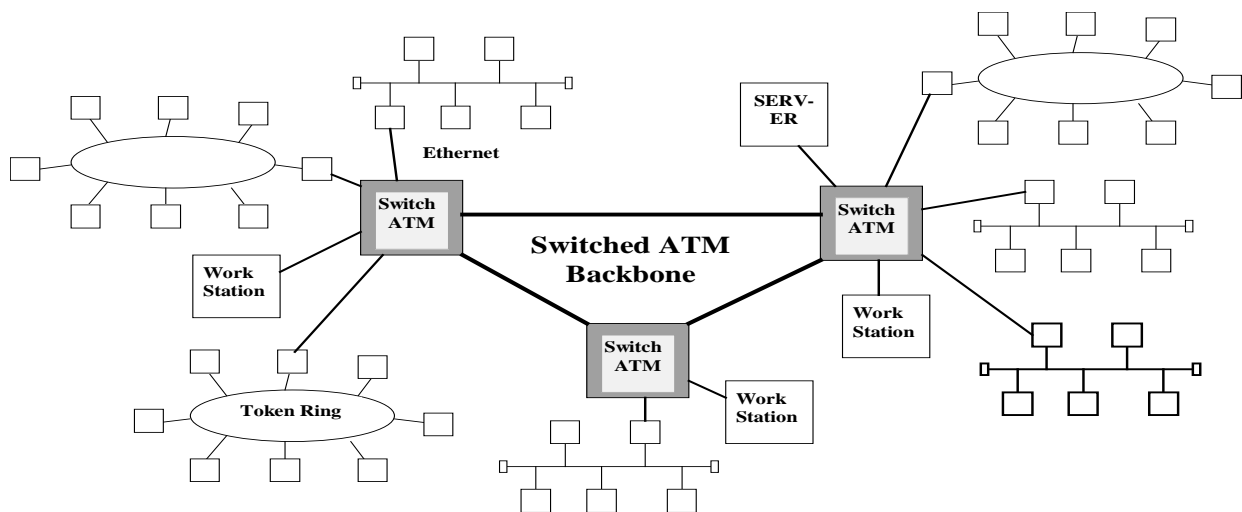
**Palavras chaves : Gerenciamento ATM; Redes ATM; Redes Computadores; SNMP; MIBs**

## **1 Introdução**

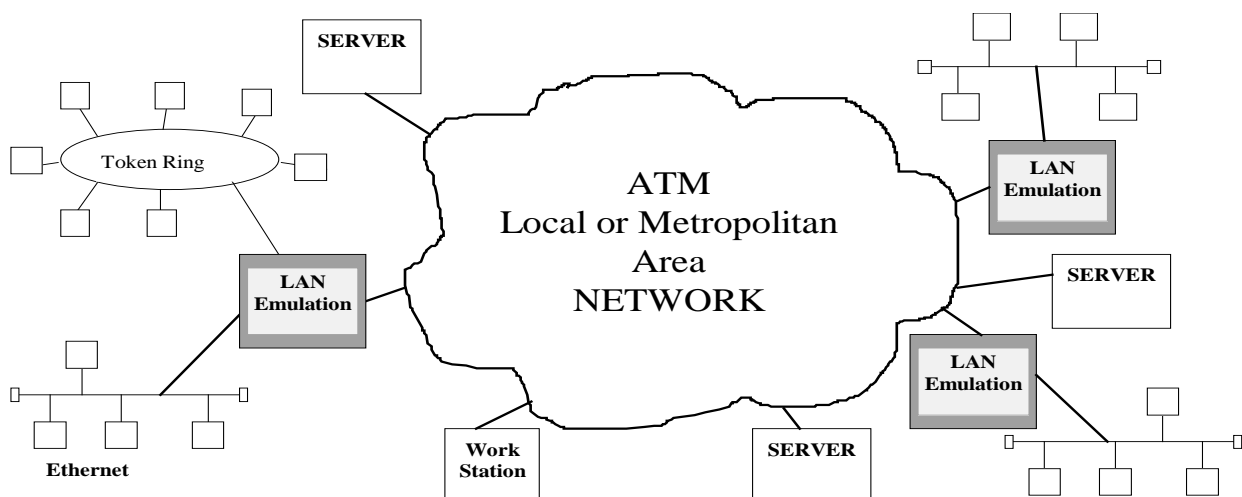
A tecnologia *Asynchronous Transfer Mode* (ATM), tornou-se ultimamente o alvo principal dos pesquisadores em redes de banda larga e dos engenheiros de desenvolvimento de equipamentos para este tipo de redes. O motivo disto é que o ATM é considerado hoje em dia, pela maioria dos

pesquisadores, como sendo a tecnologia de transporte de dados do futuro e que ela deverá se disseminar de ponta a ponta nas futuras redes, desde as LANs, MANs e WANs, até o interfaceamento direto com as estações de trabalho [PRY95].

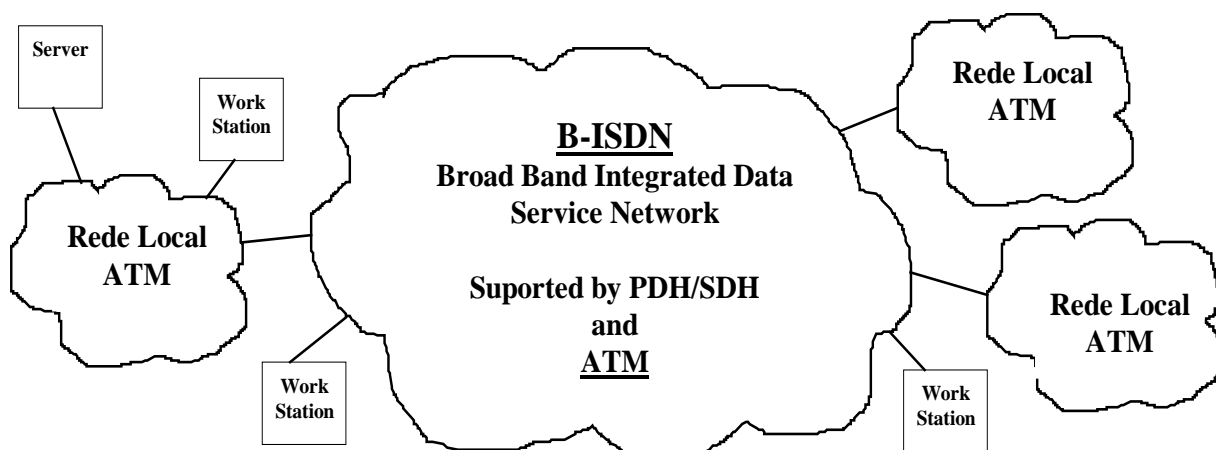
A idéia geral do ATM é permitir a interoperabilidade da informação em todos os níveis de extensão geográfica, tornando-se com isto, um padrão mundial. A caminhada neste sentido deverá envolver etapas intermediárias, pois os investimentos feitos, até aqui, pelas corporações e concessionárias em suas redes com as tecnologias tradicionais, não podem ser descartados de uma hora para outra. Em uma primeira etapa o ATM deverá conviver com estas antigas tecnologias, para posteriormente se expandir, até atingir uma abrangência de uma rede global e universal. A figura 1.1 ilustra as etapas básicas na disseminação e integração da tecnologia ATM com as redes tradicionais [PRY95].



(a) *Backbones* utilizando *switches* ATM em ambientes de Redes Locais ou Corporativos, (início década 90),



(b) Redes ATM com abrangência metropolitana ou regional, interligando Redes Locais, compostas de Switches ATM e estações de trabalho com interfaceamento ATM direto, utilizando serviços de *LAN Emulation* (fim década. 90),



(c) Solução global ATM através da B-ISDN com a consolidação da Rede Digital de Serviços Integrados de Faixa Larga (RDSI-FL), estruturada sobre o suporte público de Telecomunicações *Plesiochronous Digital Hierarchy/Synchronous Digital Hierachy* (PDH/SDH) e tecnologia ATM como Rede global, (início milênio 2000).

**FIGURA 1.1 - As três etapas de disseminação da Tecnologia ATM;**

O ATM já é uma tecnologia presente em muitas organizações. Deixou de ser apenas uma promessa trazendo consigo, além de inúmeros benefícios, novos serviços e desafios [PRY95][STA97]. Serviços como LANE, MPOA, Classical IP, bastante difundidos pela comunidade científica, porém ainda um pouco distante dos administradores e gerentes de redes. Estes serviços podem ser melhor estudados em [PRO98]. Além de oferecer uma convivência automática das LANs tradicionais com o ATM, os serviços de emulação de LANs tradicionais também aumentam a complexidade no tocante ao gerenciamento de redes.

A tarefa de gerenciamento de redes de alto desempenho é complexa. Existem inúmeros problemas no cotidiano de uma rede que necessitam de um monitoramento constante para serem solucionados ou mesmo evitados. Mesmo com a grande quantidade de ferramentas de software existentes gerenciar uma rede exige muita experiência e conhecimento por parte dos seus administradores. O gerenciamento ainda não é, e talvez nunca será, uma tarefa trivial que possa ser totalmente automatizada.

Existe uma grande quantidade de softwares para auxiliar o gerenciamento de redes que vão desde analisadores de tráfego a sofisticados sistemas de gerenciamento como o SunNet Manager da SunSoft, HP OpenView da HP, NetView da IBM, Trancend da 3COM, MeterWare da Tecelite e muitos outros. Este trabalho, ao apresentar uma ferramenta, não ambicionou concorrer com nenhum dos softwares existentes, mas sim, ser um meio para aplicação dos conhecimentos e a verificação na prática de sua viabilidade.

A ferramenta chamada de Gerenciamento de Backbone ATM (GBA) tem como função principal a geração de páginas em formato de *Hiper Text Markup Language* (HTML) com informações a partir de objetos coletados das MIBs ATM; além de permitir disparos de alarmes com base em critérios pré-definidos para estes objetos quando necessário.

No seção 2 é apresentado um estudo sobre o protótipo da ferramenta, seguida da sua apresentação e de conclusões sobre sua utilização, além de propostas para trabalhos futuros que foram desencadeados a partir de sua utilização.

## 2 A Ferramenta GBA

A motivação para a construção da ferramenta para auxiliar no gerenciamento de redes ATM, reside no fato de o ATM ser uma tecnologia nova, complexa, com padrões na área de gerenciamento ainda em desenvolvimento, mas que vem sendo implantada gradativamente em muitas LANs e WANs.

As propostas para gerenciamento de redes ATM ainda se encontram em fase inicial, e muitas ainda em estágio de desenvolvimento. É comum encontrar soluções baseadas em MIBs proprietárias, específicas para um único hardware, o do próprio fabricante.

O gerenciamento de redes ATM é mais complexo do que o de redes tradicionais, pois além de dados tem-se multimídia, voz e vídeo, trafegando de forma integrada pela rede. Todos estes tipos de tráfego têm características próprias de *Quality of Service* (QoS) [TAN96] [PRY95] [SAC97], que precisam ser garantidas e gerenciadas.

O principal objetivo da ferramenta GBA é que ela possa contribuir na tarefa de gerenciamento de redes com backbone ATM, tanto de forma prática como também servindo como uma plataforma de aprendizado para este novo paradigma tecnológico.

A ferramenta deverá contribuir de forma prática para facilitar o acesso e visualização dos objetos que residem nas MIBs ATM, além de oferecer relatórios e alarmes sobre os mesmos. O aspecto de aprendizado, citado no parágrafo anterior, diz respeito ao fato de que esta ferramenta poderá servir também como uma base para futuras pesquisas e experimentos sobre gerenciamento de redes ATM.

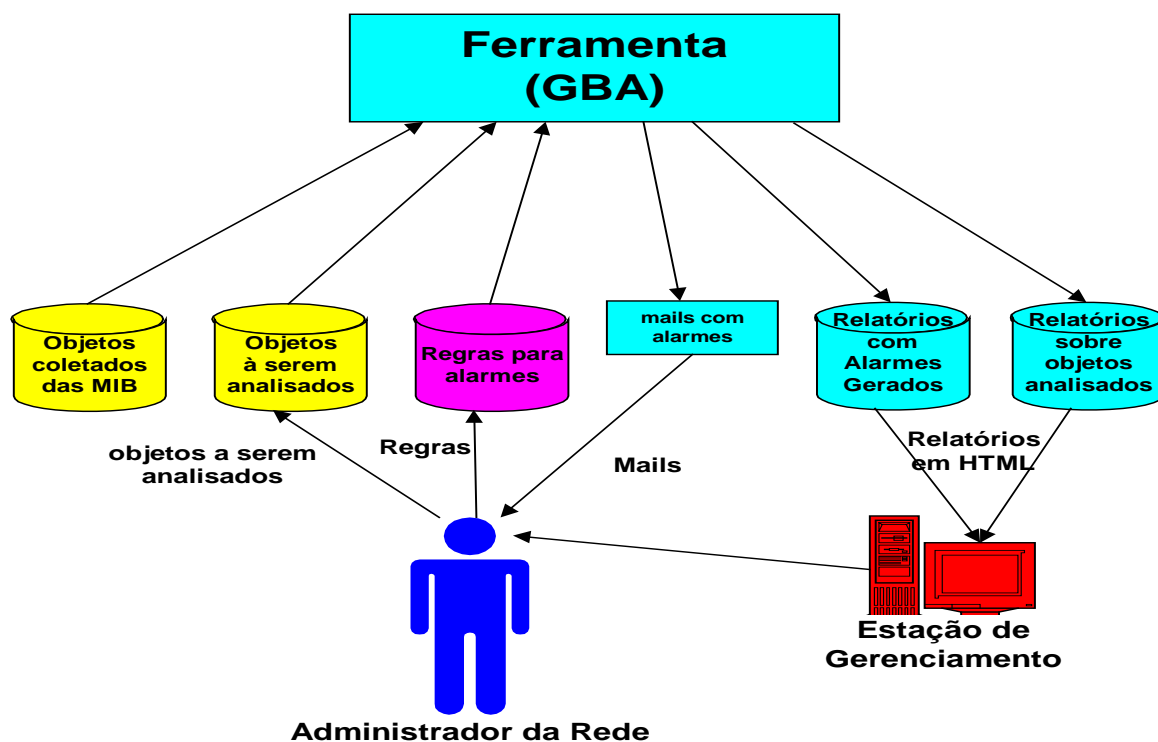


FIGURA 2.1 - Estrutura funcional da ferramenta GBA

A ferramenta GBA deverá facilitar também a análise dos objetos contidos nas MIBs, com base em parâmetros que serão informados pelo gerente da rede. As principais funções esperadas que a ferramenta GBA deverá atender são:

- Geração de relatórios em HTML com os resultados dos objetos analisados,
- Geração de alarmes com base em critérios préestabelecidos para cada objeto,
- Histórico dos alarmes ocorridos e estatísticas de tráfego,
- Inventários dos equipamentos ATM, com base nos endereços ATM encontrados nas MIBs analisadas,

A escolha da geração de relatórios em formato de HTML se deve a grande popularização da Internet e Intranet e em particular da WEB tornando, com isto, mais fácil o acesso às informações geradas.

A estrutura geral da ferramenta pode ser vista na figura 2.1, onde se destacam os seguintes componentes: objetos coletados das MIBs, objetos a serem analisados, regras para alarmes, *mails* com alarmes, relatórios sobre alarmes, relatórios sobre objetos analisados e o módulo GBA.

O administrador ou gerente da rede será a pessoa responsável, e com autoridade, para fornecer parâmetros necessários à ferramenta. Estes parâmetros estão relacionados com a escolha dos objetos a serem analisados e a definição das regras para os objetos que necessitam de alarmes. Além de fornecer os parâmetros, o gerente deverá monitorar e analisar os relatórios que serão gerados pela ferramenta. Nas próximas seções serão especificados cada um dos componentes da figura 2.1

## **2.1 Objetos coletados das MIBs**

Os objetos a serem coletados das MIBs são definidos a partir do conjunto de objetos disponíveis nas MIBs ATM, residentes nos equipamentos de rede ATM e que possuam um agente SNMP residente.

A coleta das informações dos objetos das MIBs deve ser efetuada por uma aplicação que acesse os equipamentos que possuem agente SNMP, através do protocolo SNMP.

Existem várias bibliotecas, inclusive de domínio público, que permitem a consulta à MIBs de agentes SNMP, como por exemplo, o CMU SNMP desenvolvido na *Carnegie Mellon University* [CMU99] e o Tricklet desenvolvido pela grupo DNPAP da *Delft University of Technology* [DNP98]. Estas ferramentas contêm um conjunto de programas que oferecem várias funções para acessar aos objetos nas MIBs.

## **2.2 Objetos a serem analisados**

Para o funcionamento da ferramenta GBA é necessário que seja definido um conjunto inicial de objetos para serem analisados. Este conjunto forma um perfil que define um conjunto mínimo de objetos que devem ser analisados em uma rede ATM com base nas MIBs disponíveis. Os objetos que compõem este perfil inicial foram escolhidos com base em MIBs definidas por organizações responsáveis pelas padronizações para gerenciamento de redes ATM. As MIBs que foram analisadas são: MIB ATM definida na RFC 2515 do IETF, ILMI MIB e RMON MIB do ATM Forum [IET99] [TAF96b] [TAF97], também melhor detalhadas em [PRO98].

Atualmente, existem inúmeras MIBs proprietárias para gerenciar equipamentos ATM, porém, estas MIBs muitas vezes não têm documentação suficiente e se destinam a atender somente às necessidades do próprio fabricante do equipamento.

A escolha dos objetos para a ferramenta GBA se ateu às MIBs padronizadas, a fim de evitar que a ferramenta fique vinculada às características de alguma MIB de fabricante, tornando-se pouco flexível.

Os objetos escolhidos permitem monitorar conexões virtuais (VPs e VCs), fornecer estatísticas sobre tráfego de células e sobre interfaces de equipamentos ATM, monitorados através de um agente SNMP. Os objetos escolhidos estão descritos abaixo na tabela 2.1 que mostra uma descrição do objeto, seu identificador na MIB de origem, área de gerenciamento contemplada pelo objeto e a indicação da MIB à qual ele pertença.

O conjunto de objetos descritos na tabela 2.1, formam um conjunto inicial, mínimo e suficiente para os estudos requeridos nesta pesquisa. Este conjunto inicial ou perfil inicial de objetos, sugerido neste trabalho, deverá ainda servir como base para futuros trabalhos na área de gerenciamento de redes ATM, que possam vir a constituir um conjunto de perfis destinados a diversas áreas de gerenciamento de redes ATM.

**TABELA 2.1 - Relação de objetos iniciais do GBA**

<i>Descrição do objeto Monitorado</i>	<i>Nome do objeto</i>	<i>MIB fonte</i>
Descrição textual da interface analisada	<i>IfDescr ou MYIfName</i>	MIB-II /RFC2515 <u>ILMI</u>
Velocidade da interface analisada	<i>IfSpeed</i>	MIB-II /RFC2515
Endereço ATM da interface	<i>IfPhyAddress ou MySystemIdentifier</i>	MIB-II /RFC2515 <u>ILMI</u>
Endereço IP da interface	<i>MyifName</i>	<u>ILMI</u>
Número de células recebidas pela interface	<i>IfInOctets</i>	MIB-II /RFC2515
Número de células enviadas pela interface	<i>IfOutOctets</i>	MIB-II /RFC2515
Número de células descartadas por erro de HEC	<i>IfInErrors</i>	MIB-II /RFC2515
Número máximo de VPs e VCs suportados pela interface	<i>AtmInterfaceMaxVccs</i> <i>AtmInterfaceMaxVpcs</i>	MIB-II /RFC2515
Número máximo de bits para os campos de VPI e VCI que estão ativos	<i>AtmInterfaceMaxActiveVpiBits</i> <i>AtmInterfaceMaxActiveVciBits</i> ou <i>AtmfAtmLayerMaxVpiBits</i> <i>AtmfAtmLayerMaxVciBits</i>	MIB-II /RFC2515 <u>ILMI</u>
Identificação de VPs e VCs	<i>AtmVplVpi (1..4095) e</i> <i>AtmVclVpi (0.4095) AtmVclVci (0..65535)</i>	MIB-II /RFC2515
Status operacional dos VPs e do VCs	<i>AtmVplOperStatus</i> <i>AtmVclOperStatus</i>	MIB-II /RFC2515
Parâmetros de transmissão e recepção das conexões VPs e VCs	<i>AtmVplReceiveTrafficDescrParam(1..5)</i> <i>AtmVclReceiveTrafficDescr Param(1..5)</i> <i>AtmfVplTransmitTrafficDescrParam(1..5)</i> <i>AtmfVclTransmitTrafficDescrParam(1..5)</i>	MIB-II /RFC2515

## 2.3 Regras para alarmes

Os alarmes serão acionados de acordo com regras préestabelecidas para alguns objetos monitorados pela ferramenta GBA, em vista de sua importância. Os alarmes são disparados por *mails* enviados para a conta do administrador da rede avisando que um evento ocorreu. Além de enviar o *mail*, a ferramenta GBA também irá gerar um relatório de todos os alarmes ocorridos em um período préestabelecido criando um histórico dos alarmes ocorridos.

As regras previstas para os disparos de alarmes são baseadas em limites, e seu disparo é controlado por um mecanismo de *histerese*, proposto inicialmente na RFC 1757 [IET95].

Existem dois tipos de limites associados a cada objeto, um superior e outro inferior. O mecanismo de *histerese* visa evitar que alarmes seguidos sejam gerados para um mesmo evento dentro de um determinado intervalo de tempo. Existem, por exemplo, picos de tráfego que ocorrem rapidamente em um intervalo curto de tempo, caracterizando um único evento, não sendo necessário a geração de mais de um alarme para o mesmo evento.

O mecanismo utilizado na ferramenta GBA estabelece um tempo  $t$  que deve estar esgotado antes da geração de novos alarmes para um objeto analisado. Dentro do intervalo de tempo  $t$ , um alarme só será acionado mais de uma vez para um mesmo objeto se o valor da ocorrência deste evento for igual ou superior ao valor do 1º alarme gerado por este objeto, neste intervalo, e o alarme anterior tenha sido desligado. O alarme desligado se caracteriza por um novo mail enviado ao administrador, quando o objeto volta a área de normalidade.

A figura 2.2 mostra a representação gráfica do mecanismo, os valores do limite superior ou inferior devem ser especificados com base em uma *baseline* da rede que está sendo analisada, pois não se pode arbitrar valores para os limites sem uma análise detalhada do contexto onde a ferramenta será usada.

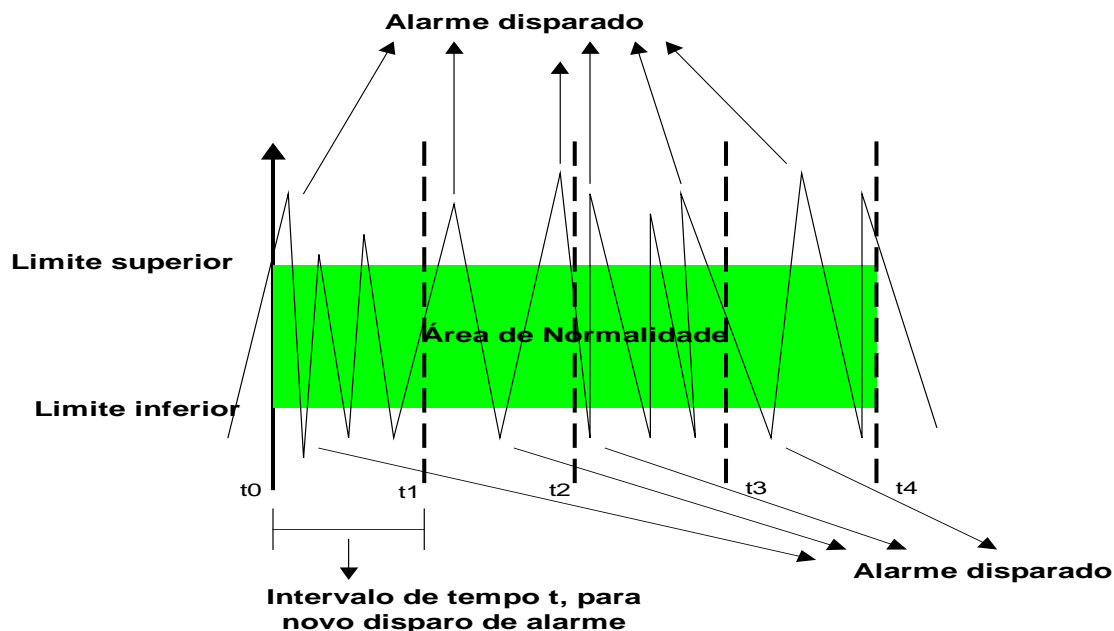


FIGURA 2.2 - Mecanismo de limites para alarmes

## 2.4 Mail para informar Alarmes

Os mails que serão gerados pela ferramenta indicando que um alarme ocorreu serão conforme ilustrado na figura 2.3. Estes mails serão enviados para o administrador da rede ou da subrede em questão.

Received: from [gba@inf.ufrgs.br](mailto:gba@inf.ufrgs.br)  
Date: Mon, 08 Feb 1999 08:03:03 -0200 (EDT)  
From: gba@inf.ufrgs.br  
To: Admin@inf.ufrgs.br  
Subject: Alarme da Rede ATM

Senhor Administrador,

As 16.00 h. do dia 28/02/1999 ocorreu um evento, disparando este alarme no equipamento: **switch-inf01** para o objeto *células recebidas pela interface 9999*, que neste momento se encontrava com o valor **5000** enquanto o limite permitido é de **4000**.

**FIGURA 2.3 - Exemplo de mail enviado pela ferramenta GBA, indicando um alarme**

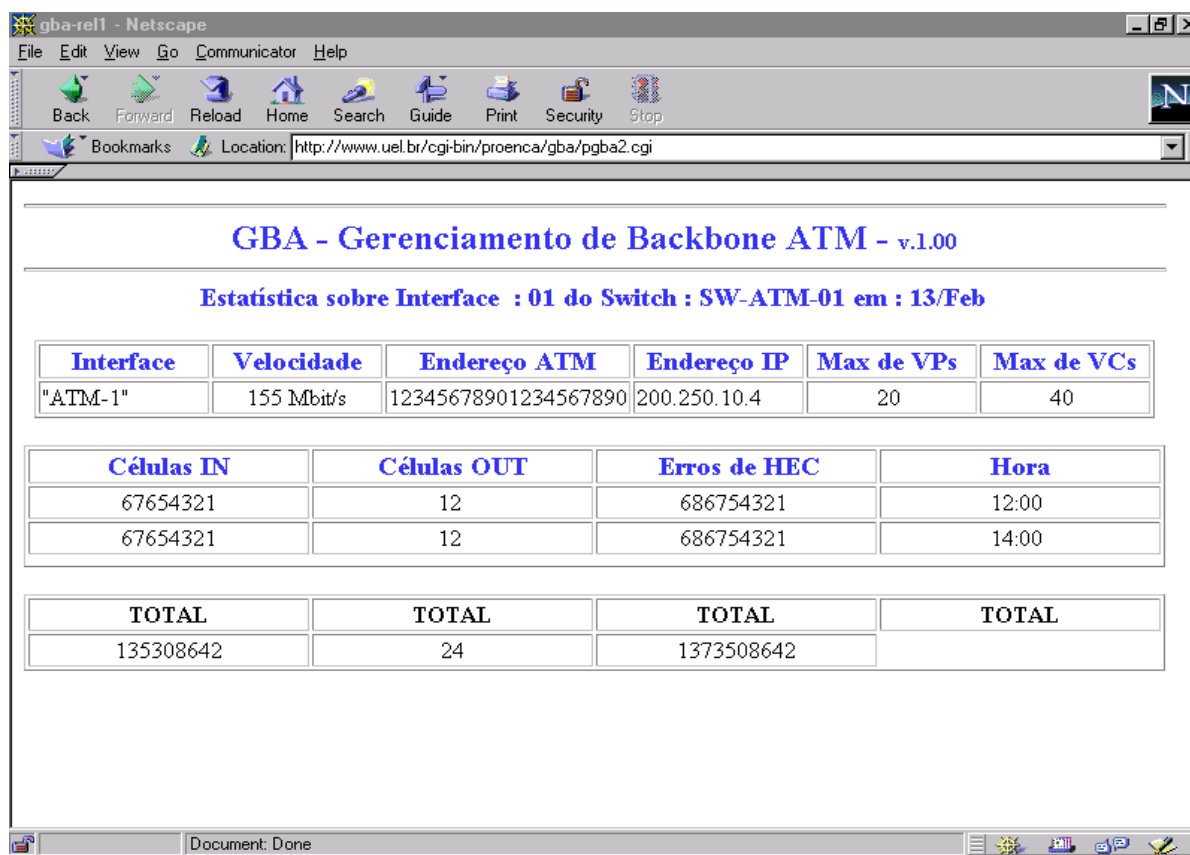
## 2.5 Relatório com objetos Analisados

Inicialmente, estão previstos quatro tipos de relatórios para ferramenta GBA que conterão resumos com os valores coletados e seus respectivos totais referentes a períodos de um dia que serão informados no momento do pedido dos relatórios. Os relatórios contêm informações sobre interfaces, conexões virtuais além de informações gerenciais com deltas sobre : totais de erros, totais de células, número de conexões, *status* das conexões, etc. A ferramenta oferece também um inventário de equipamentos composto de seus respectivos endereços ATM, MAC e IP.

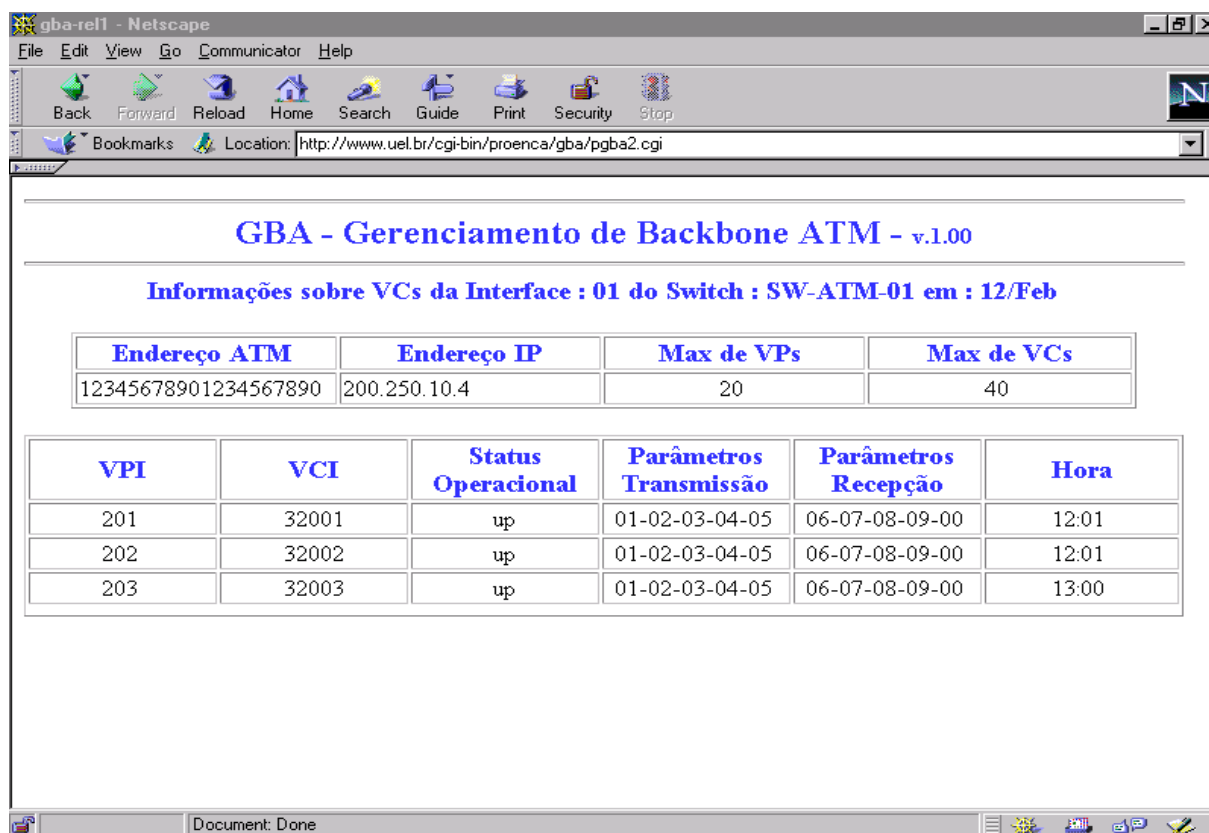
A figura 2.4 ilustra, o relatório que contém informações sobre uma interface de um equipamento ATM. E na figura 2.5 pode ser visto o relatório que contém informações sobre conexões virtuais ativas de uma interface monitorada. Outros exemplos de relatórios podem ser vistos nos endereços:

- [www.uel.br/adm/proenca/gba/gba.htm](http://www.uel.br/adm/proenca/gba/gba.htm) – Laboratório de comunicação de Dados da Universidade Estadual de Londrina
- [king.inf.ufrgs.br/atm/gba/gba.htm](http://king.inf.ufrgs.br/atm/gba/gba.htm) - Laboratório de Comunicação de Dados do Instituto de Informática da UFRGS





**FIGURA 2.4 - Especificação de relatório sobre interface gerado pelo GBA**



**FIGURA 2.5 - Relatório sobre VCs de uma interface analisada**

### 3 Protótipo da Ferramenta GBA

A implementação do protótipo da ferramenta GBA teve a finalidade de avaliar na prática as idéias propostas em [PRO98].

Inicialmente, foi previsto o gerenciamento de um único dispositivo, como um *switch* ATM, por exemplo. Para o acesso a mais de um dispositivo devem ser feitos ajustes nas tabelas de armazenamento e nas estruturas dos arquivos para possibilitar a diferenciação dos equipamentos monitorados.

A ferramenta foi implementada em dois programas chamados de PGBA e PGBA2, sendo o primeiro responsável pela consulta e processamento dos objetos coletados e o segundo pela geração de relatórios. A consulta à MIB ATM é feita através do protocolo SNMP, utilizando pacote CMU que pode ser encontrado em [CMU99].

Os programas foram desenvolvidos na linguagem C por ser uma linguagem bastante utilizada, com bom desempenho e de fácil portabilidade. Para a interação com o servidor WEB foi utilizado o *Common Gateway Interface* (CGI), no programa PGBA2. O protótipo foi compilado e testado em sistema operacional UNIX. Os fontes dos programas podem ser encontrados por WWW nos endereços [www.uel.br/adm/proenca/gba/gba.htm](http://www.uel.br/adm/proenca/gba/gba.htm) do servidor a Universidade Estadual de Londrina ou [king.inf.ufrgs.br/atm/gba/gba.htm](http://king.inf.ufrgs.br/atm/gba/gba.htm) do servidor KING do Laboratório de Comunicação de Dados do Instituto de informática da UFRGS.

Atualmente, a ferramenta está sendo migrada para ambiente Windows NT 4.0, utilizando a linguagem Visual C da Microsoft. O desenvolvimento e os testes, estão sendo feitos utilizando o backbone da Universidade Estadual de Londrina, que conta com *Switchs* ATM para interligar seus centros e departamentos ao longo do campus. Além disto, nesta nova fase do projeto, também está prevista a inclusão de monitoramento para múltiplos equipamentos ATM, ao mesmo tempo, e o desenvolvimento de um módulo para geração automática de *baseline*, para os segmentos ATM analisados na rede.

### 4 Conclusões

Conforme ilustrado em [PRO98] os dois principais protocolos para gerenciamento de redes de computadores são o CMIP da ISO e o SNMP do IETF. O CMIP é, sem dúvida, o protocolo mais completo e que apresenta mais recursos que o SNMP. Durante esta década, esperava-se que o CMIP tivesse se tornado o protocolo mais usado e transformado-se no padrão para gerenciamento de redes, porém, talvez devido ao seu *overhead* de implementação e execução, isto não aconteceu. O CMIP, atualmente, está bastante difundido na área de telecomunicações onde integra o *Telecommunications Management Network* (TMN) do ITU que é o *Framework* mais importante em termos de gerenciamento de telecomunicações.

O SNMP, por sua vez, tornou-se atualmente o protocolo de gerenciamento de redes locais mais utilizado. Apesar de ser simples e existir uma grande quantidade de softwares para sua utilização o SNMP apresenta deficiências quando se trata de manipular uma grande quantidade de variáveis como existem nas atuais MIBs. São milhares de variáveis definidas em uma grande quantidade de MIBs. Os gerentes de rede perdem muito tempo classificando e escolhendo quais objetos pertencentes às MIBs devem ser monitorados e analisados.

O problema da escolha das MIBs e dos objetos indicam que é necessário um conhecimento especializado por parte do gerente de redes, tornando-se necessário a construção de um *framework* visando criar um modelo que auxilie na tarefa da utilização dos recursos que o SNMP e as MIBs propiciam.

A prática mostra que cada gerente deve procurar estabelecer uma *baseline* para a sua rede que o auxilie no gerenciamento. A *baseline* pode ser definida como um conjunto de dados obtidos a partir de estudos estatísticos de parâmetros do dia a dia da rede. Os dados coletados pelas MIBs contêm informações sobre a média de tráfego, colisões, distribuição de protocolos, taxas de erros, etc.

As redes ATM vieram para ficar e se tornar o padrão para LANs e WANs neste final de século, principalmente por oferecer enormes vantagens sobre outras tecnologias, como a integração de serviços, altas taxas, grande interoperabilidade, escalabilidade e facilidade de integração.

As soluções para a convivência das LANs tradicionais em um suporte ATM, como descritas em [PRO98], tornam mais fácil e viável a instalação de backbones ATM. O LANE já é um serviço consolidado e com grande aceitação, enquanto o MPOA promete ser a solução que irá integrar as opções oferecidas tanto pelo LANE como pelo *Classical IP*. Todas estas soluções apresentam propostas para o gerenciamento integrado destas LANs com o suporte segundo um novo paradigma de gerenciamento, porém baseadas no protocolo SNMP.

Apesar da mudança do modelo de gerenciamento, quando integramos LANs tradicionais através de um backbone ATM para a coleta de informações dos agentes, continua sendo privilegiado o SNMP que deverá sofrer algumas modificações para melhor atender o novo paradigma. Esta tendência se confirma já que tanto o IETF como o ATM Forum apresentaram suas soluções baseadas em SNMP, como foi ilustrado em [PRO98].

O SNMP não foi feito para redes de altas velocidades e grandes volumes de tráfego, como em redes ATM. As aplicações de gerenciamento tradicionais devem se adaptar para usar o SNMP em redes ATM. A arquitetura de gerenciamento deverá ser descentralizada com vários agentes se reportando às estações de gerenciamento visando evitar gargalos e diminuir o tráfego.

Uma outra tendência que pode ser observada é que o gerenciamento de redes ATM públicas ou privadas irão convergir para um mesmo padrão. Atualmente, o padrão para redes privadas é o SNMP, enquanto o CMIP e o TMN são mais utilizados para o gerenciamento de redes públicas. O ATM Forum está trabalhando numa proposta de gerenciamento que deverá interoperar entre estes dois enfoques. As novas propostas de gerenciamento sugeridas pelo ATM Forum podem ser melhor estudadas em [TAF97b]. A interface M4, que faz parte da proposta do ATM Forum [TAF97b], já tem definida uma MIB lógica que suporta tanto objetos SNMP baseados na *Structure of Management Information* (SMI) como objetos CMIP de acordo com a especificação do *Guidelines for Definition of Managed Objects* (GDMO) [TAF94c][TAF96d].

Através da utilização da ferramenta GBA constatou-se que a ferramenta atende aos principais objetivos, porém, novas melhorias precisam ser feitas visando facilitar o gerenciamento e o entendimento de redes ATM.

A ferramenta GBA deverá servir também como uma base para novas pesquisas envolvendo o gerenciamento de redes ATM. A seguir, apresentamos algumas sugestões para trabalhos futuros envolvendo a ferramenta e o gerenciamento de redes ATM:

- Inclusão de novos objetos, visando criar um perfil mínimo mais refinado e mais abrangente para avaliação de performance, configuração e falhas em uma rede ATM,

- Criar um modelo para gerenciamento de redes ATM, visando estabelecer um padrão que deverá definir como e o que gerenciar numa rede ATM. A criação deste modelo evitaria problemas iguais aos criados pelo SNMP, onde foram descritos os protocolos, e a partir deles se criou a arquitetura, e o modelo de gerenciamento,
- Verificação da interoperabilidade da ferramenta GBA com softwares de gerenciamento já conhecidos como: SunNet Manager da SunSoft, HP OpenView da HP, NetView da IBM, Trancend da 3COM, MeterWare da Tecelite e outros,
- Adaptação da ferramenta a um ambiente gráfico, voltada para sistemas Windows NT e Unix,
- Avaliação das novas propostas do SNMPv3 visando esclarecer problemas de interoperabilidade, aspectos de segurança e novas funções que poderão vir a beneficiar a interoperabilidade, integração e desempenho do SNMP em relação ao ATM.
- Com base nos resultados obtidos a médio prazo apresentar um estudo sobre o desempenho, interoperabilidade e *overhead* do gerenciamento SNMP em ambiente ATM.

Acreditamos, finalmente, que este trabalho possa servir como subsídio no desenvolvimento de novos trabalhos relacionados principalmente com o gerenciamento integrado de redes de alta velocidade baseadas em ATM e redes tradicionais.

## 5 Bibliografia

- [CMU99] CMU. **Ferramenta CMU SNMP**. Disponível por WWW em [www.net.cmu.edu/projects/snmp/](http://www.net.cmu.edu/projects/snmp/) (05/04/1999).
- [DNP98] DNPAP. **Ferramenta Tricket**. Disponível por WWW em <http://cardit.et.tudelft.nl/DNPAP/Software/software.html> (20/02/1998).
- [IET95] INTERNET ENGINEERING TASK FORCE (IETF). **Remote Monitoring Management Information Base Version**, RFC 1757, [S. l.], fev.1995.
- [IET99] INTERNET ENGINEERING TASK FORCE (IETF). **Definitions of Managed Objects for ATM Management**, RFC 2515, [S. l.], fev.1999.
- [PRO98] PROENÇA, Mario Lemes, Jr. **Uma Ferramenta para Auxílio no Gerenciamento de Redes com Backbone ATM**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [PRY95] PRYCKER, Martin de. **Asynchronous Transfer Mode, Solution for Broadband ISDN**. [S. l.] : Prentice Hall, 1995.
- [SAC97] SACKETT, G. C.; Metz, C. Y. **ATM and Multiprotocol Networking**. [S. l.] : McGraw-Hill, 1997
- [STA97] STALLINGS, William. **Data and Computer Communications**. 5. Ed. Prentice Hall, 1997
- [TAF94c] THE ATM FORUM. **M4 Interface Requirements, and Logical MIB**, af-nm-020.000, [S. l.], set.1994.

- [TAF96b] THE ATM FORUM. **Integrated Local Management Interface (ILMI) Specification**, Version 4.0, af-ilmi-0065.000, [S. l.], set.1996.
- [TAF96d] THE ATM FORUM. **M4 Network-View Interface Requirements, and Logical MIB**, af-nm-058.000, [S. l.], mar.1996.
- [TAF97] THE ATM FORUM. **Remote Monitoring MIB Extensions for ATM Networks**, af-nm-test-0080.000, [S. l.], mai.1997.
- [TAF97b] THE ATM FORUM. **Lista todas as especificações técnicas aprovadas pelo ATM Forum.** Disponível por WWW em <http://www.atmforum.com/atmforum/specs/approved.html>, (24/10/1997).
- [TAN96] TANENBAUM, A. S. **Computer Networks**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.