

# UMA FERRAMENTA PARA MONITORAÇÃO DO DESEMPENHO DE ENLACES PONTO-A-PONTO ATRAVÉS DA WEB

*Helcio Wagner da Silva e Sergio Vianna Fialho*

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Laboratório de Engenharia de Computação e Automação  
59.072-970 - Natal/RN  
Fone: +(55)(84)215-3771  
Fax: +(55)(84)215-3738  
E-mail:[helcio, fialho]@leca.ufrn.br

## RESUMO

Este artigo apresenta um esforço pioneiro no desenvolvimento de ferramentas para gerenciamento de redes de computadores na UFRN, descrevendo uma ferramenta desenvolvida com o objetivo de monitorar, através da Web, as utilizações e percentuais de erros de entrada/saída nos enlaces ponto-a-ponto de uma determinada rede ATM, bem como servir de base para o posterior desenvolvimento de ferramentas mais poderosas.

## 1 INTRODUÇÃO

A UFRN possui atualmente uma rede ATM fisicamente implementada por switches ATM e ATM/LAN *3Com* interconectados por enlaces ópticos ponto-a-ponto full-duplex com capacidade nominal de operação a 155 Mbps. Um dos objetivos desta infra-estrutura é a interconexão das redes locais presentes em seus centros, departamentos e demais órgãos administrativos. A rede é atualmente gerenciada com o auxílio do pacote *Transcend Network Control Services*, também desenvolvido pela *3Com*.

Observações realizadas acerca da utilização do pacote *Transcend* e de outros similares concluíram que, embora tais pacotes sejam bastante abrangentes nas funções de gerenciamento de redes, existem de fato cenários nos quais a aquisição dos mesmos é proibitiva face à pequena parcela de recursos a serem utilizados, em relação à vasta gama de recursos disponíveis nestes pacotes. Para este cenários, o desenvolvimento de ferramentas alternativas, de baixo custo e com capacidades adequadas às necessidades reais de gerenciamento é de fato desejável.

Com base nas considerações citadas há pouco, foi desenvolvida uma ferramenta que provê, através da Web, a monitoração das utilizações e percentuais de erros de entrada/saída dos enlaces ópticos da rede ATM da UFRN. As

contribuições envolvidas neste projeto remetem à disponibilização de uma ferramenta que, embora contenha funcionalidades reduzidas face ao ambiente gerenciado, possui custo zero para a instituição e serve como base para o desenvolvimento de outras ferramentas mais poderosas, com relação à abrangência de funções e possibilidade de aplicação em cenários distintos.

## 2 CENÁRIO DE APLICAÇÃO: A REDE ATM DA UFRN

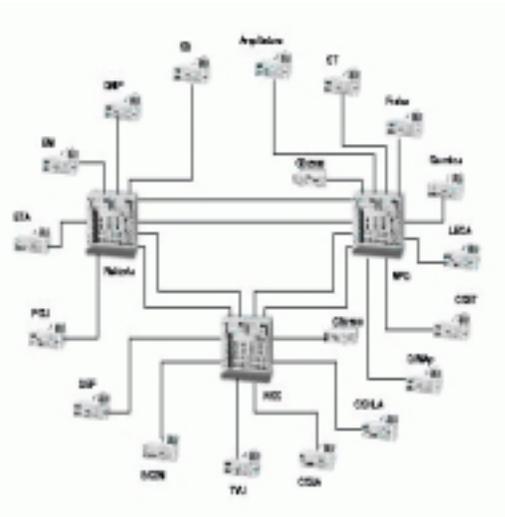


Figura 1: A rede ATM da UFRN

Conforme ilustrado na figura 1, a rede ATM da UFRN é composta fisicamente por três switches ATM *CoreBuilder*

7000HD - CB7000 [10], 17 switches ATM/LAN SuperStack II 1000 - SS1000 [12] e por dois switches CoreBuilder 2500 - CB2500 [11], interconectados por enlaces ópticos ponto-a-ponto full-duplex com capacidade nominal de 155 Mbps.

A interconexão das redes locais presentes na UFRN é viabilizada através da utilização da técnica de *Emulação de LAN ATM - LANE* [9], e neste contexto os CB7000, localizados nos prédios da Reitoria, do *Núcleo de Processamento de Dados - NPD* e do *Núcleo de Computação Científica - NCC* da UFRN, possuem em média 20 interfaces ATM e acumulam todas as funções de serviço previstas na emulação de LAN ATM (servidores de configuração, de resolução de endereço e de broadcast). Os SS1000, por sua vez, localizam-se nos centros, departamentos e demais órgãos administrativos da UFRN, e cumprem a função de clientes de emulação de LAN, conectando-se aos CB7000 através de sua única interface ATM e a segmentos Ethernet e Fast Ethernet através de suas interfaces homônimas (24 interfaces Ethernet e uma interface Fast Ethernet), conforme ilustrado na figura 2. Os CB2500 atuam viabilizando a comunicação entre membros de LANs emuladas distintas, uma função que não é suprida na especificação LANE.

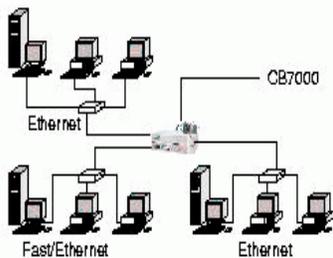


Figura 2: Interconexão de redes locais através da rede ATM da UFRN

### 3 ARQUITETURA

A ferramenta desenvolvida baseia-se no *modelo de três camadas* definido para o *Gerenciamento Baseado na Web - WBM* [7]. Neste modelo, um software de gerenciamento, instalado numa estação intermediária, comunica-se com os agentes de gerenciamento instalados nos equipamentos de rede através do protocolo SNMP, especificado em [3], e interage com *browsers* dos usuários através da Web, acumulando também a funcionalidade de servidor HTTP.

Conforme observado na figura 3, o software de gerenciamento é composto por uma *aplicação gerente* e por *aplicações CGI*, as quais realizam operações sobre um determinado *banco de dados*. A seguir, serão abordados cada um destes componentes funcionais.

#### 3.1 Aplicação gerente

A aplicação gerente realiza um *polling* nos equipamentos

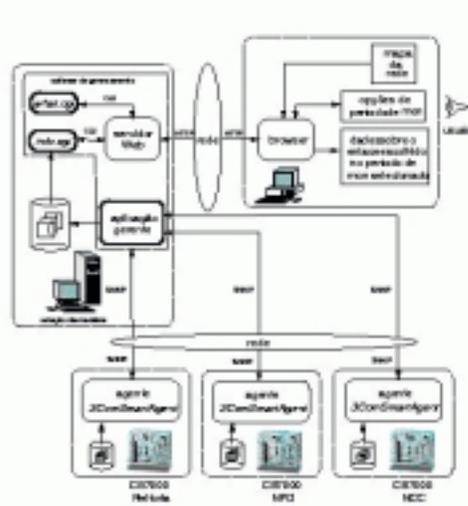


Figura 3: Arquitetura da ferramenta construída

presentes na rede ATM da UFRN, notadamente nos seus três CB7000. A cada 15 minutos ao longo de cada dia, são solicitadas informações referentes a cada uma das interfaces ATM pertencentes a cada um destes equipamentos, sendo efetuada a comunicação com os agentes *3ComSmartAgent* instalados nos CB7000 localizados nos prédios da Reitoria, do NPD e do NCC da UFRN. A solicitação de informações aos agentes faz-se através do envio de mensagens SNMP contendo PDUs *GetRequest*, enquanto o atendimento destas solicitações é realizado mediante o retorno de mensagens SNMP contendo PDUs *GetResponse*. As informações referentes às interfaces ATM dos equipamentos podem ser associadas aos enlaces aos quais elas são conectadas tendo-se em vista a natureza destes últimos (enlaces ponto-a-ponto) [1].

As informações coletadas dos CB7000 correspondem aos valores referentes aos seguintes objetos gerenciados, definidos nos grupos *system* e *Interfaces* da MIB-II [4]. São eles:

- *sysUptime*: intervalo de tempo (em centésimos de segundo) compreendido entre o instante e atual e o instante no qual o agente foi reinicializado pela última vez;
- *ifInOctets*: número de octetos recebidos por uma interface de rede, incluindo caracteres de enquadramento;
- *ifInUcastPkts*: número de pacotes unicast recebidos por uma interface de rede;
- *ifInNUcastPkts*: número de pacotes não-unicast (multicast e broadcast) recebidos por uma interface de rede;
- *ifInErrors*: número de pacotes com erro recebidos por uma interface de rede;
- *ifOutOctets*: número de octetos transmitidos por uma interface de rede, incluindo caracteres de enquadramento;
- *ifOutUcastPkts*: número de pacotes unicast transmitidos por uma interface de rede;

- *ifOutNUcastPkts*: número de pacotes não-unicast (multicast e broadcast) transmitidos por uma interface de rede;
- *ifOutErrors*: número de pacotes com erro transmitidos por uma interface de rede;

Valores iniciais e finais destes objetos para cada interface de rede dos CB7000 serão coletados a cada 15 minutos de cada dia pela aplicação gerente para posterior processamento, com base nas equações definidas a seguir.

- Equações para cálculo das utilizações de entrada/saída

$$In\_Utilization = \frac{8 \cdot \Delta ifInOctets}{\Delta sysUptime/100} \quad (1)$$

$$Out\_Utilization = \frac{8 \cdot \Delta ifOutOctets}{\Delta sysUptime/100} \quad (2)$$

Onde  $\Delta ifInOctets$ ,  $\Delta ifOutOctets$  e  $\Delta sysUptime$  são as diferenças entre os valores finais e iniciais dos objetos *ifInOctets*, *ifOutOctets* e *sysUptime*, respectivamente.

- Equações para cálculo dos percentuais de erros de entrada/saída

$$In\_Error = \frac{\Delta ifInErrors}{\Delta ifInPkts} \cdot 100\%,$$

$$\Delta ifInPkts = \Delta ifInUcastPkts + \Delta ifInNUcastPkts \quad (3)$$

$$Out\_Error = \frac{\Delta ifOutErrors}{\Delta ifOutPkts} \cdot 100\%,$$

$$\Delta ifOutPkts = \Delta ifOutUcastPkts + \Delta ifOutNUcastPkts \quad (4)$$

Onde  $\Delta ifInErrors$ ,  $\Delta ifOutErrors$ ,  $\Delta ifInUcastPkts$ ,  $\Delta ifOutUcastPkts$ ,  $\Delta ifInNUcastPkts$  e  $\Delta ifOutNUcastPkts$  são as diferenças dos valores dos objetos *ifInErrors*, *ifOutErrors*, *ifInUcastPkts*, *ifOutUcastPkts*, *ifInNUcastPkts* e *ifOutNUcastPkts*, respectivamente.

A aplicação gerente foi construída em linguagem C, com o auxílio da Interface de Programação de Aplicação - API contida no pacote *cmu-snmp-linux-3.7* [8], desenvolvido pela Carnegie Mellon University - CMU. Este pacote contém, além de alguns aplicativos de linha de comando, uma biblioteca de funções a serem utilizadas em aplicações gerente/agente escritas na linguagem C sobre o sistema operacional Linux.

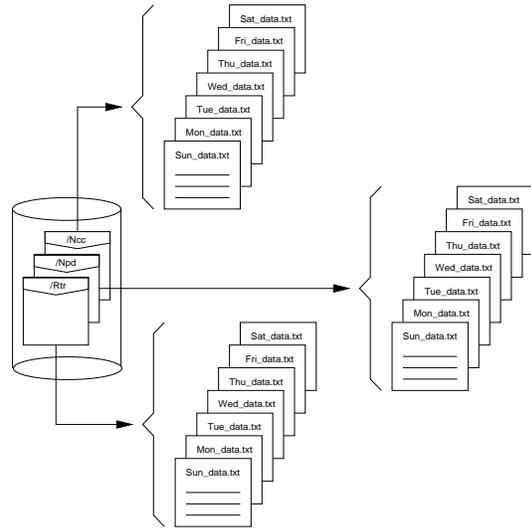


Figura 4: Estrutura do banco de dados

### 3.2 Banco de Dados

As informações coletadas e processadas pela aplicação gerente constituem-se em históricos armazenados num banco de dados ilustrado pela figura 4 e formado com base nos diretórios */Rtr*, */Npd* e */Ncc*, alusivos às localizações dos CB7000 que compõem a rede ATM da UFRN.

As informações referentes aos enlaces ópticos da rede encontram-se em arquivos localizados em cada um dos diretórios citados há pouco, os quais possuem nomes alusivos aos dias da semana nos quais são criados ou atualizados: *Sun\_data.txt*, *Mon\_data.txt*, *Tue\_data.txt*, *Wed\_data.txt*, *Thu\_data.txt*, *Fri\_data.txt* e *Sat\_data.txt*. Estas informações possuem uma vida útil de uma semana, ao longo da qual podem ser visualizadas a partir de páginas HTML, como será visto posteriormente. Ao final deste período, serão sobreescritas por outras informações mais atualizadas, de forma a não produzir arquivos cada vez maiores à medida que novas informações são obtidas. As opções de período de monitoração serão também atualizadas, de forma que o usuário não queira visualizar o que ele efetivamente não pode mais obter.

### 3.3 Aplicações CGI

O acesso e a exibição das informações disponíveis no banco de dados construído pela aplicação gerente é realizado através da Web, por meio de aplicações que fazem uso do padrão de comunicação de *Interface de Gateway Comum - CGI* [6], particularmente as aplicações *what.cgi* e *info.cgi*.

A aplicação *what.cgi* tem como objetivo o fornecimento, em detalhes, dos períodos de monitoração disponíveis aos usuários da ferramenta.

A partir da seleção de um dos enlaces ópticos da rede, uma solicitação HTTP é emitida pelo *browser* do usuário objetivando o acionamento da aplicação *what.cgi*, residen-

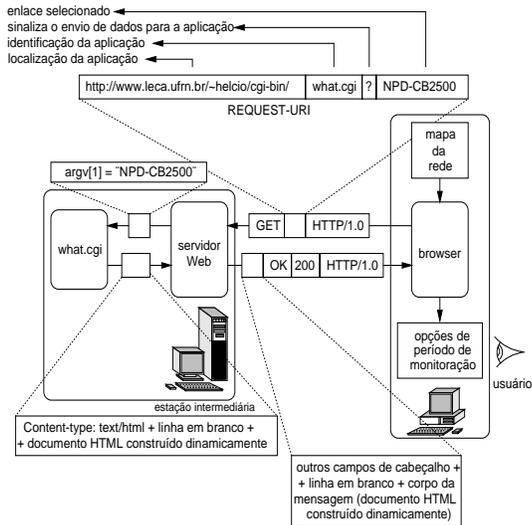


Figura 5: Funcionamento da aplicação *what.cgi*

te na estação intermediária. A aplicação então constrói dinamicamente uma página HTML contendo os períodos de monitoração disponíveis aos usuários da ferramenta, que a visualizarão através de seus *browsers*. A figura 5 ilustra o funcionamento da aplicação tomando como exemplo a solicitação do enlace "NPD-CB2500".

A aplicação *info.cgi* tem como objetivo a leitura e a exibição das informações referentes ao enlace selecionado durante o período de monitoração escolhido.

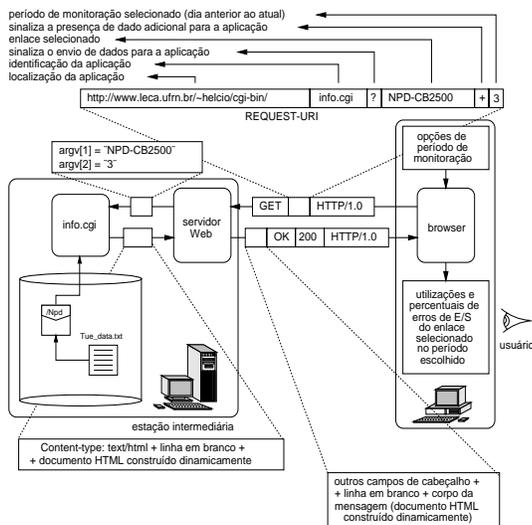


Figura 6: Funcionamento da aplicação *info.cgi*

Uma vez selecionado o período de monitoração, uma nova solicitação HTTP é emitida, agora objetivando o

acionamento da aplicação *info.cgi*, que busca, no banco de dados construído, as informações referentes às utilizações e percentuais de erros de entrada/saída no enlace selecionado. A figura 6 ilustra o funcionamento desta aplicação, tomando como exemplo a seleção do enlace "NPD-CB2500" e a escolha do período de monitoração correspondente a três dias anteriores ao atual.

## 4 UTILIZAÇÃO

A utilização da ferramenta construída é razoavelmente simples, bastando apenas que seus usuários selecionem os enlaces de sua preferência e os períodos de monitoração nos quais desejam obter as informações referentes aos mesmos.

A figura 7 ilustra a página de início da ferramenta, a qual contém o mapeamento dos enlaces ópticos presentes na rede ATM da UFRN. A página é visualizada com o auxílio do *browser* Netscape 4.51.

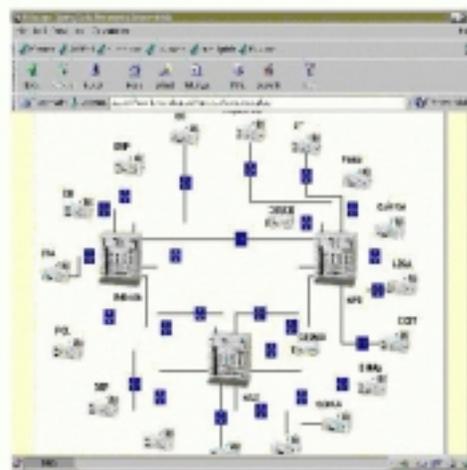


Figura 7: Página inicial de operação da ferramenta

Neste documento estático, os enlaces são destacados por alvos azuis que servem para que os usuários da ferramenta selecionem os enlaces de sua preferência. A seleção de um destes enlaces resultará na construção dinâmica de uma outra página ilustrando, em detalhes, quais os períodos de monitoração disponíveis aos usuários para o enlace selecionado anteriormente. A figura 8 ilustra, como exemplo, a página HTML exibida em decorrência da escolha do enlace "NPD-CB2500".

Uma vez especificadas as informações referentes à identificação do enlace e período de monitoração escolhido para o mesmo, é disponibilizada uma página HTML construída dinamicamente e contendo as informações referentes às utilizações e percentuais de erros de entrada/saída do enlace selecionado. A figura 9 ilustra a página HTML exibida em

## 5 CONCLUSÕES

Este artigo apresentou uma ferramenta alternativa para auxílio ao gerenciamento da rede ATM da UFRN. A ferramenta opera com base no modelo de três camadas previsto para o gerenciamento baseado na Web, e, embora contenha funcionalidades limitadas, já permitiu, por exemplo, a descoberta da inatividade temporária de um determinado enlace e apontou para uma possível fonte de congestionamento na rede monitorada, particularmente um tráfego relativamente intenso num dos seus CB2500.

A capacidade de gerenciamento das redes de computadores presentes na UFRN pode ser substancialmente aumentada com o desenvolvimento de outras ferramentas alternativas, as quais provenham do gerenciamento de conexões virtuais na rede ATM e das redes locais interconectadas por esta última. Neste contexto, estudos já foram realizados com base em [2] e [5] para a utilização de objetos RMON com vistas a efetuar o gerenciamento de LANs na UFRN, haja visto que os agentes instalados nos SS1000 suportam as MIBs correspondentes. Uma última conjectura a ser realizada é o desenvolvimento de ferramentas aplicáveis a redes distintas, não mais limitando-se ao contexto da UFRN. Neste sentido, as ferramentas desenvolvidas poderão enfim constituir-se em produtos comercializáveis e competitivos.

## 6 REFERÊNCIAS

- [1] Allan Leinwand: *Accomplishing Performance Management with SNMP*, Simple Times, Vol. 1, No. 5, Novembro/Dezembro de 1992 - <http://www.simple-times.org/pub/simple-times/issues/1-5.html>;
- [2] Allan Leinwand: *Network Design Design Using the RMON MIB*, Simple Times, Vol. 2, No. 6, Dezembro de 1993 - <http://www.simple-times.org/pub/simple-times/issues/2-6.html>;
- [3] J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall e J. Davin: *A Simple Network Management Protocol - SNMP*, Maio de 1990 - <http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt>;
- [4] K. McCloghrie e M. Rose: *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*, Março de 1991 - <http://www.ietf.org/rfc/rfc1213.txt>;
- [5] S. Waldbusser: *Remote Network Monitoring Management Base*, Fevereiro de 1995 - <http://www.ietf.org/rfc/rfc1757.txt>;
- [6] Ken A. L. Coar e D. R. T. Robinson: *The WWW Common Gateway Interface - Version 1.1*, Junho de 1999 - <http://web.golux.com/coar/cgi/>;
- [7] Technology Solutions, Wiphro Infotech Group: *A White Paper on Web-Based Management* - <http://cybermanage.wipro.com/wpaper-wbnm.html>;

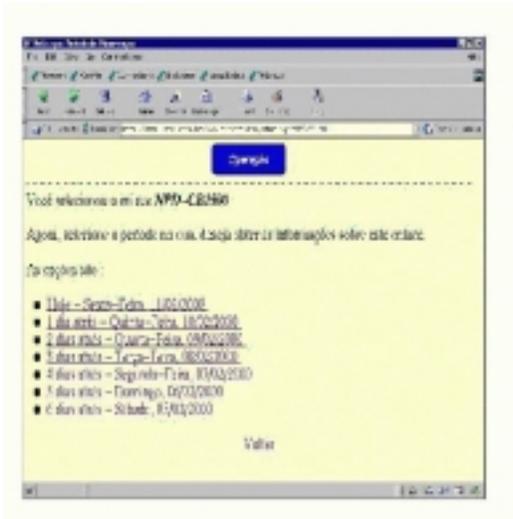


Figura 8: Opções de período de monitoração disponíveis para o enlace “NPD-CB2500”

decorrência da escolha do período de monitoração correspondente ao dia 08 de fevereiro de 2000 para o enlace “NPD-CB2500”.

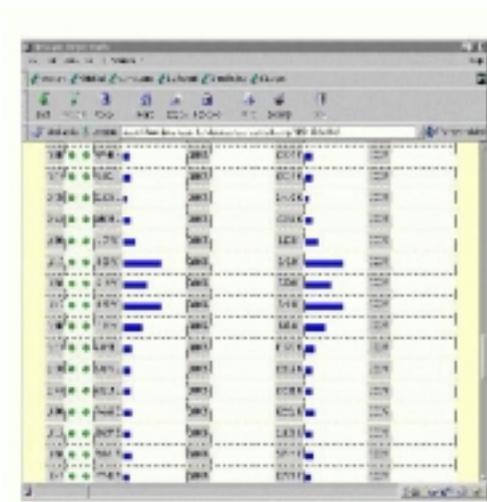


Figura 9: Valores referentes às utilizações e percentuais de erros de entrada/saída no enlace “NPD-CB2500” ao longo do dia 08 de fevereiro de 2000

A fim de melhor caracterizar a dinâmica das utilizações e percentuais de erros no enlace, são exibidos gráficos de barras correspondentes aos seus valores e registrados os instantes nos quais são realizadas as coletas de informações junto aos agentes instalados nos CB7000.

- [8] Jürgen Schönwälder e Erik Schönfelder: *Linux CMU SNMP Project* - <http://www.gaertner.de/snmp/>;
- [9] The ATM Forum - Technical Committee: *LAN Emulation Over ATM - Version 1.0*, Janeiro de 1995 - <http://www.atmforum.com/atmforum/specs/approved.html>;
- [10] 3Com Corporation: *High-performance, high-availability ATM switching with integrated 10/100 and Gigabit Ethernet* - <http://www.3com.com/products/dsheets/400265.html>;
- [11] 3Com Corporation: *CoreBuilder 2500/6000 Family High-Function Layer 3 Switches - High-Function Switches enhance performance in switched Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, FDDI and ATM LANs*; - <http://www.3com.com/products/dsheets/400270.html>;
- [12] 3Com Corporation: *SuperStack II Switch 1000 - High performance, stackable switches for boosting performance at the desktop and in the workgroup* - <http://www.3com.com/products/dsheets/400324.html>.