

Uma abordagem para Gerência de Redes Geograficamente Dispersas

João Galdino Mello de Souza^(1,2)
galdino@redeminas.br

Mário Luiz Moura Júnior⁽¹⁾
mjunior@redeminas.br

Mário Fernando Montenegro Campos^(1,2)
mario@dcc.ufmg.br

(1) Rede Internet Minas
UFMG/ICEX/Sala 2001
Av. Antônio Carlos, 6627
31270-010 Belo Horizonte, MG
Brasil

(2) Departamento de Ciência da Computação
Instituto de Ciências Exatas
Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627
31270-010 Belo Horizonte, MG
Brasil

Resumo

Neste trabalho são apresentadas uma revisão do [RFC1857], de modo a possibilitar a gerência remota de redes e seu monitoramento independente de plataforma de acesso, e o Sistema de Gerência desenvolvido na Rede Internet Minas para redes geograficamente dispersas.

Palavras-chaves: Redes de Computadores, Gerência de Redes, SNMP, Internet, WWW, Java

1 Introdução

O crescimento da área de redes de computadores e sua rápida evolução tecnológica implicaram em dificuldades na sua administração e manutenção. A gerência de redes procura diminuir estas dificuldades através do controle, administração e monitoração eficiente dos recursos de hardware e software em um ambiente computacionalmente distribuído. As ferramentas de gerência devem possibilitar o controle dos recursos, da complexidade e da qualidade dos serviços na rede. Além disso, devem auxiliar na determinação das especificações do ambiente e na redução do *downtime* [STALLINGS93].

As ferramentas disponíveis, geralmente, apresentam funções que ultrapassam algumas destas especificações, porém não conseguem atender a todas as necessidades de gerência das redes geograficamente dispersas [SNM, TKINED]. Uma ferramenta para este tipo de rede deve priorizar a gerência das linhas de comunicação e dos equipamentos de conexão (roteadores). Além dessa necessidade, uma característica desejável é a capacidade de realizar remotamente tarefas de gerência.

Neste trabalho são apresentadas uma revisão do [RFC1857], de modo a possibilitar a gerência remota de redes e seu monitoramento independente de plataforma de acesso, e o Sistema de Gerência desenvolvido na Rede Internet Minas para redes geograficamente dispersas.

O Sistema de Gerência tem por objetivos:

- Monitorar e avaliar o funcionamento e a utilização das linhas de comunicação de dados.
- Monitorar e avaliar o funcionamento e utilização dos equipamentos de conexão.
- Acionar alarmes relativos a quaisquer problemas de funcionamento.
- Resolver alguns problemas de funcionamento através de tarefas automatizadas.

- Prover uma interface de administração simples que permita a visualização geral da rede e de seus problemas.
- Criar uma base de dados que auxilie na resolução dos problemas ocorridos.
- Definir um perfil de utilização a partir dos dados coletados, possibilitando um melhor acompanhamento e planejamento de modificações.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a segunda seção apresenta o modelo proposto em [RFC1857] e sua atualização. A terceira seção apresenta a solução Rede Internet Minas, na quarta seção são apresentados os resultados obtidos e, finalmente, na quinta seção são apresentadas as conclusões e direções futuras para o trabalho.

2 Revisão do Modelo

2.1 Modelo definido no RFC 1857

A coleta e armazenamento de dados relativos a utilização, crescimento e confiabilidade auxiliam no isolamento de falhas e no planejamento de capacidade. O isolamento de falhas é feito considerando-se um horizonte próximo, enquanto o planejamento é feito considerando-se um horizonte maior. Com o crescimento contínuo, estas metas tornam-se importantes na manutenção da qualidade dos serviços e no planejamento de novos investimentos [RFC1857].

Há uma variedade de ferramentas de gerência de redes para a coleta e apresentação de estatísticas. Entretanto, diferentes tipos de medidas e apresentações dificultam a comparação de dados, não existindo consenso de quais métricas devem ser utilizadas ou como estas devem ser exibidas [RFC1857].

Propõe um modelo de coleta e de estatísticas operacionais (Figura 1) de forma a padronizar as métricas e dados colhidos, reduzindo o problema de falta de padrões. Apresenta ainda definições para o conjunto mínimo de métricas, ferramentas, formas de armazenamento e apresentação de dados necessários para a gerência.

O primeiro passo para a integração de diferentes ferramentas de gerência, tanto de coleta quanto de visualização, é a definição de uma base de dados comum utilizando-se um formato único para armazenamento. Pode-se utilizar diferentes ferramentas para a aquisição de dados desde que utilizados conversores de formato. Também podem ser utilizados conversores para utilização de ferramentas de visualização existentes. Deve-se observar a distinção feita entre ferramentas para coleta de dados e ferramentas para visualização.

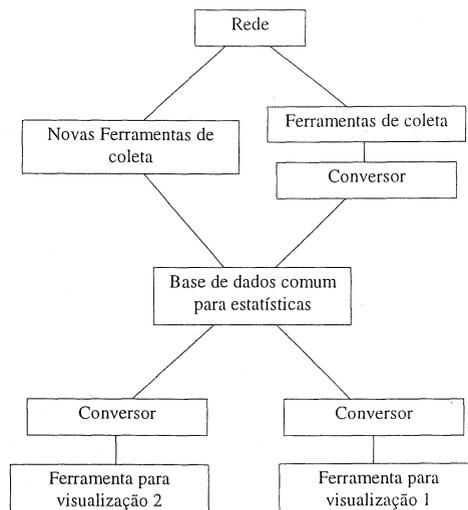


Figura 1 - Modelo Proposto no RFC 1857

2.2 Modelo Atualizado para Gerência Remota

Para permitir o desenvolvimento de ferramentas para gerência remota na Internet, foram acrescentados ao modelo proposto em [RFC1857] um servidor de rede e funções extras de comunicação aos conversores das ferramentas de visualização (Figura 2).

O servidor de rede tem por objetivo permitir o acesso remoto a base de dados pelas ferramentas de visualização, excluindo da implementação destas, instruções relativas ao acesso direto aos dados. O acesso aos dados é feito através de funções especiais que realizam a comunicação entre o servidor e o cliente. Estas funções foram acrescentadas aos conversores de formato e devem realizar a comunicação entre diferentes arquiteturas, possibilitando o acesso independente da plataforma.

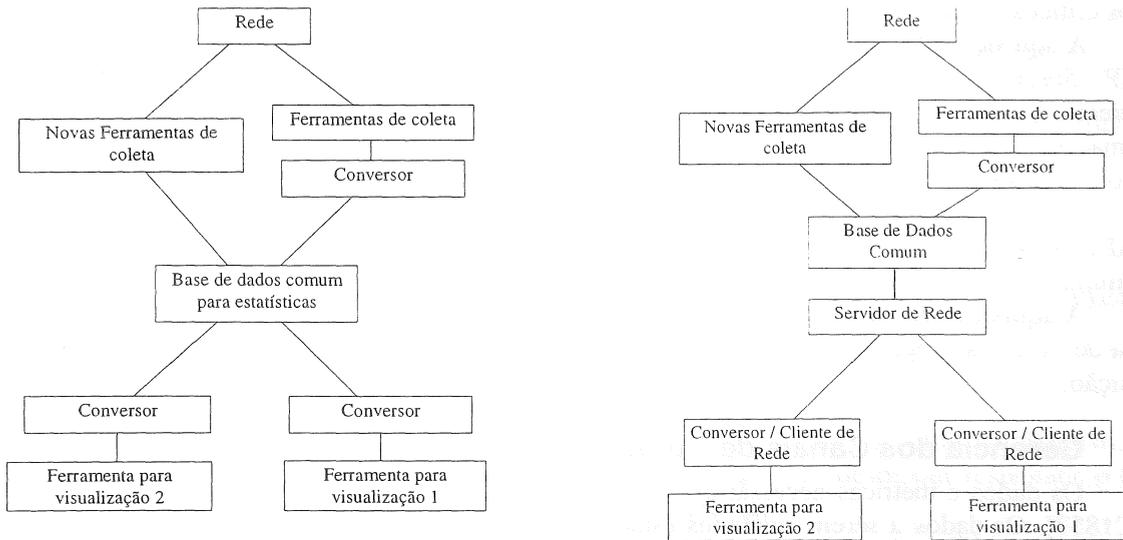


Figura 2 - Comparação entre Modelo RFC1857 e Proposta

3 Sistema de Gerência da Rede Internet Minas

3.1 Visão geral

O Sistema de Gerência da Rede Internet Minas possui a seguinte estrutura:

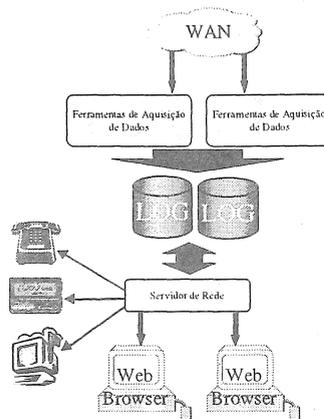


Figura 3 - Visão Geral do Sistema

O sistema pode ser dividido em três grandes grupos:

- Aquisição dos dados: onde são realizadas a coleta e armazenamento dos dados.
- Servidor de rede: responsável pela disponibilização dos dados de gerência aos consoles de rede e acionamento de alarmes.
- Consoles de rede: permitem a visualização remota do estado da rede.

3.2 Aquisição de Dados

Para monitorar os principais fatores que afetam o funcionamento da rede, deve-se gerenciar basicamente três recursos: canais de comunicação, equipamentos de conexão e variáveis ambientais de pontos críticos. Cada um destes três recursos requer a aquisição e utilização de dados distintos.

A aquisição dos dados é feita preferencialmente através de protocolos de gerência de redes como SNMP - *Simple Network Management Protocol* [STALLINGS93]. Utiliza-se ainda interfaces e protocolos proprietários para aquisição de dados quando os dispositivos não utilizam protocolos específicos. As informações obtidas são utilizadas e tratadas conjuntamente de maneira a possibilitar um diagnóstico rápido e preciso do estado de cada um dos elementos de rede.

O funcionamento dos módulos responsáveis pela obtenção dos dados é baseado em *polling* [STALLINGS93], sendo feita periodicamente a coleta e armazenamento dos dados no formato pré-determinado.

A aquisição de dados no Sistema de Gerenciamento da Rede Internet Minas foi implementado na forma de diversos programas. Para cada um dos três recursos, foi criado um conjunto de programas para aquisição.

Gerência dos Canais de Comunicação

Os dados e métricas necessários para a gerência dos canais de comunicação estão definidos em [RFC1857]. Os dados a serem coletados estão armazenados na MIB - *Management Information Base* - sendo que a frequência de leitura é determinada pelos respectivos tipos [STALLINGS93].

A lista dos canais de comunicação e dos equipamentos a serem gerenciados é criada automaticamente a partir de pequenas modificações na ferramenta TOPOS [MOURAJR97].

O módulo de gerenciamento de linhas de comunicação utiliza conjuntamente os dados colhidos na MIB e testes com o protocolo ICMP para a determinação do estado da linha (*Ping*).

Gerência dos Equipamentos de Conexão

A gerência dos equipamentos de conexão envolve basicamente a coleta de variáveis (consumo de memória e poder de processamento) que deverão ser relacionadas com a carga de trabalho associada.

Este módulo utiliza o seguinte conjunto de dados:

Dados e Fonte	Fonte	Descrição
System.sysUpTime	MIB - II	Tempo em atividade do equipamento
Enterprises.cisco.local.lsystem.busyper	MIB privada CISCO	Porcentagem de utilização da CPU
Enterprises.cisco.local.lsystem.freeMem	MIB privada CISCO	Quantidade de memória livre nos roteadores

Os dados existentes na MIB-II são insuficientes para gerenciar o funcionamento dos equipamentos. Utilizamos, portanto, variáveis de MIBs privadas para obter um melhor conhecimento da situação dos equipamentos.

Gerência das Variáveis Ambientais de Pontos Críticos

A gerência de variáveis ambientais aborda a monitoração física de centros de gerência, de pontos de conexão e de acesso aos recursos da rede. É importante esta gerência, já que variações ambientais,

como temperatura elevada e alta umidade, podem causar a queda da qualidade dos serviços e possíveis danos aos equipamentos. As variáveis ambientais mais importantes a serem controladas são a temperatura ambiente, fornecimento de energia elétrica (falta, sub-tensão, sobre-tensão) e umidade relativa do ar.

Atualmente, o monitoramento é feito apenas no Centro de Gerência e Operação (CGO) da Rede Internet Minas, sendo realizado à partir da conversão dos dados colhidos pelo programa de monitoração do no-break utilizado no CGO. São controlados dados relativos à temperatura e energia elétrica. O controle da umidade do ar depende ainda da aquisição de um equipamento para tal fim.

3.3 Servidor de Rede

O servidor do sistema foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- Processar os dados gerados na coleta, disponibilizando-os através de interface de rede aos consoles de gerência.
- Simplicidade: A comunicação entre o servidor e os consoles de gerência deve ser simples, não apresentado *overhead* significativo no processamento das informações.
- Acionar alarmes na eventual ocorrência de falhas.
- Gerar um histórico de eventos com os problemas ocorridos e suas soluções, agilizando e facilitando a tomada de decisões.
- Segurança: as informações de gerência devem ser disponibilizadas apenas para usuários cadastrados e respeitando-se os limites impostos pelo seu grupo de trabalho.

Interface com o sistema de aquisição de dados

A interface com o sistema de aquisição de dados é feita através de consultas aos arquivos de log gerados em formato texto durante a coleta. Esta característica permite que, desde que respeitado o formato do arquivo, o servidor possa ser integrado a qualquer outro programa.

Interface de rede

A comunicação entre o servidor e os consoles é orientada a conexão. Cada conexão refere-se a uma leitura de dados. Cada leitura é composta por um comando com três parâmetros:

- Usuário - Login do usuário
- Senha - Senha encriptada do usuário
- Dado(s) requisitado(s) - Dado(s) a serem pesquisados coletados

Acionador de alarmes

O acionador de alarmes possui duas funções básicas: identificação da origem do alarme e acionamento dos dispositivos.

A determinação da origem do alarme não pode ser feita por um algoritmo em tempo polinomial (NP-Completo) [MEIRA97], sendo necessária a adoção de heurísticas para a resolução do problema. A heurística adotada é baseada na filtragem em relação a prioridade do alarme, sendo definida uma relação entre os possíveis problemas e suas respectivas prioridades de tratamento. Além da prioridade específica de cada problema, existem prioridades relativas ao posicionamento na rede, sendo que nós internos apresentam maior prioridade que os nós externos.

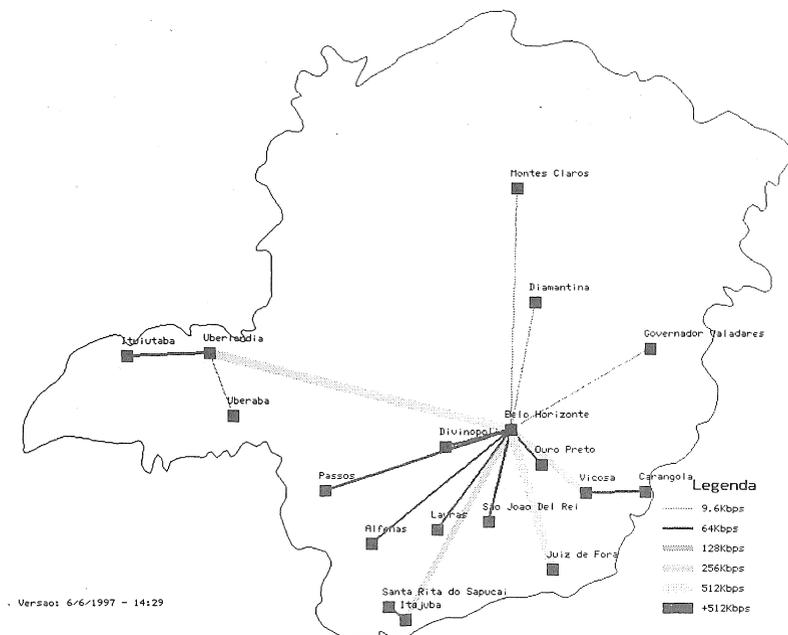


Figura 4 - Backbone da Rede Internet Minas

Na Figura 4, a queda da ligação entre Belo Horizonte e Uberlândia implica na queda da comunicação de todas as instituições ligadas a Uberlândia. O alarme relativo a queda da conexão Belo Horizonte – Uberlândia deve apresentar maior prioridade.

O sistema de acionamento de alarmes, além de tentar determinar a origem dos alarmes, é capaz de, em função do dia da semana e do horário, acionar diferentes dispositivos e pessoas. Esta característica, otimiza e flexibiliza a utilização dos recursos (telefone, *pager*, e-mail), já que a programação e a sequência de acionamento podem ser facilmente alteradas.

Histórico de eventos

Os problemas ocorridos; os alarmes, dispositivos e pessoas acionados, e as soluções adotadas são armazenados e disponibilizados para futuras consultas. Deste modo, consegue-se criar um perfil dos problemas mais frequentes, auxiliando assim, a execução de medidas preventivas. Além disso, pode-se criar um sistema especialista para resolução de problemas.

Segurança

Um usuário para utilizar o sistema de gerência deve ser cadastrado. São definidos um identificador (ID) e um grupo de trabalho que determinam o nível de acesso às informações.

O servidor recebe requisições de dados com o ID do usuário e sua senha de acesso codificada através da função Crypt [WALL92]. O sistema autentica o usuário e em função do seu grupo de acesso, disponibiliza as informações solicitadas.

3.4 Console de Rede

Os browsers WWW foram escolhidos como base para o console de rede do sistema em função da sua disponibilidade na Internet (baixo custo) e da possibilidade de utilização em diferentes plataformas. A utilização de browsers também facilita a criação de consoles de rede personalizados construídos a partir de elementos de interface já prontos.

Na construção do console foram utilizados três tipos de elementos: *applets Java*, Páginas HTML dinâmicas e Formulários HTML. Os *applets Java* [JAVA] foram utilizados nos elementos de interface que

requerem atualização frequente. Páginas HTML dinâmicas para elementos com atualização esporádica. Formulários e scripts CGI para elementos de interação com os administradores, tais como: configuração e visualização de informações externas ao sistema.

O console permite o monitoramento constante da rede através da visualização instantânea dos eventos ocorridos. Estes eventos podem ser visualizados no mapa geográfico de monitoramento e no mapa de monitoramento lógico (Figura 5). A partir destes mapas é possível verificar a existência de um problema, a possível causa e possíveis soluções. Os equipamentos e linhas de comunicação defeituosos recebem diferentes cores em função da natureza e prioridade dos respectivos alarmes.

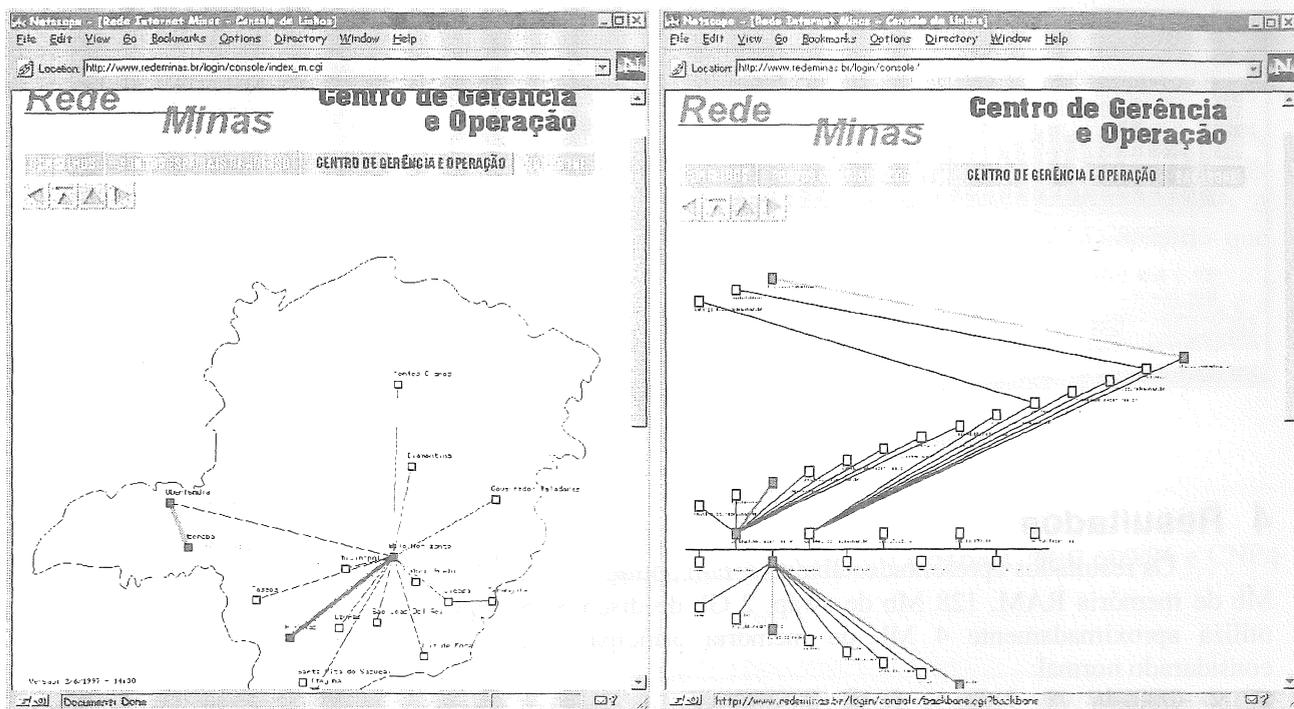


Figura 5 - Console de Rede (Geográfico e Lógico)

O console permite a consulta a base de dados armazenada. A consulta pode ser feita através de pesquisas ou através da visualização gráfica dos eventos ocorridos.

A análise dos gráficos gerados pelo sistema atualmente permitem três diagnósticos: determinação da qualidade de serviços, necessidade de aumento de velocidade e determinação de perfis de utilização. A determinação da qualidade de serviço é feita a partir da análise do gráfico de frequência de pacotes com erro. A necessidade de aumento de velocidade é detectada através do gráfico do tamanho da fila de pacotes. Os perfis de utilização de um recurso podem ser determinados através dos gráficos de tráfego (Figura 6).

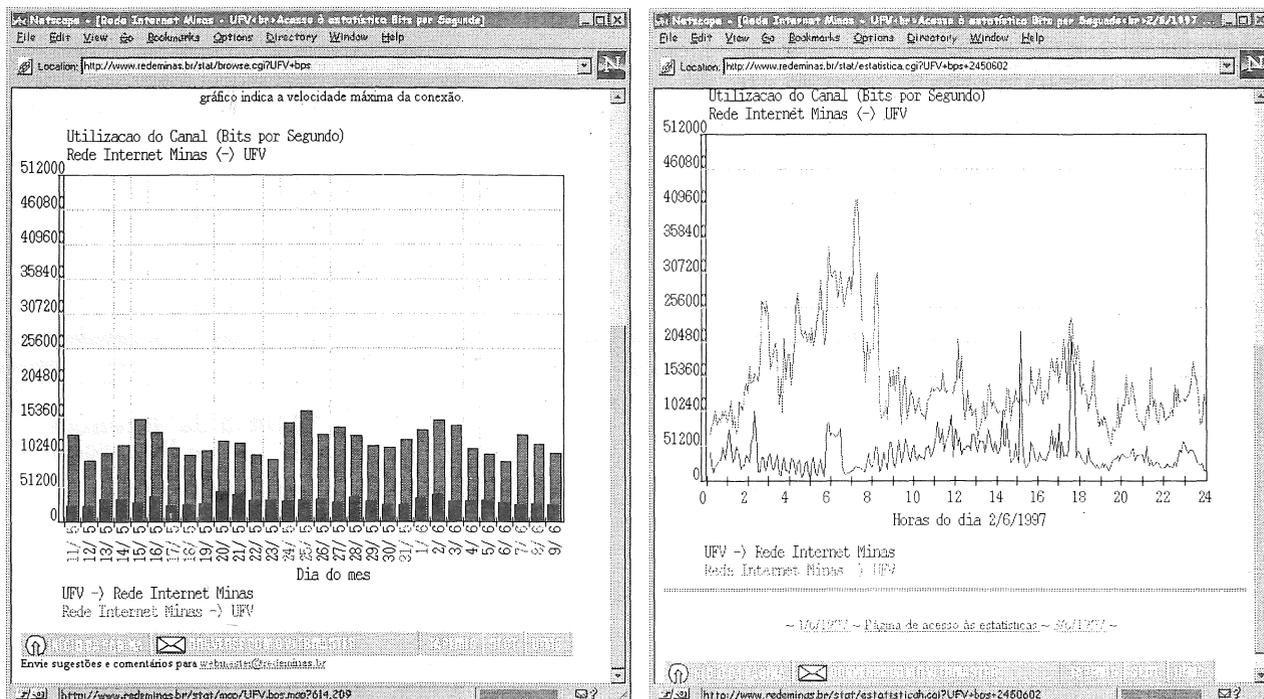


Figura 6 - Visualização Mensal e Diária de Estatística de Tráfego

4 Resultados

Os resultados apresentados abaixo foram obtidos em uma estação de trabalho Sun Sparc 5 com 96 Mb de memória RAM, 128 Mb de swap, 2 Gb de disco SCSI, operando com o Solaris 2.5. O servidor utiliza aproximadamente 4 Mb de memória principal. Em relação aos demais serviços pode ser considerado normal:

- Servidor WWW (Apache 1.1) - 1.5 Mb para cada processo
- Servidor de news (Inn 1.5) - 19 Mb
- Correio eletrônico (SMTP 8.7.5) - 1.8 Mb
- Servidor de nomes (DNS) - 6 Mb

O consumo de disco é baixo, sendo que o consumo médio diário é de aproximadamente 30 Kb por recurso gerenciado para o armazenamento dos logs do sistema.

O acionamento dos dispositivos é feito à partir de uma interface comum. Para cada dispositivo devem ser utilizadas ferramentas específicas. O acréscimo de um novo dispositivo pode ser realizada facilmente com a adição de uma ferramenta que utilize a interface padronizada.

A padronização na interface com o sistema de coleta, permite que diferentes aplicações sejam facilmente integradas ao sistema. A possibilidade de gerenciamento da rede a partir de um browser WWW permite que o sistema de gerência seja acessado a partir de qualquer equipamento independentemente do seu hardware e software. Além disso, não há exigência de hardware e software específicos para a utilização do sistema.

O sistema permite visualizar e monitorar toda a rede, deste modo, a alocação de recursos é facilitada, as ferramentas de gerência são integradas em um único ambiente e o tempo necessário para a detecção, correção e isolamento de falhas reduzido.

5 Conclusão e Direções Futuras

O sistema de gerência da Rede Internet Minas está em fase final de implementação. Sendo desenvolvido desde dezembro de 1995, foi possível acumular conhecimento relativo à performance das linhas de comunicação. Seria interessante a realização de um estudo estatístico de forma a determinar modelos matemáticos que descrevam o tráfego na rede. Estes modelos permitem análise dos impactos do acréscimo de novas linhas, do aumento de velocidade do backbone e da ocorrência de eventos externos ao sistema (mudança de tecnologia de transmissão, upgrade de equipamentos e outros).

A definição do perfil dos problemas normalmente ocorridos na rede possibilita a criação de um sistema especialista para prevenção, detecção e correção de falhas. A hipótese de se treinar uma rede neuronal para a detecção e correção de falhas também é considerada.

A definição de um formato específico de comunicação entre o servidor e o sistema de coleta de dados permite que diferentes aplicações possam ser incorporadas ao sistema independentemente da sua implementação, viabilizando o reaproveitamento de dados gerados por outras aplicações.

A possibilidade de administração remota possibilita monitoramento simultâneo da rede. A utilização de um browser WWW no gerenciamento da rede, permite a gerência a partir de todas as máquinas da rede, independentemente da plataforma e do sistema operacional. Tal característica é interessante já que não há restrições em relação ao hardware e software envolvidos, permitindo que equipamentos de menor capacidade se tornem pontos de trabalho.

A utilização remota da ferramenta pode ser prejudicada pelo tráfego na rede. Outro problema é o desempenho de applets Java, que ainda não é satisfatório em máquinas de baixo poder de processamento. De forma a minimizar estes problemas, está sendo desenvolvida uma versão do console para o ambiente X11.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado em parte pelos convênios FAPEMIG SHA 250/94, TEC 609/96 e CNPq 522618/96-0.

Bibliografia

- [BRITES94] A. Brites et al. "A High-level notation for the specification of Network Management Applications." Proc. INET'94/JENC5
- [CARVALHO94] Carvalho, Tereza Cristina de Melo de Brito. "Arquitetura de Redes de Computadores". Sociedade Brasileira para interconexão de Sistemas Abertos. Makron Books, 1994
- [JAVA] JavaSoft, <http://java.sun.com>
- [LEINWAND92] LEINWAND, Allan. "Accomplishing Performance Management with SNMP", The Simple Times, Volume 1, Number 5; November/December 1992.
- [LEINWAND96] Leinwand, Allan e Conry, Karen F. "Network Management – A practical perspective". (2d. ed.) Addison-Wesley, 1996.
- [MOURAJR97] Moura Jr., Mário Luiz, Campos, Mario F. M. e Carvalho, Márcio L. Bunte. de . "Topos – Uma Ferramenta para Levantamento Automático de Topologia". Anais 15º. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. Universidade Federal de São Carlos. 1997.

- [RFC1857] LAMBERT, M. “RFC 1857: A Model for Common Operational Statistics”, Request for Comments 1857; October, 1995.
- [ROSE93] Rose, M., “The Simple Book: An Introduction to Management of TCP/IP-based Internets” (2d. ed.) Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993
- [SCHOMWALDER93] Schönwälder, J. & Lngendörfer, H., *How to keep track of your Network Configuration*. 1993 LISA – November 1-5, 1993 – Monterey, CA
- [SNM] Sun Net Manager 2.2.3 – Reference Manual. Sun Microsystems, 1995
- [STALLINGS93] STALLINGS, William. “SNMP, SNMPv2 and CMIP: The Pratical Guide to Network Management Standard”. Addison Wesley, 1993.
- [STEVENS94] STEVENS, W. Richard, “TCP/IP Illustrated Volume 1 - The Protocols” . Addison-Wesley Company; 1994.
- [STEVENS90] STEVENS, W. Richard, “Unix Network Programming” Prentice-Hall; 1990.
- [TANENBAUM89] TANENBAUM, Andrew S. “Computer Networks” Second Edition; Prentice-Hall Inc; 1989
- [TKINED] <ftp://ftp.smli.com>
- [WALDBUSSER92] Waldbusser, Steven L. “Exposing the Myths About Autopology”: The Simple Times, Volume 1, Number 1, 1992
- [WALL92] Wall, L. Schwartz, R. “Programming Perl”. O’Reilly and Associates, California; 1992.
- [X200] CCITT Recommendation X.200 (1988), *Reference model for Open Systems Interconnection for CCITT applications*.
- [X700] CCITT Recommendation X.700 (1992), *Management Framework for Open Systems interconnection for CCITT applications*.
- [X733] CCITT Recommendation X.733 (1992), *Alarm Reporting Function for Open Systems interconnection for CCITT applications*.