

# EFICIÊNCIA DO GERENCIAMENTO DESCENTRALIZADO COM AGENTES AUTÔNOMOS NO GERENCIAMENTO DE REDES

A. B. Sales\*, S. Sari\*\*, C. B. Westphall\*

\*Laboratório de Redes e Gerência - Departamento de Informática e Estatística

\*\*Laboratório de Interoperabilidade - Núcleo de Processamento de Dados

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis – SC, Brasil

## RESUMO

Este artigo apresenta uma avaliação baseada no modelo analítico de duas técnicas de gerenciamento de redes para um ambiente de processamento paralelo e distribuído. As técnicas de gerenciamento SNMP e Agentes Autônomos são representadas por uma equação analítica considerando a largura de banda, latência, número de estações e características específicas da própria técnica. Os equipamentos desse ambiente estão interligados por uma rede heterogênea composta de ATM, Fast Ethernet e Ethernet. É apresentada uma comparação entre as técnicas, relacionando o número de estações com o tempo de resposta da coleta de informação dos elementos gerenciados.

## ABSTRACT

This article presents an evaluation based on the analytical model of two network management techniques for a parallel and distributed processing environment. The management technique SNMP and Autonomous Agents are represented by an analytical equation which considers bandwidth, latency, number of stations and specific characteristics of the own technique. The equipments of this environment are interconnected with an heterogeneous network composed by ATM, Fast Ethernet and Ethernet. A comparison of techniques relating the number of stations with the response time of information collection of managed elements is presented.

## 1. Introdução

Computação de alto desempenho também pode ser definida como os recursos computacionais mais potentes disponíveis em cada época [CAS97] isto inclui computadores, redes, algoritmos e os ambientes necessários para tornar tais sistemas disponíveis. Estes sistemas abrangem desde um cluster de estações de trabalho até os grandes supercomputadores.

As Redes de Computadores, seus recursos e aplicações, por mais simples que sejam, tornaram-se indispensáveis às

operações das organizações. Eventuais problemas no seu funcionamento podem implicar em uma degradação inaceitável de desempenho ou mesmo parada parcial ou total, da rede. Uma rede gerenciada oferece uma garantia maior aos usuários da disponibilidade de seus serviços em um nível de desempenho aceitável, além de oferecer recursos para um gerenciamento pró-ativo.

O objetivo principal desse trabalho é avaliar duas técnicas de gerenciamento de redes, para verificar qual é a mais apropriada para um ambiente de processamento paralelo e distribuído. As técnicas de gerenciamento de redes em investigação apresentam os seguintes modelos:

- SNMP (*Simple Network Management Protocol*) - baseia-se no modelo cliente-servidor, e todas as informações relacionadas ao gerenciamento são processadas na estação de gerenciamento, conforme [ROS94]; e

- o gerenciamento com Agentes Autônomos - oferece uma gerência distribuída no gerenciamento da rede, onde existe uma estação de gerenciamento principal e outras estações de gerenciamento na rede, conforme o modelo apresentado por Koch [KOC97].

Nesta primeira seção está descrita a problemática abordada, bem como os elementos de resolução. Na seção 2 estão descritas as equações do Modelo Analítico das Técnicas de Gerenciamento, sendo subdividida em SNMP e Agentes Autônomos. A seção 3 descreve o Ambiente para Análise. A seção 4 apresenta a Comparação das técnicas de gerenciamento. A seção 5 apresenta a Conclusão. Para finalizar a seção 6 apresenta as referências bibliográficas.

## 2. Modelo Analítico das Técnicas de Gerenciamento

As variáveis utilizadas nas expressões analíticas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis utilizadas para avaliação analítica

Variável	Unidade de medida	Descrição
$L_i$	Segundos	Latência da rede i
$B_i$	Bps	Largura de banda da rede i
P	Bits	Tamanho do pedido
R	Bits	Tamanho da resposta
$N_u$	Inteiro	Número total de elementos gerenciados na rede u
Q	Inteiro	Número total de sub-redes
Rlog	Inteiro	Tamanho da resposta de um Agente Coletor de Dados

## 2.1 SNMP

O SNMP é um protocolo desenvolvido para facilitar a troca de informações de gerenciamento entre dispositivos de rede. Essas informações transportadas pelo SNMP, como número de pacotes por segundo, permitem aos administradores da rede gerenciar o desempenho da rede de forma remota, encontrando e solucionando os problemas da rede.

Costa [COS99] apresenta a expressão analítica para calcular o  $tsnmp$ :

$$tsnmp = \sum_{z=1}^q n_z \left( \left( \sum_{i=0}^z (2L_i) \right) + \left( \sum_{i=0}^z \frac{P+R}{B_i} \right) \right) \quad [1]$$

A equação [1] apresenta o,  $tsnmp$ , tempo de resposta resultante das consultas às MIBs, dos diversos recursos distribuídos por um ou mais segmentos através do protocolo SNMP pela estação de gerenciamento. Onde a equação  $tsnmp$  considera a latência da rede ( $L$ ), a largura de banda ( $B$ ), os elementos gerenciados ( $n$ ), o tamanho do pedido ( $P$ ) e da resposta ( $R$ ).

## 2.2 Agentes Autônomos

Koch [KOC97] apresenta o seguinte conceito “Agente Autônomo é um sistema computacional que, baseado em um conjunto de objetivos ou comportamento determinado, extrai informações do ambiente e conclui ações ou reações de interação com o ambiente ou com outros agentes a fim de obter cooperação”.

Com a utilização de Agentes Autônomos no gerenciamento de rede consegue-se montar uma estrutura semelhante a um gerenciamento distribuído na rede. A rede possui uma estação de gerenciamento e definem-se outras estações, com Agentes Autônomos, que executem tarefas de gerenciamento, incluindo a coleta de dados.

O tempo de resposta gasto na consulta às MIBs dos diversos recursos distribuídos por um ou mais segmentos deve considerar como o envio do pedido ( $P$ ) da estação de gerenciamento até os Agentes Coletores de Dados, Agentes Autônomos, que responderão com as informações de seus

elementos gerenciados contidas em um arquivo de  $\log$  ( $Rlog$ ). São considerados, também, o tamanho do pedido ( $P$ ), a latência da rede ( $L$ ), a largura de banda ( $B$ ) e os elementos gerenciados ( $n$ ). Esse trabalho propõe a seguinte equação para calcular o  $taa$  (tempo de coleta de dados):

$$taa = \sum_{z=1}^q n_z \left( \left( \sum_{i=0}^z (2L_i) \right) + \left( \sum_{i=0}^z \frac{P+R \log}{B_i} \right) \right) \quad [2]$$

Caso os Agentes Coletores de Dados não possuam as informações de seus elementos gerenciados, então para calcular o  $taa$ , equação [2], deve-se calcular o tempo  $taa1$ , equação [3], tempo para o Agente Coletor de Dados obter as informações de seus elementos gerenciados, para cada Rlog:

$$taa1 = \sum_{z=1}^q n_z \left( \left( \sum_{i=0}^z (2L_i) \right) + \left( \sum_{i=0}^z \frac{P+R}{B_i} \right) \right) \quad [3]$$

O tempo  $taa1$  é o tempo de coleta de dados pelos Agentes Coletores de Dados aos seus elementos gerenciados, que após realizar a coleta irá enviar o arquivo de  $\log$  ( $Rlog$ ) à estação de gerenciamento.

## 3. Ambiente de Análise

O desempenho foi avaliado através do número de octetos transmitidos e recebidos pela estação de gerenciamento e do tempo de resposta na obtenção de uma variável da MIB do elemento gerenciado.

### 3.1 Infra-Estrutura da Rede

O ambiente de pesquisa está baseado na sub-rede cluster da rede UFSC da Universidade Federal de Santa Catarina. O cluster é composto por um conjunto de estações de trabalho, interligados por uma rede de alta velocidade e que possuem uma base comum de usuários, limitando o nosso contexto de trabalho em:

- 8 estações IBM 43P;

- 6 Pentium;

- 1 IBM SP2 com 9 nós;

- 7 Switches sendo: 4 ATM IBM 8265; 1 CoreBuilder 7000 da 3COM; 1 IBM 8271 modelo 712; e 1 HPS (o switch interno do SP2).

Os equipamentos estão interligados por uma rede ATM de 155 e 622 Mbps, Fast Ethernet de 100 Mbps e Ethernet de 10 Mbps, como apresentado na Figura 1.

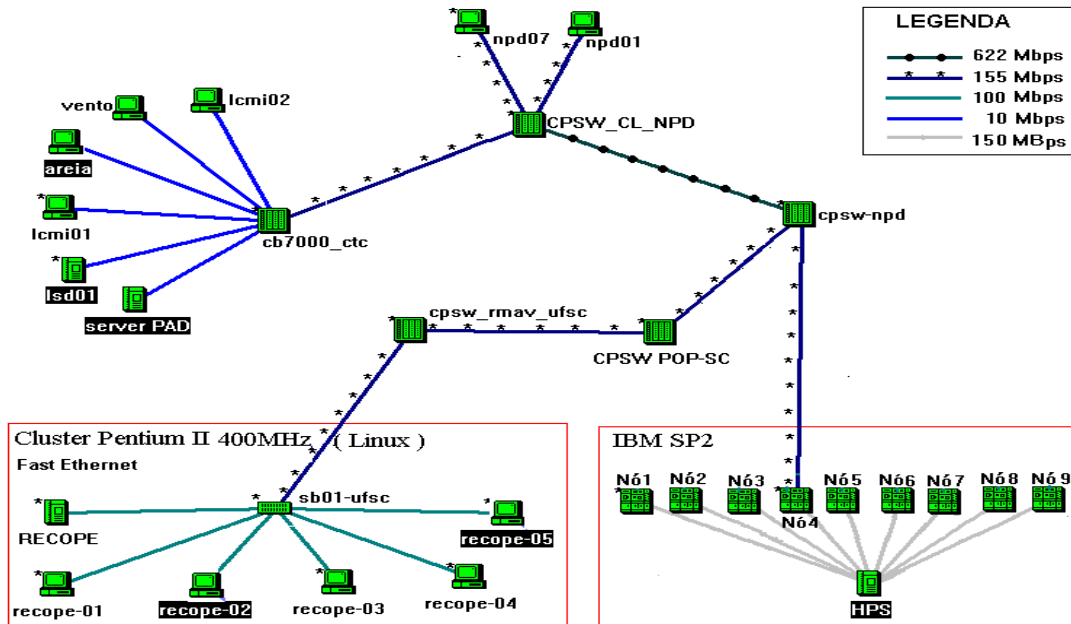


Figura 1- Topologia da Rede

### 3.2 Caracterização do Ambiente

A comparação de performance entre as técnicas de gerenciamento foi realizada na topologia apresentada na Figura 1. Para manter homogeneidade com os trabalhos de [RUB99a] e [RUB99b] será considerado que os enlaces e os nós não possuem carga, não há perdas nos enlaces e não é considerado o tempo de processamento na camada de aplicação.

O valor da variável de latência será considerado à latência da rede, 65 microsegundos para ATM e 60 microsegundos para Fast Ethernet, como apresentado em [WEL98]; a latência do HPS do IBM SP2 é de 1,2 microsegundos conforme [FAR99]; e a latências de 1 milissegundo é utilizado para a rede Ethernet como em [COS99], [RUB99a].

A largura de banda será de 155 ou 622 Mbps para a rede ATM, 100 Mbps para a rede Fast Ethernet e 10 Mbps para a rede Ethernet. Para o HPS do IBM SP2 será de 150MBps conforme [FAR99].

Para analisar o desempenho da atividade de gerência das técnicas de gerenciamento esta utilizará a variável *ifInErrors* da interface de cada estação da rede, sendo que o tamanho do pedido é de 71 octetos e a resposta é de 76 octetos. A MTU (Unidade Máxima de Transmissão) usada será de 1500 octetos para não haver fragmentação de mensagens SNMP por estas serem pequenas, conforme [RUB99b].

A estação de gerenciamento será considerada como a estação *mpd07*, conforme Figura 1. Para o método de gerenciamento com Agentes Autônomos será considerado como Agentes Coletores de Dados as estações *mpd01*, *nó 4* e *recope-01*, conforme Figura 1.

### 4. Comparação das Técnicas de Gerenciamento

Os resultados obtidos na comparação entre as técnicas de gerenciamento são apresentados na Figura 2, sendo considerada apenas uma latência da rede Ethernet de 1 milissegundo. Foi considerado, também, para os Agentes Autônomos o modo em que os Agentes Coletores de Dados não possuem as informações dos seus elementos gerenciados.

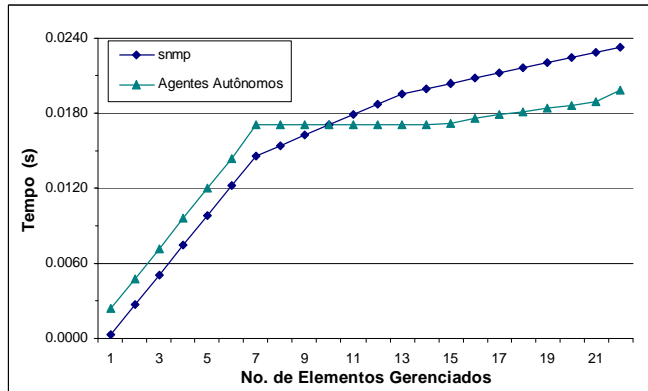


Figura 2 - Comparação das técnicas de gerenciamento

Os primeiros elementos gerenciados estão na rede Ethernet, observa-se duas relações básicas: quanto maior a latência maior será o tempo de resposta, e quanto menor a largura de banda maior será o tempo de resposta.

Os Agentes Autônomos tem como tempo de resposta 17,09 milisegundos, sendo maior ao do SNMP com 17,07 milisegundos somente para os 10 primeiros elementos gerenciados. Mas para as largura de banda maiores e latência menores os Agentes Autônomos tornaram-se melhor que o SNMP obtendo o resultado de 19,84 milisegundos para os Agentes Autônomos e 23,23 milisegundos para o SNMP. Não se pode deixar de atentar o posicionamento dos Agentes Coletores de Dados na rede, eles encontram-se apenas nas redes ATM e *Fast Ethernet*.

## 5. Conclusões

O gerenciamento SNMP pelo que o seu próprio nome diz Protocolo Simples para Gerência de Redes, isso é devido aos agentes SNMP serem simples e executarem operações elementares. O SNMP possui uma gerência centralizada, o que pode gerar problemas de tráfego e congestionamento dos meios de transmissão. A estação de gerenciamento é responsável por receber todas as informações de gerenciamento, e é provável que os segmentos de rede aos quais a estação de gerenciamento está ligada sustente tráfegos altos estando sujeitos a colisões. Com o crescente tamanho da rede a gerência centralizada pode contribuir para o seu mau funcionamento ao gerar maior quantidade de tráfego na rede.

Os Agentes Autônomos apresentam algumas vantagens como a diminuição do tráfego entre a estação de gerenciamento e os elementos gerenciados, uma vez que o processo de aquisição e análise das informações é levado para mais perto do local dos elementos gerenciados. Uma outra vantagem é maior agilidade na tomada de decisões, as quais podem ser tomadas mais próximos dos elementos gerenciados, evitando-se a necessidade de comunicação com a estação de gerenciamento.

A avaliação analítica das técnicas de gerência oferece um outro critério a ser considerado na escolha da técnica apropriada, além das características específicas de cada técnica. Em um ambiente

de processamento paralelo e distribuído, é avaliado o desempenho de uma tarefa de gerenciamento de rede.

Os resultados indicam que os valores de largura de banda e latência refletem diretamente no desempenho na coleta das informações das técnicas avaliadas.

Foi observado que o melhor tempo de resposta da coleta da variável *ifInErrors* são dos Agentes Autônomos, com 19,84 milisegundos, depois com o SNMP, com 23,23 milisegundos, para esse ambiente e com essas características. A escolha da técnica deve também levar em consideração a sua implementação, tirando proveito da simplicidade de algumas técnicas. Além disso, a escolha deve atender aos objetivos estabelecidos pelo gerente humano da rede.

## 6. Referências

- [BAL97] BALDI, M., GAI, S. e PICCO, G.P. Exploiting code mobility decentralized and flexible network management. In First International Workshop on Mobile Agents, Berlin, Alemanha, abril de 1997, pp.13-26.
- [BAL98] BALDI, M., e PICCO, G.P. Evaluating the tradeoffs of mobile code design paradigms in network management applications. In Proceedings of the 20<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering (ICSE'97), Kyoto, Japão, abril de 1998.
- [CAS97] CASTRO, Maria Cláudia de Almeida, Avaliação e Melhoria da Segurança Dinâmica utilizando Computação de Alto Desempenho, Tese de Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil, 1997.
- [COS99] COSTA, Taís Freire da Silva, Avaliação Analítica de Agentes Móveis na Gerência de Redes– Tese de Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação – Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil, 1999.
- [FAR99] FARAZDEL, Abbas, ARCHONDO-CALLAO, Gonzalo R., HOCKS, Eva, SAKACHI, Takaaki, VAGNINI, Federico, Understanding and Using the SP Switch, [http://www.redbooks.ibm.com/pubs/pdfs/redbooks/sg\\_245161.pdf](http://www.redbooks.ibm.com/pubs/pdfs/redbooks/sg_245161.pdf), redbook da IBM, 1999.
- [KOC97] KOCH, Fernando Luiz, Agentes Autônomos para Gerenciamento de Redes de Computadores, Tese de Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação – Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil, 1997.
- [ROS94] ROSE, Marshall T., The Simple Book: an introduction to Internet management – 2. ed. New Jersey – USA: PTR Prentice – Hall, 1994.
- [RUB99a] - RUBINSTEIN, M. G. and Duarte, O. C. M. B, “Evaluating Tradeoffs of Mobile Agents in Network

Management”, Networking and Information Systems Journal, Hermes Science Publications, vol. 2, no. 2, pp. 237-252, 1999.

[RUB99b] RUBINSTEIN, M. G. and Duarte, O. C. M. B. – “Análise da Eficiência de Agentes Móveis no Gerenciamento de Redes”, XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, XXVI Seminário Integrado de Software e Hardware - SEMISH'99, vol. 1, pp. 167-178, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Julho 1999.

[WEL97] WELSH, Matt, BASU, Anindya, EICKEN Thorsten von, ATM and Fast Ethernet Network Interfaces for User-Level Communication, Proceedings of High-Performance Computer Architecture 3, San Antonio, February 1997.

[WEL98] WELSH, Matt, ANNOUNCEMENT: Release of U-Net 2.1 software distribution, University of California, Berkeley <http://www.cs.berkeley.edu/~mdw/projects/unet>, 1998.