
UMA FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DE REDES LOCAIS PARA CONFIGURAÇÃO AUTOMÁTICA DE REDES VIRTUAIS

Jorge L. Romano*

Wagner L. Zucchi**

Resumo

Este artigo apresenta uma ferramenta de gerenciamento de redes locais virtuais cujo objetivo é determinar de forma automática partições de um ambiente de LAN em redes locais virtuais que minimiza a comunicação entre VLANs. A ferramenta baseia-se em observação de tráfego obtido por probes RMON2.

Abstract

This paper presents a virtual LAN (VLAN) management tool aiming to determine automatically partitions of a LAN environment in VLANs, so that the requirement for communication among them may be minimized. The tool is based on traffic observation internally presented and among the VLANs, with the use of RMON2 probes.

* IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
E-mail: jromano@ipt.br

** Escola Politécnica da USP
E-mail: wzucchi@lps.usp.br

1 INTRODUÇÃO

A gerência de redes de computadores¹ é uma aplicação muito importante no atual contexto de redes locais^{2,3,00}, pois constantemente surgem novas aplicações distribuídas e novos dispositivos com novos recursos tecnológicos tornando não só a rede mais complexa como também a tarefa de gerenciá-la.

Esse conjunto de componentes (e os problemas associados) somente poderá ser gerenciado se uma estrutura bem definida for seguida. Admitindo-se que as ferramentas para gerência de redes não abrangem toda a gama de problemas de uma rede e que estas nem sempre são usadas nas organizações que possuem redes, faz-se necessário que outros mecanismos de gerência sejam utilizados para suprir suas carências mais evidentes.

Este artigo apresenta uma forma de automatizar a tarefa de configuração do ambiente de rede, especificamente de VLANs^{4,5}, tendo como base a análise e manipulação de informações colhidas de agentes de monitoração remota RMON^{6,7} e RMON2^{7,8} por meio de consultas utilizando-se o protocolo SNMP^{7,9}, dando enfoque ao desempenho, resultando em melhor aproveitamento da banda passante e em minimização da utilização de roteadores.

A forma apresentada consiste no desenvolvimento de uma ferramenta que auxilia na tarefa de coleta de informações de tráfego da rede e na subsequente configuração de VLANs a fim de proporcionar um melhor desempenho da rede.

A dificuldade em proporcionar melhores desempenhos da rede atendendo a critérios de segmentação com base nas características do tráfego da rede dá-se pela constante mudança das características do tráfego. A suposição é que quando as características de tráfego da rede mudam significativamente de forma que o roteador seja mais requerido, uma nova configuração de VLAN pode ser adotada para melhorar o desempenho da rede: agrupando-se estações que se comunicam muito em uma VLAN comum entre elas, minimizando, assim, a utilização do roteador. A análise da natureza do tráfego pode responder quais estações devem ser agrupadas em uma VLAN.

Este artigo apresenta, também, os resultados obtidos na execução de um protótipo desenvolvido que implementa parte da proposta apresentada.

2 A PROBLEMÁTICA NA CONFIGURAÇÃO DE VLANS

Ao configurar VLANs, a rede é dividida em tantos domínios de *broadcast* quantas forem as VLANs definidas. Essa divisão é feita sem a utilização de roteadores, uma vez que cada VLAN define um domínio de *broadcast*. No entanto, para que haja comunicação entre os nós dos diferentes domínios de *broadcast* é necessário um mecanismo de roteamento.

Os integrantes de cada VLAN podem ser definidos de várias maneiras, da mais simples para a mais complexa, segundo Smith⁵:

- com base nas portas dos *switchs*;
- com base em protocolo;
- por agrupamento de endereços físicos, MAC¹⁰;
- por endereço de rede;
- por agrupamento IP *multicast*;
- pela combinação das técnicas anteriores, e;
- com base em políticas de acesso.

Qualquer que seja a técnica adotada, a tarefa de atribuição de endereços de rede às estações é necessária, apesar de poder ser minimizada com recursos como o servidor DHCP¹¹ quando o endereçamento for o IP. Cada domínio de *broadcast*, ou seja, cada VLAN exige um endereço de rede ou sub-rede IP diferente.

Procede-se, então, a análise dos problemas encontrados ao configurar VLANs em duas das formas mais simples: por agrupamento de endereços MAC e endereçamento de rede, nesse caso o endereçamento IP.

A configuração de VLANs por agrupamento de endereços MAC demanda um esforço muito grande, porque exige tarefas que vão desde a identificação de cada nó, o agrupamento desses em VLANs, a configuração no *switch* e as manutenções posteriores, quando mudanças na rede forem necessárias. Cada nó tem seu próprio endereço MAC, então, numa rede com mais de quinhentas estações demandará a manipulação de mais de quinhentos endereços. Nesse caso, mudar uma estação de uma VLAN para outra exigirá, também, a reconfiguração do endereço IP da estação.

A configuração de VLAN por endereço de rede IP ameniza a tarefa de configuração dos *switchs* em relação à configuração por agrupamento de endereços MAC. Considerando que todas as VLANs já foram definidas e configuradas, não existe a necessidade de reconfiguração das VLANs no caso de mudança de uma estação de

uma para outra VLAN, bastando, para isso, configurar o endereço IP da estação para um endereço válido para a outra VLAN, uma vez que a VLAN é definida por sub-rede IP. A administração dos endereços IP das estações é necessária para definir, também, a qual VLAN a estação está alocada.

Utilizando o DHCP para atribuição dos endereços e, conseqüentemente, a VLAN à qual pertence cada estação, haverá a necessidade de configurações adicionais no servidor DHCP a fim de predeterminar o endereço de cada estação. Para isso, o DHCP exige a informação do endereço MAC das estações; assim, a problemática da manipulação de endereços MAC aplica-se, também, ao caso de configuração de VLAN por IP.

É possível verificar que a dificuldade em alterar as configurações de VLAN adotando como premissa o desempenho da rede e desconsiderando configuração por porta de *switch* está em o administrador conhecer e manipular todos os endereços MAC da rede, podendo incorrer em erros resultantes da grande quantidade de informações, ter de assinalar, a cada mudança, endereços IPs às estações que correspondam a VLAN desejada e possuir as informações de perfil de tráfego da rede para melhor escolha das configurações das VLANs.

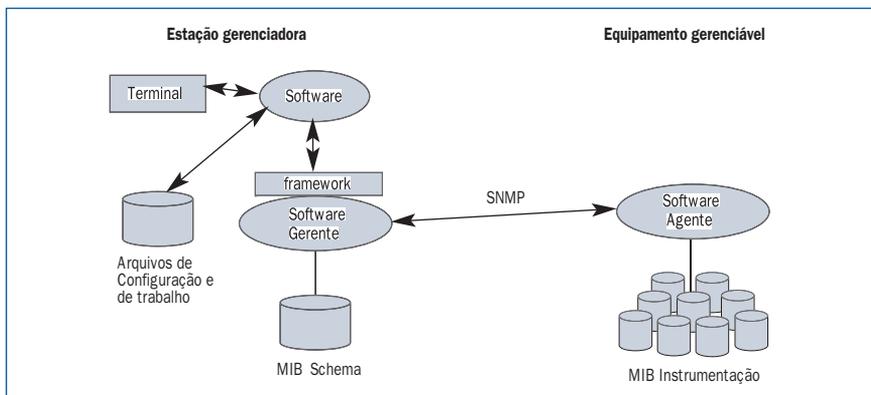
3 DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA

A ferramenta tem o objetivo de sugerir uma configuração de VLANs mediante informações de tráfego da rede.

A ferramenta deve, então, ser capaz de obter e de analisar informações cruzadas das comunicações efetuadas pelos elementos da rede; obter as informações de topologia e configurações lógicas da rede; sugerir uma configuração das VLANs com objetivo de minimizar a utilização de roteadores; configurar a rede para refletir os padrões sugeridos; e excluir da análise alguns elementos informados em configuração prévia. Essa funcionalidade serve para excluir servidores e/ou estações que requerem uma VLAN específica.

Requisitos: a ferramenta pode ser desenvolvida em um ambiente de gerência de rede que disponibilize uma interface (representada pelo *framework* na Figura 1) para utilização de serviços do SNMP.

O Fluxograma 1 exemplifica a interação da ferramenta com os requisitos.



Fluxograma 1 A interação da ferramenta com os requisitos

3.1 Descrição funcional

Dado que uma rede R é composta por um número finito de estações e , então $R = \{e1, \dots, ej\}$. Essa mesma rede, com a utilização de equipamentos como um *switch*, pode ser dividida em um número finito de segmentos físicos F , tem-se que $F = \{F1, \dots, Fk\}$, em que cada segmento físico Fi é formado por um conjunto de estações da rede, $Fi = \{ei1, \dots, eil\}$, em que o segmento Fi pode, também, ser unitário, $Fi = \{ei\}$ ou vazio, $Fi = \{\}$. Com a utilização da tecnologia VLAN, a rede pode ser dividida em segmentos lógicos S , então, $S = \{S1, \dots, Sm\}$, em que $Sk = \{ek1, \dots, ekn\}$. O segmento lógico Sk também pode ser unitário.

Toda estação tem um endereço MAC e toda mensagem que trafega na rede tem, em nível de enlace, um endereço MAC da estação de origem X e um endereço MAC da estação de destino Y .

Uma mensagem é considerada intra-segmento lógico ou intra-VLAN quando a estação de origem e a estação de destino pertencem ao mesmo segmento lógico, ou seja, $\exists m \mid \{X, Y\} \in Sm$.

A mensagem é considerada intersegmento lógico ou inter-VLAN quando $X \in Sm \wedge Y \in Si \mid i \neq m$. A comunicação entre VLANs diferentes precisa de um elemento roteador, então, toda mensagem inter-VLAN precisa de um elemento roteador para atingir seu destino.

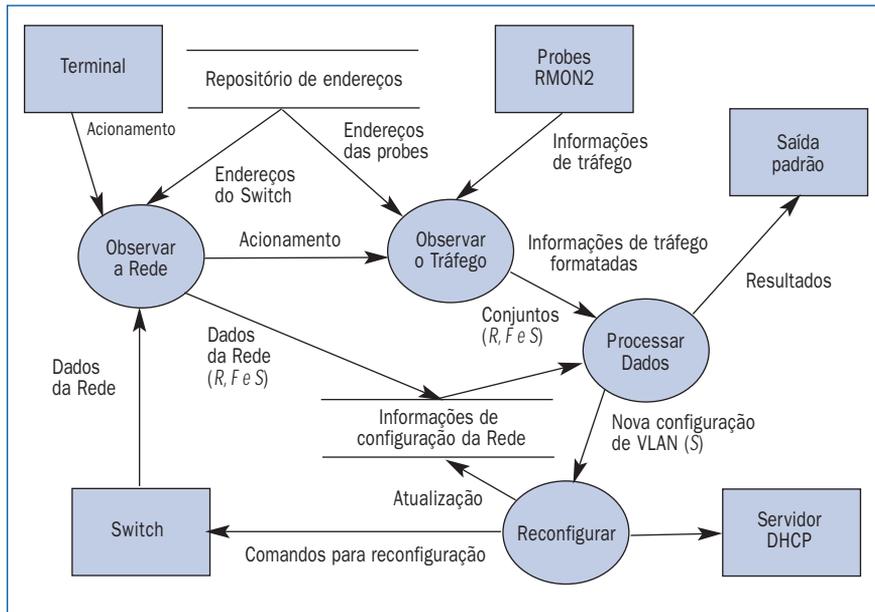
Uma vez definidos os conjuntos que representam a configuração da rede, os parágrafos seguintes descrevem as funcionalidades e ações sobre esses conjuntos.

Quatro módulos distintos compõem a ferramenta:

- **Observar a rede:** Obter informações da topologia e configuração corrente da rede. As configurações são os conjuntos F , R e S .

- **Observar o tráfego:** Coletar dados referentes ao tráfego da rede.
- **Processar os dados (análise):** Analisar as informações coletadas anteriormente e informar as sugestões de reconfiguração da rede.
- **Reconfiguração da rede:** Fazer a reconfiguração da rede, tais como as configurações dos *switch* e servidor DHCP.

O Fluxograma 2 apresenta o diagrama de fluxo de dados do modelo.



Fluxograma 2 DFD nível 1

3.1.1 Observar a rede

A observação da rede consiste em obter informações da configuração corrente da rede (Fluxograma 2, repositório Informações de configuração da rede), descobrindo os elementos dos conjuntos R , S e F .

As informações dos conjuntos R e F podem ser obtidas por meio de consultas às informações gerenciáveis do *switch*, desde que este implemente as funcionalidades de gerenciamento previstas na norma IEEE 802.1D¹⁰, cujos objetos gerenciáveis são definidos no RFC 1493⁰.

As informações do conjunto S podem ser obtidas pela leitura da base de dados de filtro do *switch*. Essa leitura pode ser automatizada desde que o *switch* implemente as

funcionalidades de gerenciamento previstas na norma IEEE 802.1Q, cujos objetos são definidos no RFC 2674¹³, ou implemente MIB proprietária que contenha essas informações.

3.1.2 Observar o tráfego

Consiste em coleta de dados referentes ao tráfego mediante consultas às probes RMON2.

As probes RMON2 deverão estar instaladas em cada segmento *Fk* ou o *switch* da rede deve implementar RMON2 por porta. Os endereços de rede das probes deverão ser informados previamente (Figura 2, Repositório de endereços). Assim, para cada segmento físico, cada conjunto *Fi* terá um endereço de probe associado, bem como a porta da probe que monitora o segmento.

Outras informações são necessárias para acesso aos elementos da rede: os endereços dos roteadores existentes, especificação de qual porta física atende a cada segmento *Fi* e a comunidade de leitura de cada probe e de cada roteador.

As informações a serem coletadas nas probes são:

- tráfego total de cada estação: total de pacotes emitidos por cada estação;
- tráfego inter-VLAN das estações: pacotes trafegados entre elementos de diferentes VLANs;
- tráfego Broadcast de cada VLAN: pacotes Broadcast emitidos pelas estações da VLAN;
- informações de tráfego cruzado: informações de tráfego entre as estações, ou seja, tráfego de cada estação para as estações com a qual esta estação se comunica.

Para cada elemento do conjunto *Fi*, identificado pelo endereço MAC, é necessário obter informações referentes a esse elemento em consulta aos objetos da probe desse segmento. Essas informações são o total de pacotes emitidos (*PktsOut*), o total de pacotes recebidos (*PktsIn*), o total de pacotes *broadcast* e *multicast* emitidos (*BroadcastOut*), o endereço de rede (*EndIP*), pacotes enviados ao roteador (*RouterOut*) e os pacotes recebidos do roteador (*RouterIn*).

3.1.3 Processar os dados (análise)

Essa etapa tem como objetivo analisar os dados obtidos nas etapas anteriores a fim de propor uma nova configuração dos segmentos lógicos quando necessário.

De posse das informações coletadas nas etapas anteriores, a ferramenta, nessa etapa, vai analisar os dados e verificar se há a necessidade de reconfiguração dos conjuntos *Sm*. Assim, a análise será uma função aplicada aos conjuntos *Sm*, resultando em alterações no conjunto *S*.

A primeira tarefa dessa função é selecionar as estações candidatas à mudança e aplicar as regras que definirão se essas estações serão sugeridas para mudança.

3.1.3.1 Eleição das estações candidatas

Definição: toda estação ej pertence a pelo menos uma VLAN ou segmento lógico Sm e a um segmento físico Fk , ou seja, $ej \in Sm$ e Fk . Sendo Sm a VLAN primária de ej .

Dois critérios definirão as estações candidatas (os critérios são regras heurísticas baseadas na regra 80/20, ou seja, 80% do tráfego local e 20% remoto):

- primeiro: tráfego total da estação (t) ($t = PktsOut + PktsIn$) e o seu respectivo tráfego inter-VLAN (v) ($v = RouterOut + RouterIn$). As estações que tiverem seu tráfego inter-VLAN maior que 20% do seu tráfego total serão candidatas à análise, ou seja, a estação ej será candidata se $vj > 0,2tj$.
- segundo: o tráfego total de cada estação (t) ($t = PktsOut + PktsIn$) que estiver contida em mais que um conjunto S e seus respectivos tráfegos intra-VLAN (vs_n). As estações que tiverem quaisquer de seus tráfegos intra-VLAN (vs_n) menores que 20% de seu tráfego total (t) também serão candidatas à análise, ou seja, a estação ej será candidata se $vs_n < 0,2tj$.

O segundo critério será aplicado às estações contidas em mais de um conjunto S , em razão de poderem ser mascaradas se empregado somente o primeiro critério. Exemplo: uma estação pertence a duas VLANs tem 85% de seu tráfego na VLAN1, 5% de seu tráfego na VLAN2 e 10% fora de suas VLANs. Se aplicado somente o primeiro critério para essa estação, ela não seria selecionada. Aplicado o segundo critério, ela seria selecionada, uma vez que tem seu tráfego intra-VLAN (com a VLAN2) menor que 20% do tráfego total.

3.1.3.2 Critérios para mudança da configuração de VLAN

A estação candidata ej terá seu tráfego inter-VLAN analisado. A estação será inscrita em uma VLAN secundária Sn quando o tráfego inter-VLAN(ej, Sn) \geq intra-VLAN(ej), ou seja, o tráfego inter-VLAN da estação ej com a VLAN Sn for maior ou igual a seu tráfego intra-VLAN de ej . Essa mudança só não será vantajosa se a soma $B'n$, $B'n = Bm + Bn$, em que Bm é o total de tráfego *broadcast* da VLAN Sm e Bn é o total de tráfego *broadcast* da VLAN Sn for maior que os limites aceitáveis para um domínio de *broadcast* ou o acréscimo de Bn no tráfego de algum segmento F da VLAN Sm afete os limites aceitáveis de tráfego do segmento.

Outra situação que resultará em alteração dos conjuntos S é quando pelo menos 80% dos elementos de um segmento lógico Sm também pertencem a outro segmen-

to lógico S_p , ou seja, 80% dos elementos de $S_m \in S_p$, $m \neq p$. Nesse caso, os conjuntos S_m e S_p seriam somados, formando um único conjunto S .

Uma terceira situação que poderia resultar em alteração seria aquela em que o nível de tráfego *broadcast* de um segmento lógico é maior que o nível de *broadcast* aceitável pelo domínio de *broadcast* ou parametrizado para a ferramenta ($\%Bparam$), ou seja, $\%TrafBroadcast(S_m) > \%Bparam$. Nesse caso, ocorreria uma subdivisão do conjunto S_m .

3.1.4 Reconfigurar

A reconfiguração tem por objetivo fazer de modo automático a reconfiguração do *switch* e das estações para refletir os novos conjuntos S obtidos na etapa de Processar os dados (análise).

O procedimento de reconfiguração pode ser feito de forma automática ao *switch*, desde que implemente VLAN Bridge Management Operations¹. Outra alternativa é fazer com que, nessa etapa, a ferramenta monte um *script* com comandos que possam ser executados no *switch* de forma que as configurações sejam feitas.

As estações que mudarem de VLAN ou que forem configuradas em mais que uma deverão ter sua configuração de endereçamento de rede alterada, interagindo com o servidor DHCP.

4 MÉTODOS E FERRAMENTAS UTILIZADAS NA IMPLEMENTAÇÃO

O protótipo desenvolvido contemplou somente os módulos “Observar o tráfego” e “Processar os dados (análise)”, descritos anteriormente. As funções dos módulos “Observar a rede” e “Reconfigurar” foram realizadas manualmente.

Foi utilizado para desenvolvimento e testes uma estrutura de rede com uma estação roteadora e gerenciadora da rede ligada a uma rede LAN segmentada por um *switch*. A rede é composta de dois *hubs*. Um dos *hubs* agrupa os servidores e o outro agrupa estações. Entre os *hubs* foi utilizado um *switch* que implementa MIB RMON2 (ver Gráfico 1).

O elemento $e7$ é um servidor que prove intercomunicação entre as VLANs. A estação $e1$, elemento gerenciador da rede, executará a ferramenta apresentada. Isso significa colher informações de tráfego e analisá-los para propor a configuração de VLAN.

Tem-se, então, uma rede R composta por um número finito de estações e . Essa mesma rede é dividida em um número finito de segmentos físicos $F = \{F1, \dots, Fk\}$,

em que cada segmento físico F_k é formado por um conjunto de estações da rede. Com as VLANs, a rede é dividida em segmentos lógicos S_m , então, $R = \{ S1, \dots, S_m \}$, em que $S_m = \{ em1, \dots, emn \}$.

Na Figura 3, pode-se verificar que:

- $R = \{ e1, e2, e3, e4, e5, e6, e7, e8 \}$;
- $F = \{ F1, F2, F3, F4, F5, F6 \}$;
- $F1 = \{ e7, e8 \}$; $F2 = \{ e1 \}$; $F3 = \{ e2 \}$; $F4 = \{ e3, e4, e5, e6 \}$; $F5 = F6 = \{ \}$
- $S = \{ S1, S2, S3 \}$;
- $S1 = \{ e1, e2, e7, e8 \}$; $S2 = \{ e3, e5, e7, e8 \}$ e $S3 = \{ e4, e6, e7, e8 \}$.

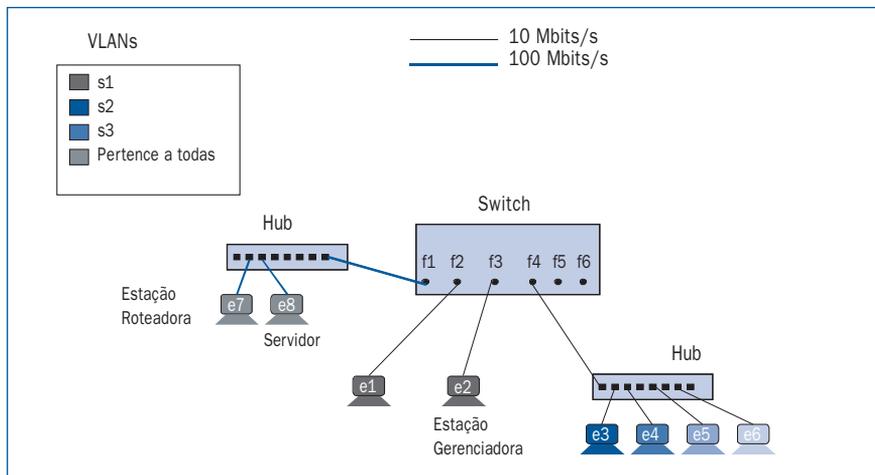


Gráfico 1 Ambiente inicial utilizado

5 TESTES EFETUADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Uma série de testes foi necessária para verificar se os objetivos propostos podem ser alcançados.

A conversação, ou troca de arquivos entre as estações, citada abaixo, foi a mudança de um arquivo de 50 Mb nos dois sentidos entre as estações por meio de compartilhamentos de diretórios do Microsoft Windows.

Um *script* que reinicializa os coletores RMON2 é executado antes de cada teste.

5.1 Primeiro teste

Foi feita uma troca de arquivos somente entre estações da mesma VLAN.

Pode-se verificar pela Gráfico 2 que não há informação de utilização dos roteadores que indique que alguma mudança de configuração de VLANs deva ser feita.

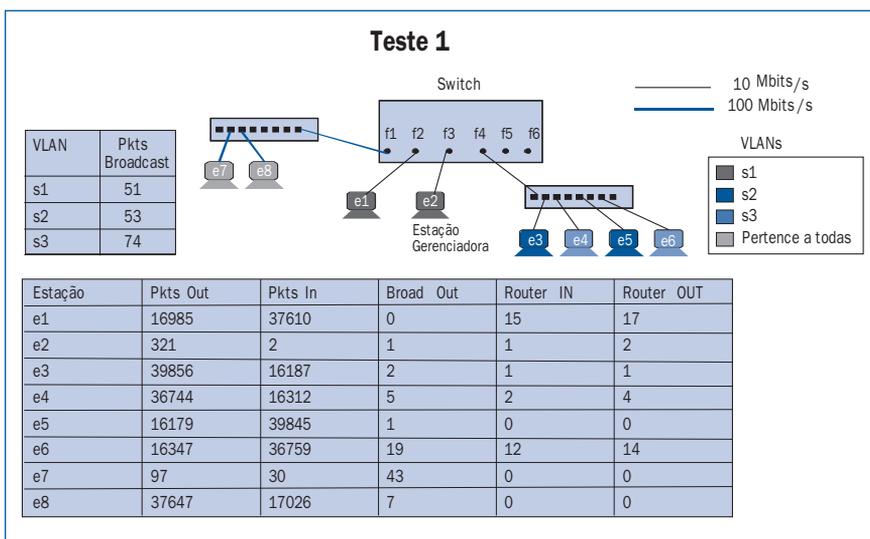


Gráfico 2 Resultados do primeiro teste

5.2 Segundo teste

Foram efetuados testes de troca de arquivos conforme o anterior, adicionando mais uma troca entre a estação e1 da VLAN s1 e a estação e3 da VLAN s2. Executando a ferramenta, verificou-se que ela era capaz de identificar esse caso de troca de informações entre VLANs e de sugerir que as duas estações ficassem numa mesma VLAN.

O resultado obtido foi o esperado: na fase de coleta de tráfego, apurou-se que as duas estações utilizaram muito o roteador (ver colunas *Router IN* e *Router OUT* na Gráfico 3).

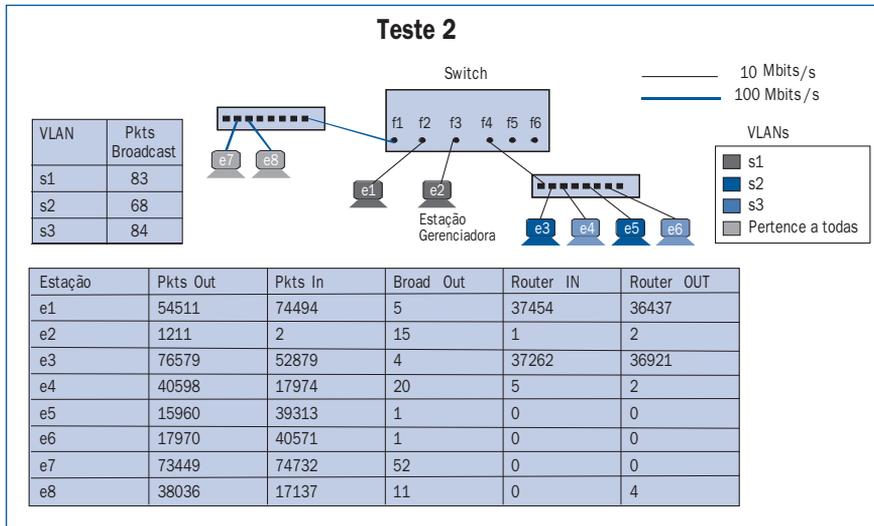


Gráfico 3 Resultados do segundo teste

A ferramenta identificou o tráfego acima de 20% do total do tráfego de duas estações, selecionou-as para análise e informou a quais VLANs o tráfego é destinado por meio de informações de tráfego cruzado das estações selecionadas. A Tabela 1 mostra as tabelas de tráfego cruzado e parte do relatório emitido pela ferramenta (ver Verificação A).

Candidata	Inter-VLAN	Total
e1	73891	128905
e3	74183	129458

Host: e3 IP: 10.1.100.2			Host: e1 IP: 10.1.12.1		
M_ Pkts_in	M_ Pkts_out	M_IP	M_ Pkts_in	M_ Pkts_out	M_IP
15955	39309	10.1.100.3 e5	37952	17052	10.1.5.1 e8
36921	37262	10.1.12.1 e1	1	224.0.1.22	
	4	10.1.100.255	37262	36921	10.1.100.2 e3
2	2	10.1.5.1 e8			

Verificação A) - inter - VLAN (ej , Sn) >= intra - VLAN (ej)

Estação	VLAN - o	VLAN - d	Inter	Intra
00:01:02:33:44:5e (e3)	vlan2	vlan1	74183	55268
00:01:02:33:44:98 (e1)	vlan1	vlan2	73891	55004

Tabela 1 Tráfego cruzado das estações selecionadas

O teste foi realizado novamente com uma modificação: as duas estações apontadas anteriormente foram incluídas na lista de estações que não serão verificadas, e o resultado foi a não-seleção para análise dessas estações; conseqüentemente, a ferramenta, apesar de demonstrar o tráfego com os roteadores exatamente como no Gráfico 3, não aponta sugestões de modificação das VLANs.

5.3 Terceiro teste

Esse teste foi realizado utilizando a mesma simulação do teste anterior. A diferença está em configurar a estação *e1* para fazer parte também da VLAN2, seguindo sugestão do resultado anterior. O resultado foi a diminuição da utilização do roteador. Esse fato é verificado facilmente observando os números exibidos pelas colunas *Router In* e *Router Out* da Tabela 2 comparados com as mesmas colunas exibidas no Gráfico 3.

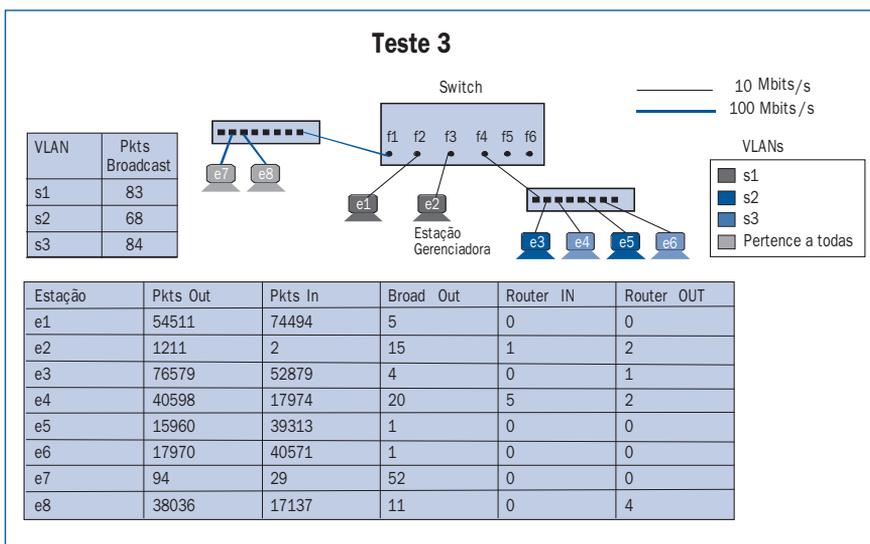


Tabela 2 Resultados do terceiro teste

5.4 Quarto teste

Esse teste teve o objetivo de verificar se a ferramenta identifica e aponta os casos de haver VLANs com pelo menos 80% de suas estações pertencentes a outra VLAN.

O parâmetro foi modificado dos 80% inicialmente propostos para 70% somente para facilitar o teste, já que foi realizado com número limitado de estações sendo

alterado, assim, o parâmetro, e foi executada a ferramenta com os mesmos dados do teste anterior. O resultado obtido foi a identificação e apontamento da junção pela ferramenta. Pode-se observar essa sugestão em Verificação B do relatório emitido pela ferramenta e demonstrado na Tabela 3.

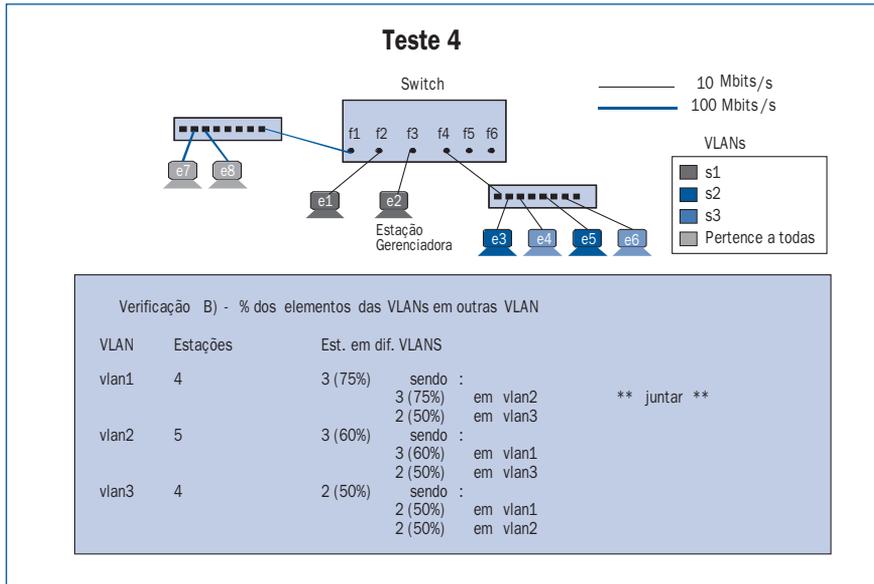


Tabela 3 Resultados do quarto teste

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não é novidade dizer que os equipamentos gerenciáveis conectados à rede fornecem uma enorme gama de informações que, uma vez manipuladas, permitem obter resultados consistentes para a tomada de decisões em relação à configuração da rede, não só quanto à configuração, mas também quanto ao planejamento de capacidade da rede e à verificação dos eventos que nela acontecem.

Ao longo deste trabalho, foram apresentados alguns conceitos de limitação de pacotes *broadcast*, de gerenciamento de rede, principalmente de monitoração de tráfego utilizando informações definidas pela MIB RMON2 e uma proposta de gerenciamento de VLANs, tendo como enfoque a melhoria do desempenho da rede diminuindo a utilização de roteadores para as comunicações entre as estações da rede local.

Para verificar que a proposta é viável, parte do sistema foi desenvolvido e executado em um ambiente de testes. Os resultados mostram, de forma satisfatória e contundente, a diminuição da utilização do roteador, bem como as informações de quantidade de pacotes *broadcast* por VLAN.

A respeito da ferramenta desenvolvida, pode-se destacar a função de Observação do tráfego da rede. Esse módulo implementa uma eficiente leitura de informações de tráfego da rede utilizando informações definidas pela MIB RMON2. Além disso, a ferramenta foi capaz de coletar as informações das várias probes RMON2 em diferentes segmentos físicos, trabalhar essas informações e chegar a resultados de tráfego em relação aos segmentos lógicos da rede, ou seja, informações agrupadas por VLAN. Cabe lembrar que as informações disponibilizadas pela MIB RMON2 são referentes aos segmentos físicos monitorados.

Os resultados contribuem para a tomada de decisão, respondendo às questões:

- onde domínios de *broadcast* devem ser constituídos?
- quem deve fazer parte desses domínios?
- quais são os domínios que devem ser agrupados?

O método utilizado para a coleta das informações em probes RMON2 pode ser utilizado para desenvolvimento de outros trabalhos que tenham o objetivo de explorar as informações disponibilizadas, uma vez que o mercado não oferece muitas ferramentas nesse sentido.

Conclui-se que este trabalho pode encorajar administradores de rede a desenvolver seus próprios programas de suporte para gerenciamento de rede e para obter informações da rede que dêem subsídio à tomada de decisões e que possibilitem ajustes de forma pró-ativa.

REFERÊNCIAS

1. KLERER S. Mark. *The OSI managements architecture: an overview*. New York: IEEE Network, v. 2, n. 2, p. 20-29, mar. 1988.
2. SAUNDERS, Stephen. *Data communications – gigabit Ethernet handbook*. New York: McGraw-Hill, 1998.
3. ROESE, John J. *Switched LANs implementation, operation, maintenance*. New York: McGraw-Hill, 1998.
4. ANSI/IEEE. *Draft standard P802.1Q/D11, IEEE standards for local and metropolitan area networks: virtual bridged local area networks*, jul. 1998.

5. SMITH, Marina. *Virtual LANs: a guide to construction, operation, and utilization*. New York: McGraw-Hill, 1998.
6. WALDBUSSER, S. *Remote network monitoring management information base*. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1757.txt>>, RFC 1757, fev. 1995. Acesso
7. STALLING, William. *SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON*. 1st, 2nd and 3rd edition. Massachusetts: Addison Wesley Longman, Inc, 1999.
8. WALDBUSSER, S. *Remote network monitoring management information base version 2 using SMIv2*. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2021.txt>>, RFC 2021, jan. 1997.
9. CASE, J. et al. *A simple network management protocol (SNMP)*. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt>>, RFC 1157, maio 1990.
10. ISO/IEC Final CD 15802-3, ANSI/IEEE Std 802.1D-1998 *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems; Local and metropolitan area networks; Common specifications, Part 3: Media Access Control (MAC) Bridges (Incorporating IEEE P802.1p: Traffic Class Expediting and Dynamic Multicast Filtering)*, maio 1998.
11. DROMS, R. *Dynamic host configuration protocol*. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2131.txt>>, RFC 2131, mar. 1997.
12. DECKER, E.; LANGILLE, P; RIJHSINGHANI, A.; McCLOGHRIE, K. *Definitions of managed objects for bridges*. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1493.txt>>, RFC 1493, jul. 1993.
13. BELL, E. L. et al. *Definitions of managed objects for bridges with traffic classes, multicast filtering and virtual LAN extensions*. Disponível em:<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2674.txt>>, RFC 2674, ago. 1999.

