

IMPLANTAÇÃO DE UM NÓ MBONE NO IME

Claudio G. Mello, Gustavo H. M. B. Carneiro, Paulo R. Lira Gondim
Instituto Militar de Engenharia (IME)
Departamento de Engenharia de sistemas
Praça General Tibúrcio, 80
Rio de Janeiro/RJ, 22290-270 – Brasil
TEL: +55-21-2953232/ E-Mail: {cgmello, carneiro, pgondim}@ime.eb.br

ABSTRACT

In this work, we detail the steps of setting up a multicast router at IME. MBone (“Virtual Multicast Backbone on the Internet”) technology uses the Internet backbone to offer the IP multicast service. In multicast diffusion, only one packet is sent to a group of users, decreasing congestion in networks and creating a new generation of multimedia applications.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia MBone [1] (“Virtual Multicast Backbone on the Internet”) se baseia no serviço de IP multicasting para criar uma nova geração de aplicações multimídia e de tempo real. O serviço de IP multicasting está um nível acima da camada IP da Internet. Na difusão multicast apenas um pacote é enviado para um grupo de usuários. Este pacote multicast é então replicado nas bifurcações do backbone para os caminhos onde estão localizados os usuários do grupo através de roteadores MBone.

Este trabalho tem por objetivo descrever os procedimentos executados para a implantação de um nó MBone no Instituto Militar de Engenharia de modo a disponibilizar esta nova tecnologia na instituição para permitir que sejam desenvolvidas novas pesquisas em aplicações multimídias e de tempo real em rede.

Na parte 2 vamos definir o conceito de multicast e seus protocolos, serviços e grupos. Na parte 3 iremos abordar a rede virtual MBone - a tecnologia multicast para Internet - suas vantagens e alguns aspectos técnicos. Na parte 4 descreveremos as etapas para implantação de um nó MBone, levando-se em conta a diversidade de plataformas que podem existir em uma rede de trabalho, além de endereços Internet de referência, relação do hardware necessário e configuração do roteador multicast. Na parte 5, abordaremos as particularidades encontradas para a implantação do ponto MBone no IME, assim como a descrição de alguns aplicativos existentes que utilizam a rede MBone.

2. MULTICAST

2.1. BROADCAST E MULTICAST

A principal diferença entre broadcast e multicast é que a primeira técnica trata da distribuição de uma fonte para todos os destinos que “puderem” ser alcançados, enquanto no multicast a informação é propagada para somente um conjunto de receptores. Este conjunto pode ser aberto ou fechado. Um grupo fechado é coordenado por uma autoridade central e os integrantes do grupo são definidos por ele, por outro lado o aberto é aquele no qual qualquer usuário poderá se juntar ao grupo a qualquer momento da transmissão sem que seja necessário qualquer permissão.

2.2. COMO É FEITA A CONEXÃO MULTICAST

Existem duas maneiras:

- A conexão ponto a ponto, também chamada de unicast, na qual a informação é replicada para cada usuário pertencente ao grupo (figura 2.A).

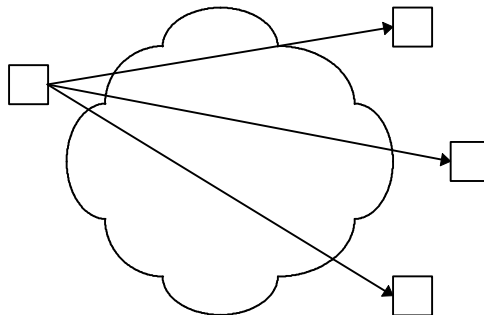


Figura 2.A - Multicast utilizando a técnica ponto a ponto

Obviamente esta é uma solução ruim já que pacotes idênticos circulam pela rede diminuindo sua eficiência (sobrecarga da rede). Para se ter uma melhor noção do quanto isto é ineficiente, imagine uma rede Ethernet local que faça uma transmissão broadcast de acordo com a maneira citada acima. Teríamos diversos pacotes com os mesmos dados, porém com o campo de endereço destino diferente para cada participante aumentando muito o tráfego pela rede com informações repetidas.

- A outra maneira é quando a rede suporta serviço multicast (figura 2.B). Neste caso somente um bloco de informação é enviado com o endereço do grupo e a rede só enviará este pacote aos usuários que estiverem participando do grupo (multiparty). Com isso não há desperdício de recursos como no primeiro caso.

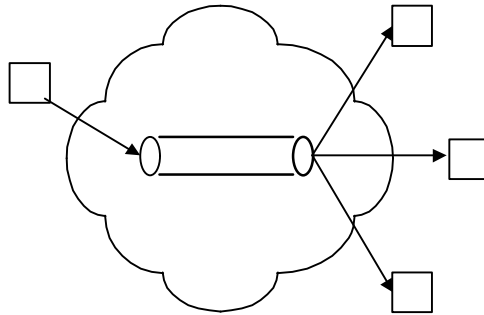


Figura 2.B - Multicast utilizando a técnica multiparty

2.3. PRINCÍPIOS DO PROTOCOLO MULTICAST NA INTERNET

Os mecanismos que viabilizam a utilização de multicast na Internet estão definidos no Internet Group Management Protocol (IGMP), referenciado como RFC 1112 (“Request for Comments”), onde podemos encontrar várias explicações, tais como um host pode participar ou sair de um grupo.

Um protocolo de roteamento multicast (PIM – “Protocol Independent Multicasting”) na subrede de comunicação foi proposto em 1994, o qual atuaria de forma independente aos protocolos existentes, ou melhor poderia “conviver” com os protocolos de roteamento unicast presentes. Seu principal objetivo era a distribuição da informação para um grupo que estivesse espalhado sobre qualquer extensão (poderia ser na mesma rede local ou em cada canto do planeta).

2.4. SERVIÇOS MULTICAST DISPONÍVEIS

- Não existe um elemento central no grupo. Portanto todos os grupos são abertos. Isto permite que qualquer usuário participe ou se desligue de um grupo a qualquer momento sem a necessidade de qualquer autorização.
- Os participantes de um grupo podem estar espalhados pelo mundo.
- Não existem restrições quanto a participação de um sistema em mais de um grupo.
- Existem três opções de comunicação para o host: somente enviar informação, somente receber ou enviar e receber.

Observação com relação aos tipos de comunicação existentes: A comunicação pode ser realizada em uma ou duas direções. No caso de uma direção haverá somente um transmissor e todos os outros participantes só poderão “ouvir”. E no caso de duas direções, um participante poderá tanto enviar quanto receber informações.

2.5. CLASSE D DE ENDEREÇOS

Um endereço Internet [2] é composto de dois campos principais. O primeiro indica o endereço da rede (netID) e o segundo o endereço do host dentro da rede (hostID). Além disso existem cinco classes de endereços Internet : A, B, C, D e E.

Uma destas classes é justamente a que representa o conjunto de endereços a serem utilizados para serviços multicast (classe D). O que a diferencia são seus quatro primeiros bits que possuem o valor “1110”. Quando um roteador encontra um pacote com os quatro primeiros bits conforme especificado acima, ele já sabe que este é um pacote da classe D e portanto seu roteamento deverá ser tratado de forma diferente de um pacote IP das classes A, B ou C. Os 28 bits restantes (32 bits formam o endereço Internet) informam o endereço do grupo. Assim os endereços multicast variam de 224.0.0.0 até 239.255.255.255. Porém um roteador multicast não transmite nenhum pacote com endereços que variem de 224.0.0.0 a 224.0.0.255 [4]. O endereço 224.0.0.0 não pode ser fornecido a nenhum grupo, enquanto o endereço 224.0.0.1 é destinado para o grupo permanente de todos sistemas multicast na Internet.

2.6. O PROCESSO DE PARTICIPAÇÃO/DESLIGAMENTO DE UM HOST EM UM GRUPO

Para que um host participe de um grupo, ele deverá enviar esta informação para um roteador que suporte multicast [3], este passará a informação para o próximo e assim sucessivamente. Portanto o processo de participação de um grupo deve ser iniciado pelo receptor. Com isso conclui-se que nenhum pacote multicast será enviado a um roteador a não ser que seja explicitada a sua “vontade” de participar de um grupo.

Para que os hosts declarem sua intenção de participar de um grupo, conforme foi descrito acima, ele deverá utilizar o protocolo IGMP para o roteador multicast mais próximo. O protocolo IGMP é utilizado pelos roteadores para que saibam da existência de um membro de um grupo qualquer dentro de sua subrede. Para isso um host que deseja participar de um grupo envia para o endereço 224.0.0.1 sua *IGMP report message* com o valor do endereço do grupo ao qual deseja participar; já o roteador manda de tempos em tempos *IGMP query messages* para a sua rede com o endereço 224.0.0.1 para “perguntar” de quais grupos a rede deseja participar. Esta informação será então propagada como explicado acima através dos protocolos DVMRP (“Distance Vector Multicasting Routing Protocol”), MOSPF (“Multicasting Open Shortest Path First”), PIM para os outros roteadores da subrede (figura 2.C).

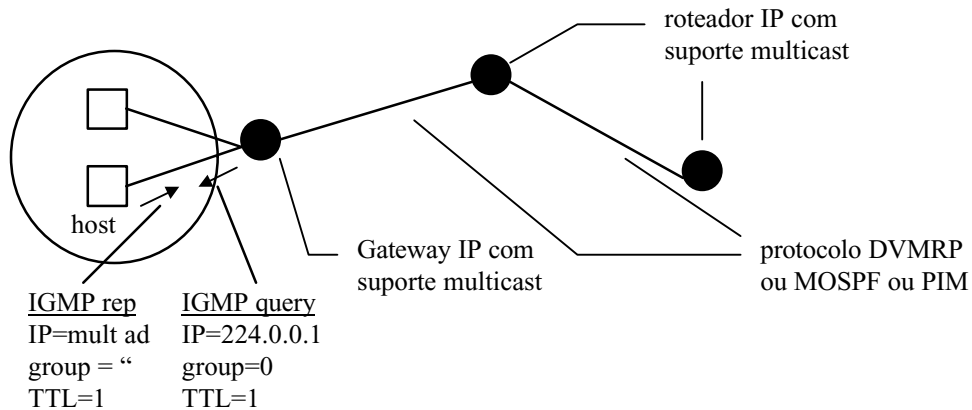


Figura 2.C - Exemplo da utilização dos protocolos IGMP, DVMRP, MOSPF e PIM

Não existe nenhum mecanismo verdadeiro de inicialização. Uma vez que o endereço foi definido, o emissor começa a transmitir pacotes aquele endereço. Quando um receptor se declara membro do grupo, depois do processo explicado acima, ele começará a receber os pacotes enviados para o endereço ao qual está cadastrado como membro.

Para se desligar de um grupo, um pedido deve ser entregue ao host local, que decrementa o número de participantes daquele grupo. Porém nenhuma ação é realizada quando o número de membros de um grupo chega a zero. Os hosts são periodicamente questionados pelo roteador sobre as atividades de um grupo. O roteador só pára de enviar pacotes multicast depois de algumas rodadas de consulta se passem sem que nenhuma atividade tenha sido realizada. Portanto é impossível que ocorra um encerramento de um grupo em tempo real.

Já para o roteamento de pacotes entre subredes outros protocolos são necessários. O DVMRP desenvolvido por Steve Deering da Xerox mantém um conhecimento da topologia através do protocolo de distance-vector. Já o MOSPF desenvolvido por John Moy da Proteon Inc. permite que pacotes multicast sejam enviados diretamente, somente uma cópia através de qualquer link e sem a necessidade de túneis. O PIM é um desenvolvimento da IETF (“Internet Engineering Task Force”) que permite o roteamento multicast sem a necessidade de ficar dependente do roteamento unicast nas camadas mais baixas. Todos os três protocolos convivem entre si harmoniosamente.

2.7. TTL – “TIME TO LIVE” (O TEMPO DE VIDA DE UM PACOTE MULTICAST NA INTERNET)

Cada endereço multicast possui um TTL (“Time To Live”) associado. Este campo serve para determinar a distância que aquele pacote deve atingir na Internet. O pacote sai do host origem com um valor neste campo que é decrementado por cada roteador por onde passa sendo descartado quando seu valor é menor ou igual ao limite do TTL imposto pelo roteador atual (o roteador onde o pacote está passando). Como exemplo, um pacote com

TTL igual a 16 limita o pacote a LAN interna. Já com valores entre 127 e 255 o pacote poderá alcançar toda Internet.

2.8. PROBLEMAS

- Como não existe nenhum mecanismo de alocação de endereço multicast pode ocorrer de existirem dois grupos distintos utilizando o mesmo endereço. A única solução para este fato é confiar na probabilidade baixíssima de que dois grupos sejam formados no mesmo instante, com o mesmo endereço em locais próximos.
- Como um host vai descobrir o endereço para onde estão sendo enviados os pacotes de um grupo, já que os endereços são alocados dinamicamente? A solução é implementar um mecanismo onde as sessões multicast sejam anunciadas e esta informação seja espalhada pela Internet
- Nem todos os roteadores IP dão suporte a multicast ainda. Com isso, se um roteador que não suporta multicast receber um pacote com o endereço destino da classe D, ele não encontrará um caminho para enviar este pacote e então será descartado.

2.9. OBSERVAÇÕES

- Observar que quando um pacote destinado a um endereço multicast chega em uma LAN, o tratamento dado a ele é o mesmo que no caso de um pacote com endereço broadcast (figura 2.D). Porém, ao invés de todos os usuários lerem aquele único pacote que está circulando na rede, somente as estações que desejarem recebê-lo o armazenarão (figura 2.E). Com isso é possível observar que a economia não é realizada somente na subrede de comunicação, mas sim também na rede local porque se não existisse este mecanismo, vários pacotes com a mesma informação deveriam ser replicados para cada estação que desejasse recebê-lo.

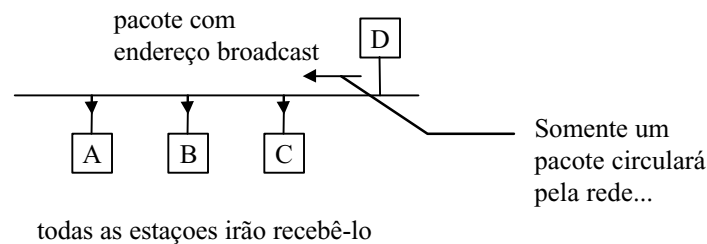


Figura 2.D - Como é a circulação de um pacote broadcast pela rede local.

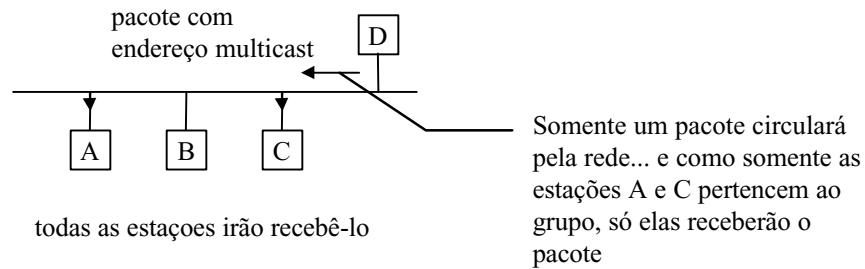
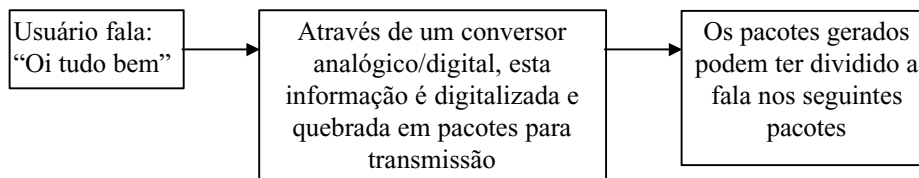


Figura 2.E - Como é a circulação de um pacote multicast pela rede local.

3. MULTIMÍDIA NA INTERNET

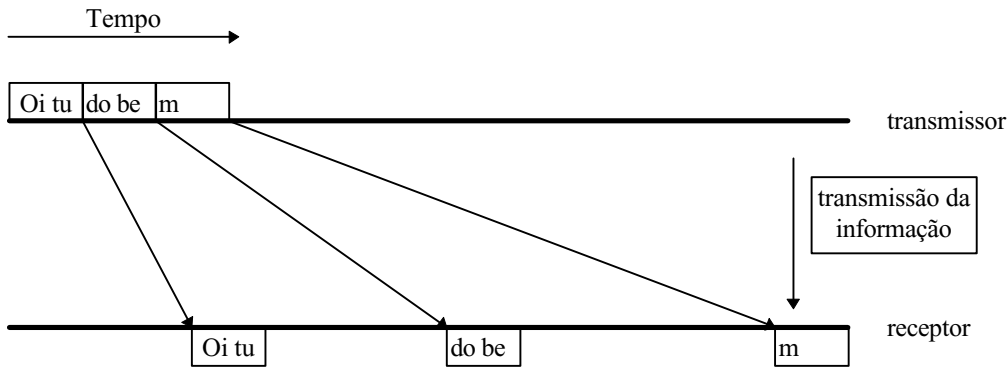
Multimídia significa a combinação de uma ou mais mídias [17] (textos, imagens, gráficos, sons, animações e vídeo). As informações como áudio, vídeo, ... são originalmente analógicas. Para que seja representada no computador, deve ser digitalizada (conversor analógico digital) preservando a sincronização dentro do fluxo (intrafluxo - por exemplo, uma informação de áudio não deve ter espaços ente os blocos de dados) e entre fluxos (interfluxo - por exemplo, numa imagem de uma pessoa falando o som deve estar sincronizado com o movimento labial).

A Internet, pela sua concepção, é uma rede que não oferece qualidade de serviço, então vários esquemas devem ser adotados para a compensação destes problemas. Um problema clássico a ser tratado é a compensação de Jitter [16], que basicamente é a variação de atraso que a rede gera ao transportar pedaços da informação. A figura a seguir mostra que a informação de som é o tipo de mídia mais crítica com relação a esta variação de atraso, podendo muitas vezes, se esta variação for muito grande, tornar a informação incompreensível.



Oi tu + do be + m

O gráfico abaixo varia de acordo com o tempo que está passando:



Como podemos observar acima, ocorreu uma variação do atraso do primeiro para o segundo pacote e do segundo para o terceiro. Quer dizer, o tempo entre a chegada de cada pacote foi diferente. Se não houver tratamento nenhum para lidar com esta variação, a informação vai chegar no receptor toda quebrada, degradando muito a qualidade do som no destino.

O interesse da transmissão de mídia contínua existe desde os primeiros anos de existência da Internet. Atualmente, os computadores de todos os fabricantes já estão saindo de fábrica com dispositivos para suporte a multimídia (placas de som, digitalizadora de vídeo, etc.).

Para o transporte de informações multimídia na Internet os seguintes passos devem ser seguidos: captar/gerar a informação contínua (áudio, vídeo, animação, ...), converter a informação analógica para digital, comprimir (já que normalmente a quantidade de informação gerada é muito grande), e enviar para a rede através da camada de transporte ou de rede (figura 3.A).

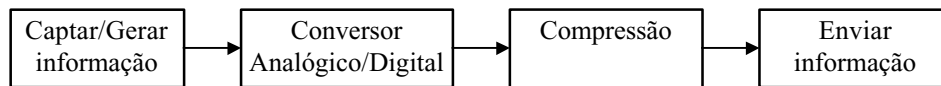


Figura 3.A - Etapas para o envio de informação multimídia através de uma rede.

Observar também que os vários fluxos poderão ser multiplexados e enviados para o mesmo canal de saída, cabendo ao receptor demultiplexar a informação e enviar cada dado para a placa decodificadora correta.

3.1. MBONE

MBone significa “Virtual Multicast Backbone On the InterNET”. Seu princípio é transmitir mídia contínua de modo isócrono (garantia de taxa de transmissão mínima e

variação de atraso da fonte até o destino também com valor máximo estipulado e baixo) pela Internet. Isto significa multimídia em tempo real e interativa.

É utilizado o serviço multicast (utilizando a classe de endereços D) para distribuição da mídia, quer dizer, a informação é enviada para um grupo. Todos os hosts que estiverem participando daquele grupo serão capazes de receber o dado. Ver explicações anteriores (multiparty) e [11]. Com este tipo de serviço, a escalabilidade da rede virtual MBone aumenta, pois o número de pacotes de conferências circulando pela Internet, mesmo aumentando muito o número de participantes, nunca vai aumentar muito (se a conferência fosse feita utilizando uma conexão ponto-a-ponto, não poderíamos afirmar este fato, pois com o aumento de participantes o número de pacotes a trafegar pela rede aumenta proporcionalmente).

Na figura 3.B a conferência é feita enviando-se todas as informações para todos os hosts, então para uma transmissão com oito participantes, cada dado seria replicado 7 vezes pela rede.

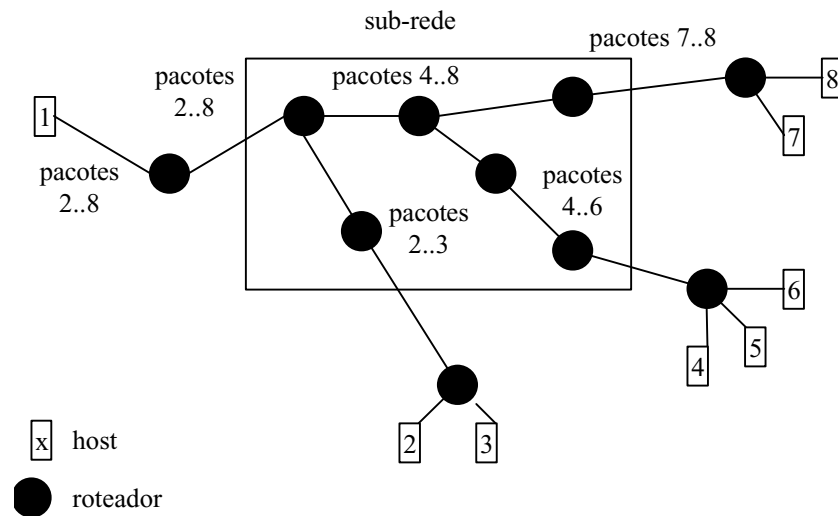


Figura 3.B - Exemplo de multicast utilizando o conceito ponto a ponto

Já na figura 3.C o serviço multicast está sendo aplicado no qual os oito participantes se “inscreveram” no grupo A, então qualquer host que envie uma informação mandará como destino o grupo A, gerando somente um pacote pela rede.

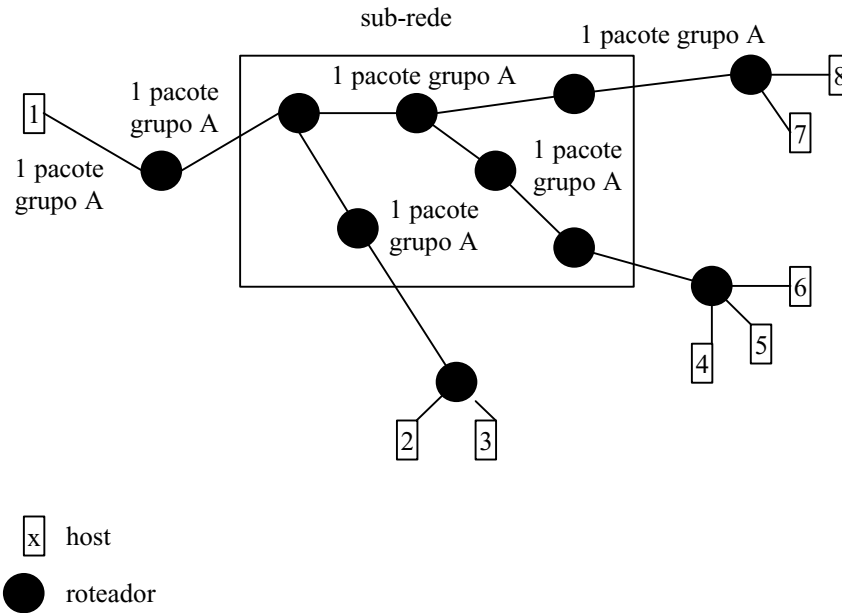


Figura 3.C - Multicast utilizando o conceito multiparty

Note que para que o roteador envie um pacote com o endereço da classe D em seu campo destino, ele deve “entender” o significado do mesmo. O endereço da classe D não é um endereço físico, mas sim um virtual onde hosts se conectam e se desligam. Com isso, os roteadores devem ser capazes de fornecer serviço multicast. Caso isto não seja verdade, este tipo de endereço não fará sentido para o roteador e o mesmo será descartado.

Para evitar este problema, foi criado o esquema de túnel, que é um mecanismo que permite que roteadores IP unicast (não suportam multicast) sejam capazes de entender esta nova classe de endereços. Isto é feito encapsulando endereços multicast dentro de pacotes IP normais. Com isso os roteadores IP unicast vêem o pacote com um endereço IP normal fazendo seu roteamento (figura 3.E). Observe que esta é uma medida provisória já que o ideal é que todos os roteadores suportem a nova classe de endereços.

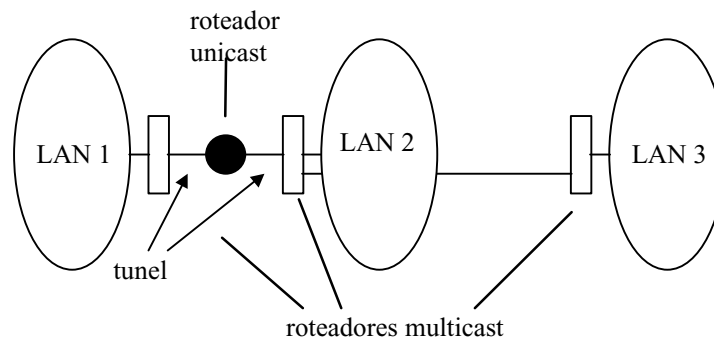


Figura 3.D - Como funciona um túnel

NA figura 3.D, para que o roteador unicast possa enviar os pacotes multicast, foi necessário montar um túnel [12] entre os roteadores multicast da LAN 1 e LAN 2.

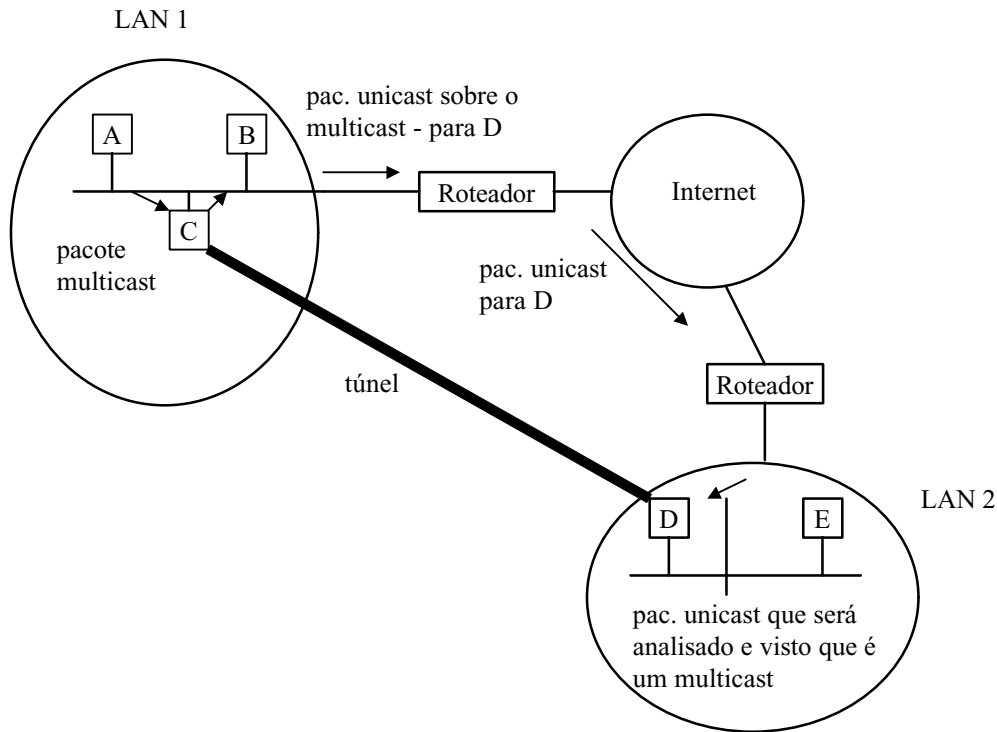


Figura 3.E - Outro exemplo de funcionamento de um túnel.

Obviamente, como pode ser deduzido das explicações acima, a informação multimídia dentro da Internet trafega de modo “full-duplex”, quer dizer, um participante de um grupo pode enviar e receber informações “ao mesmo tempo”.

3.2. GANHOS ATINGIDOS COM A REDE VIRTUAL MBONE

- Habilitar a distribuição de informação multimídia sobre a Internet de forma eficiente (utilizando multicast).
- Para que um computador esteja habilitado a participar da rede MBone, ele deve estar configurado da seguinte maneira: estar conectado a Internet, possuir monitor colorido, placa de som, câmera de vídeo, microfone, alto-falantes e softwares que suportem MBone.
- Não é necessário nenhuma gasto adicional para participar. Porém, também não existe um serviço com garantia de qualidade (QoS – “Quality of Service”), mas sim um serviço *best-effort* (que é o serviço oferecido pela Internet).
- O acesso ao MBone deve ser fornecido pelo ISP da rede (Internet Service Provider).

Observação: Já estão sendo desenvolvidos protocolos de reserva/alocação de recursos para Internet (RSVP) que será capaz de oferecer QoS (garantia de taxa de transmissão, erros, etc.)

3.3. ASPECTOS TÉCNICOS

Para o serviço de multicast é utilizado o serviço UDP (“User Datagram Protocol”), que não oferece confiabilidade e nem garantia de que os pacotes serão entregues em ordem, porém é mais rápido porque não utiliza a implementação utilizada no TCP onde cada pacote utiliza um ACK para garantir que o pacote chegou.

As aplicações para Mbone possuem uma escalabilidade grande já que a responsabilidade de transmitir os pacotes deixa de ser de uma máquina para ser de vários roteadores pela rede (como ocorre no caso do site refletor [8] utilizado para uma conferência no CU-Seeme [14]). Porém a topologia de túneis foi projetada para que cada roteador possua no máximo quatro túneis para reduzir o trabalho de replicação da informação pelo túneis garantindo a escalabilidade do sistema.

O pacote gerado por uma aplicação para Mbone (por exemplo, o software de vídeoconferência IVS [10]) é do tipo UDP cujo endereço destino é multicast. Quando este pacote é lido pela máquina que faz o túnel, ela o encapsula em um pacote cujo destino é o endereço da máquina destino do túnel.

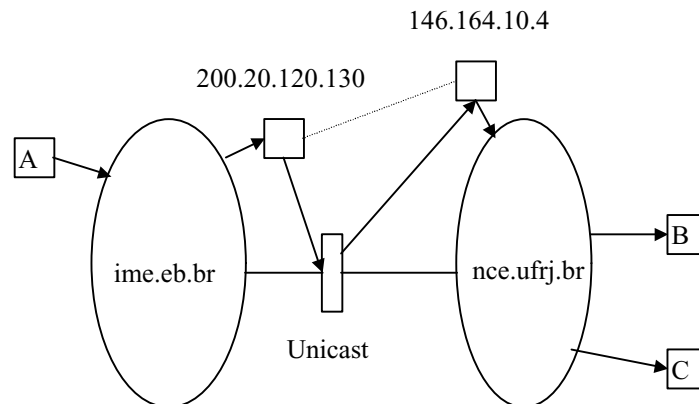


Figura 3.F - Exemplo de “tunneling” entre as redes do IME e da UFRJ (Rede Rio)

Na figura 3.F o túnel é feito pelas máquinas cujos endereços IP são 200.20.120.130 e 146.164.10.4. Quando o pacote multicast vindo da estação A é visto pelo roteador unicast, ele não o entende e há o descarte (se o pacote chegar até o roteador), porém a máquina 200.20.120.130 entende o endereço porque ela tem o suporte de seu sistema operacional para isso. E também existe um programa sendo executado nesta máquina dizendo que todo o endereço multicast deve ser encapsulado com o endereço 146.164.10.4 e enviado para o roteador unicast. Este pacote chegando na máquina 146.164.10.4 é entendido como um pacote multicast e então é distribuído pela rede se as

estações da rede local pediram para participar do grupo. E também é roteado para fora da rede se há o pedido de outra rede para este pacote.

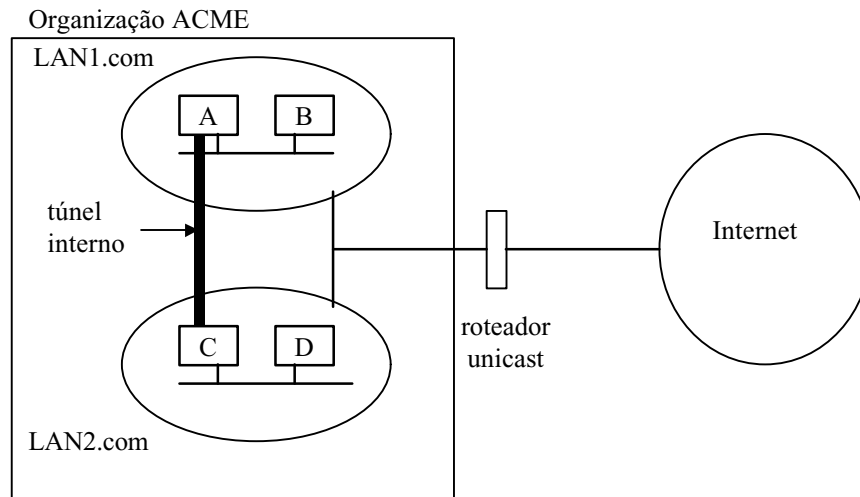


Figura 3.G - Exemplo de uma rede MBone interna a uma organização.

Também é possível a construção de uma rede MBone privada construindo túneis entre máquinas dentro das redes (LAN) internas da empresa desde que nenhuma máquina dentro da corporação tenha um túnel para fora (figura 3.G) .

Tráfego MBone:

- áudio: 36 Kbps (ADPCM), 13 Kbps (GSM), 9 Kbps (LPC).
- vídeo: 125 - 128 Kbps. Se só forem utilizados os recursos internos da rede esta taxa poderá aumentar.
- texto e gráfico: 5 Kbps - 6 Kbps

4. ETAPAS A SEGUIR PARA PARTICIPAR DO MBONE

Atualmente as aplicações MBone são executadas nos seguintes ambientes:

- PC com DOS, Windows 3.1x, Windows 95, Windows NT, SolarisX86, Linux, FreeBSD ou BSDI Unix
- Estações de trabalho Sun com SunOS 4.1x ou Solaris 2.x
- Estações SGI com IRIX5.2x
- DEC Alpha com OSFV2.0x e Windows NT
- IBM RS60000 com AIX3.2x
- Estações HP com HPUX e Windows NT
- Conectados em uma destas LANs: Ethernet, FDDI, CDDI (com Novell Netware), TCP/IP ou Novell IPX.

4.1. PRIMEIROS PASSOS...

As três perguntas abaixo são essenciais para que você possa participar do MBone:

1. Sua estação de trabalho oferece suporte a multicast?

Todas as estações que forem participar de uma conferência no MBone deverão oferecer suporte a multicast. Se ao menos duas estações dentro de uma LAN possuírem suporte a multicast, será possível realizar uma pequena conferência interna à rede local.

Caso sua estação não tenha um sistema operacional que ofereça este suporte, não será possível que você participe do MBone. Oferecer suporte multicast significa que o sistema entende a classe D de endereços IP.

2. Sua rede possui um roteador multicast?

Com um roteador multicast já é possível conectar um túnel a outro roteador multicast que já esteja conectado à rede MBone e então participar em conferências oferecidas pelo mundo. Para que seja possível realizar uma conferência interna (dentro da organização) entre redes locais, cada rede local deverá possuir seu roteador multicast e túneis deverão ser construídos entre estes roteadores.

3. Os usuários têm acesso às aplicações MBone?

Com as duas etapas acima realizadas, será possível disponibilizar as aplicações para MBone para que todos os usuários que possuírem uma estação com suporte a multicast e que tenha um roteador multicast conectado em sua rede local possam participar de conferências.

4.2. SUA REDE OFERECE SUPORTE A MULTICAST

4.2.1. MUNDO UNIX

Atualmente a maioria das máquinas Unix já saem de fábrica com este suporte (o IGMP é incorporado ao Kernel). Caso sua máquina seja antiga é provável que não exista este suporte, portanto será necessário sua requisição diretamente ao representante ou a aquisição deste arquivo em qualquer site FTP que ofereça este programa (a versão de suporte multicast mais atual é a 3.6).

4.2.1.1. SUNOS 4.1.X

Caso o sistema operacional seja o SunOS 4.1.x então será necessário adquirir uma cópia do kernel do S.O. via FTP. Atentar para o fato de que será necessário recompilar o

kernel, o que é uma tarefa indicada somente para administradores de sistemas mais experientes.

Onde encontrar:

Site FTP	Diretório	Arquivo
ftp.ravel.ufrj.br	/pub/MBone/ipmulti/	ipmulti3.5-sunos41x.tar.Z
parcftp.xerox.com	/pub/net-research/ipmulti/	ipmulti3.5-sunos41x.tar.Z
ftp.adelaide.edu.au	/pub/av/multicast/	ipmulti3.5-sunos41x.tar.Z
ftp.ucs.ed.ac.uk	/pub/video-conference/ipmulticast/ipmulti/	ipmulti3.5-sunos41x.tar.Z

Antes de instalar, ler o README-3.5 para obter maiores informações. Um script chamado mcast_install que vem junto neste mesmo arquivo realiza a instalação automática destes patches. Também existem instruções sobre como atualizar versões antigas do suporte multicast.

A versão de multicast mais utilizada é a 3.3 para o SunOS 4.1.x que é compatível com todas as anteriores e com as mais novas, como a 3.5. Esta versão foi a primeira a aplicar suporte para protocolo de reserva na Internet (RSVP)

Onde encontrar a versão 3.3:

Site FTP	Diretório	Arquivo
parcftp.xerox.com	/pub/net-research/ipmulti/historical/	ipmulti3.3-sunos413x.tar.Z
ftp.adelaide.edu.au	/pub/av/multicast/	ipmulti3.3-sunos413x.tar.Z
ftp.ucs.ed.ac.uk	/pub/video-conference/ipmulticast/	ipmulti3.3-sunos413x.tar.Z
ftp.uni-stuttgart.de	/pub/comm/multimedia/	ipmulti3.3-sunos413x.tar.Z

4.2.1.2. DEC-ULTRIX 4.X

A versão 3.3 dos patches para o kernel do DEC-Ultrix 4.x estão disponíveis nos seguintes sites:

Site FTP	Diretório	Arquivo
ftp.adelaide.edu.au	/pub/av/multicast/	ipmulti3.3-ultrix4.1.patch.Z ipmulti3.3-ultrix4.2a-binary.patch.Z ipmulti3.3-ultrix4.2a.patch.Z
ftp.ucs.ed.ac.uk	/pub/video-conference/ipmulticast/	ipmulti3.3-ultrix4.4.patch

A lista seguinte fornece uma lista de lugares onde podem ser encontrados várias versões de suporte a multicast para máquinas Unix

Versão	Plataforma	Site FTP	Diretório	Arquivo
2.2	HP-UX 9.01	ftp.ucs.ed.ac.uk	/pub/video-conference/ipmulticast/	hp-ipmulti.tar.Z
2.2	SGI-IRIX 4.0x	ftp.ucs.ed.ac.uk	/pub/video-conference/ipmulticast/	ipmu;ti-sgi40x.tar.Z
2.2	DEC-OSF1	ftp.ucs.ed.ac.uk	/pub/video-conference/ipmulticast/	ipmulti-decosf1.tar.Z
2.2	BSD 386	ftp.uni-stuttgart.de	/pub/comm/multimedia/1386	bsd386-ipmcast.tar.Z
2.2	SGI-IRIX 5.1 +	fgi.sgi.com	/sgi/ipmcast/IRIX5/	irix5.3.tar.Z

4.2.2. MICROCOMPUTADORES COM SISTEMA OPERACIONAL WINDOWS/DOS

Também existe suporte para multicast disponível para sistemas Windows da Microsoft. Os sistemas Windows 95 e Windows NT já vêm com suporte para IGMP [13]. Informações adicionais podem ser obtidas no site da Microsoft.

Site FTP	Diretório	Arquivo
ftp.microsoft.com	/bussys/WinSock/ms-ext/	MULTICAST.TXT winsock.h VXTD1.DOC party.c party.exe

O programa party é um pequeno exemplo de utilização de pacotes multicast. Existem duas opções para rodar: -s e -c. Se a opção escolhida for a opção -s, o programa atuará como servidor fornecendo um endereço multicast e uma porta. Ao iniciar o party através de outra máquina, escolha a opção -c para que participe do grupo iniciado pelo servidor. No servidor será exibido o nome dos usuários que estão participando do grupo.

4.2.3. MACINTOSH

O suporte multicast vem embutido no sistema operacional MacOS-7.5.2. É possível encontrar alguma documentação com relação a este assunto e com relação à API (“Application Program Interface”) utilizada no seguinte site:

Site FTP	Diretório	Arquivo
seeding.apple.com	/ess/public/opentransport/OT_Docs_textonly	OT_TCPIP

4.3. HARDWARE NECESSÁRIO PARA QUE UMA ESTAÇÃO DE TRABALHO PARTICIPE DE UMA CONFERÊNCIA

Para participar de uma sessão MBone o usuário deverá ser capaz de transmitir e receber informações multimídia. Com esta finalidade os equipamentos serão indicados a seguir.

4.3.1. ESTAÇÕES DE TRABALHO UNIX COM ARQUITETURA RISC

A maioria das estações de trabalho já vêm montadas com suporte para receber e enviar som necessárias para o suporte a áudio. As estações utilizam normalmente operações full-duplex (a transmissão e a recepção podem ser feitas ao mesmo tempo) com 8 bits.

Já para o caso da transmissão/recepção de vídeo, hardwares adicionais provavelmente serão necessários. Abaixo segue uma lista dos hardwares disponíveis e compatíveis com as aplicações MBone.

VigraPix Video Card

Produzido pela empresa VigraPix Inc. para estações SUN com sistemas operacionais SunOS 4.1.x e Solaris 2.x. É conectada no Sbus. O cartão ocupa somente um slot e serve para capturar dados a partir de fontes de vídeo padrões como NTSC, PAL e SECAM. Também oferece suporte para compressão e descompressão por hardware NetVideo (NV).

PowerVideo e MultiVideo

Produzido pela Parallax Graphics. É uma placa Sbus que suporta aquisição de vídeo em tempo-real, playback, vídeo e imagens com alta qualidade utilizando compressão/descompressão JPEG por hardware.

Placa de vídeo e som DEC J300 para estações Alpha.

As estações de trabalho Alpha oferecem suporte a multimídia através desta placa que é capaz de receber vídeo NTSC, PAL e SECAM. Pode ser configurada para 8 bits (colorido e tons de cinza) e 24 bits (colorido). Também oferece suporte para compressão/descompressão JPEG em hardware.

Placa SunVideo

Placa para estações SUN. É capaz de suportar imagens no suporte NTSC ou PAL. É capaz de oferecer uma série de (des)compressões: JPEG, MPEG-1 e Cell. Só é suportado por S.O. Solaris 2.3 ou mais antigos.

Placa SUN VideoPix

É uma placa antiga, portanto é lenta e barata. Não oferece suporte a compressão/descompressão por hardware. Aceita vídeo NTSC, PAL e S-Video.

4.3.2. COMPUTADORES UTILIZANDO MS WINDOWS

O hardware existente para o mundo PC é normalmente projetado para funcionar somente localmente e não em rede. Para participar de uma sessão MBone, um hardware para multimídia adicional será necessário.

Digitalizadores de voz devem ser full-duplex, quer dizer, ao mesmo tempo que o usuário estiver falando ele poderá estar escutando através da placa. É difícil de encontrar para PC uma placa cuja taxa de amostragem seja de 8 KHz, que é a taxa normalmente utilizada.

A empresa GUS (“Gravis Ultrasound Corp.”) comercializa várias placas. Uma delas possui a seguinte configuração: 16 bits por amostra a 48 KHz utilizando ADPCM.

Os padrões de mercado no áudio, Creative sound blaster, e no vídeo, Quickcam, Connectix, também oferecem suporte para conferência multimídia.

Preocupações na hora de adquirir uma placa de vídeo:

1. Oferece suporte para entradas NTSC, PAL e S-Vídeo?
2. Qual é a quantidade de pontos suportada? Suporta 512 x 512 com 24 bits por pixel?
3. Suporta imagens em tons de cinza representada com 8 bits?
4. Suporta compressão/descompressão tais como H.261, JPEG, MPEG, NV?
5. Existe hardware compatível para gravar e exibir imagens de 8, 16 e 24 bits por ponto?

4.3.3. COMPUTADORES MACINTOSH

Normalmente os computadores Macintosh oferecem suporte completo para multimídia já configurado de fábrica. Existe uma grande facilidade de se encontrar equipamento multimídia para Macintosh. A maioria dos sistemas oferecem suporte áudio e vídeo full-duplex.

Câmeras de Vídeo disponíveis

Câmeras de vídeo serão necessárias durante uma videoconferência, por exemplo. Câmeras recomendadas para utilização em sessões MBone.

- QuickCam. Comercializada pela Connectix, Inc. é a câmera mais simples e barata. Trabalha com NTSC.
- FlexCam. Comercializada pela VideoLabs. É uma câmera colorida que utiliza a tecnologia CCD.
- SonyTR-61
- IndyCam. Estações SGI Indy já vêm montadas com esta câmera.

4.4. CONFIGURANDO O TÚNEL E O ROTEADOR MULTICAST (MROUTED)

MBone é uma rede distribuída, portanto não existe nenhuma autoridade central. Para participar, o primeiro passo é se inscrever numa lista de usuários MBone local, e pedir ajuda a algum participante. Depois é só criar um túnel entre uma máquina de sua rede local e a máquina especificada por algum participante. O túnel será feito de tal maneira a respeitar um limite de túneis por roteador (observação: este roteador também é chamado de mrouter) e será com a máquina mais próxima da sua. Com este passo, seus pacotes multicast serão roteados a partir de sua rede para toda a rede MBone. Como já foi dito, os pacotes MBone passam através de subredes através destes túneis. O roteador multicast é o responsável pelo encaminhamento destes pacotes.

O programa mrouterd (“multicast routing daemon”) está disponível na Internet de graça. Foi desenvolvido para ser executado a partir de máquinas UNIX somente.

A primeira tarefa a fazer é adquirir o programa mrouterd necessário para a sua máquina, que normalmente está disponível nos mesmos sites onde se localizam os suportes a multicast. Depois, será necessário que o arquivo /etc/mrouterd.conf seja configurado. O arquivo README incluído na distribuição explica como esta configuração poderá ser feita.

Exemplo de uma configuração do mrouterd.conf:

```
#
# mrouterd.conf example
#
# Name our boundaries to make it easier
name LOCAL 239.255.0.0/16
name EE 239.254.0.0/16
#
# le1 is our gateway to compsci, don't forward our
# local groups to them
```

```

phyint le0 boundary EE
#
# le2 is our interface on the classroom net, it has four
# different length subnets on it.
# note that you can use either an ip address or an
# interface name
#phyint 172.16.12.38 boundary EE altnet 172.16.15.0/26
# altnet 172.16.15.128/26 altnet 172.16.48.0/24
#
# atm0 is our ATM interface, which doesn't properly
# support multicasting.
#phyint atm0 disable
#
# This is an internal tunnel to another EE subnet
# Remove the default tunnel rate limit, since this
# tunnel is over ethernet
    tunnel 200.20.120.130 146.164.10.4 metric 1 threshold 16
    rate_limit 500
#
# This is our tunnel to the outside world.
# Careful with those boundaries, Eugene.
#tunnel 192.168.5.4 10.11.12.13 metric 1 threshold 32
# boundary LOCAL boundary EE

```

Abaixo segue a explicação de cada item presente:

O comando Phynt precede o comando de túnel e é utilizado para inabilitar o roteamento multicast na interface de rede especificada. O parâmetro <local-addr> deve ser preenchida com a interface ou o seu tipo, le0 (Lance Ethernet), ie0 (Intel Ethernet),

O comando Tunnel pode ser utilizado para estabelecer um link entre um IP local da máquina onde rodará o mrouterd e o endereço IP da máquina remota com quem será fechado o túnel.

O rate_limit determina a banda passante em Kbps para o tráfego multimídia. O padrão é 500 Kbps nos túneis e 0, que quer dizer sem limites, para as interfaces físicas.

A opção boundary permite que uma interface seja configurada como um limite administrativo para um endereço específico.

Depois que o mrouterd.conf estiver configurado, um e-mail informativo deverá ser enviado para o estabelecimento de um túnel entre sua máquina e a rede MBone. O destino será a máquina cuja rede já faça parte da rede MBone (o endereço da máquina destino é adquirido através da lista citada no primeiro parágrafo). Por exemplo:

To: MBone@isi.edu
From: ...
Subject: Requisição de um túnel

Corpo:

Gostaria que meu site <domínio.com.br> fosse conectado ao MBone via um túnel. Aqui está minha configuração:

Configuração da máquina Mrouter: SunSPARC10, SunOS 4.1.3
Versão do multicast: 3.5, arquivo utilizado para suporte multicast (nome do arquivo no site FTP)
Endereço IP da máquina: 200.200.200.200

Como contactar o administrador para assuntos relacionados ao MBone:

Nome, endereço, e-mail, telefone, ...

Depois deste passo, uma resposta deverá ser enviada do provedor mostrando a configuração que foi feita. A partir destes dados, as modificações necessárias deverão ser feitas no arquivo mrouterd.conf, obviamente se for necessário. Basicamente o que pode ser alterado são as informações de metric, threshold e rate-limit. Agora você será capaz de inicializar o daemon mrouterd com o seguinte comando:

```
/etc/mrouterd [-p] [-c config_file] [-d [debug_level]]
```

É importante que se utilize a versão mais atualizada do suporte a multicast.

Se uma aplicação MBone for executada numa máquina que não possui nenhuma rota para pacotes multicast, a seguinte mensagem de erro poderá ser exibida:

```
route add 224.0.0.0 `local_hostname` 0
```

Por outro lado, se nenhuma mensagem de erro for percebida, isto significa que o túnel está funcionando. Mais adiante serão listados alguns programas para verificação do funcionamento do MBone.

A maneira mais simples de verificar se o túnel está funcionando é executando o programa SD (“System Directory”) que receberá o anúncio das várias sessões que serão exibidas no MBone.

Ao executar o programa, se o anúncio de algumas sessões começarem a aparecer na sua tela, isto quer dizer que o túnel está funcionando. Toda sua subrede estará recebendo pacotes multicast, e portanto qualquer aplicação MBone poderá ser executada.

Caso não ocorra o recebimento dos anúncios então alguma coisa foi configurada errada na instalação. Para isto existem ferramentas para depurar o problema.

4.4.1. SEGURANÇA

Uma técnica para configuração de roteadores para admitir somente pacotes úteis a rede é chamada de filtragem. Estes filtros são utilizados pelos chamados firewall que ficam entre sua rede e a Internet global. Com os filtros, serão aceitos somente pacotes vindo de determinados destinos (um conjunto de determinados endereços IP).

Observe que basicamente existem somente dois tipos de pacotes circulando dentro da rede MBone:

- IGMP para pacotes de atualização de roteamento, ou de participação em grupos;
- Pacotes multicast IP de dados.

4.4.1.1. PACOTES IGMP

Os pacotes IGMP para consulta (query) e relatório (report), como foi descrito anteriormente não saem da rede local. Porém as mensagens de atualização de roteamento IGMP DVMRP são trocadas por túneis vizinhos. Mensagens trocadas por mroruters através de redes que oferecem suporte para multicast são enviados para o endereço 224.0.0.4, enquanto que entre vizinhos conectados por túnel, o pacote trocado é um pacote normal (unicast). As atualizações DVMRP são enviados com o TTL igual a 1, garantindo que o pacote não sairá da rede local. Isto faz com que somente as mensagens IGMP DVMRP passem pela fronteira do firewall.

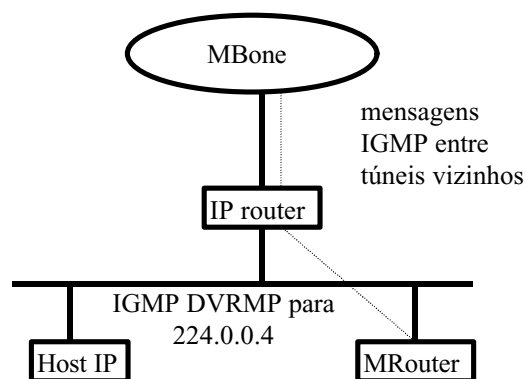


Figura 4.A - Circulação de mensagens MBone

4.4.1.2. PACOTES DE DADOS MULTICAST

Os pacotes IP gerados são pacotes UDP/IP, com a exceção do endereço destino que é da classe D. O roteador multicast é o responsável pelo envio deste pacote através de túneis.

Existem duas formas de túneis existentes atualmente. Os pacotes IP que passam por um túnel encapsulado podem ser facilmente identificados pelos endereços fonte e destino como sendo as pontas do túnel. Já os pacotes srcrt (“Loose Source Route”) são mais difíceis de serem identificados, pois tem o endereço de destino do pacote como o endereço do IP destino do túnel e uma opção IP ativada para LSRR(131) contendo dois endereços IP, o primeiro contendo o endereço fonte do túnel e o segundo contendo o endereço do grupo multicast.

4.4.1.3. COMO CONFIGURAR

A figura 4.A representa um túnel saindo de um mrouter de uma organização local para um mrouter de uma organização externa. O endereço IP do extremo do túnel na rede local será chamado de "IP.tn_loc" e o do extremo na rede externa será o "IP.tn_ext". O objetivo é que somente pacotes multicast passem por este túnel, para isso o gateway deverá ser configurado. O tráfego multicast que deverá ser permitido através do firewall será representado da seguinte maneira

```
(host IP.tn_loc and IP.tn_ext) and (proto 2 or 4)
```

O tráfego também deverá ser quebrado em tráfego que entra e que sai:

```
(src IP_tn_loc and IP_tn_ext) and (proto 2 or 4)
```

e

```
(src IP_tn_ext and IP_tn_loc) and (proto 2 or 4)
```

Configurando o gateway desta maneira, o tráfego multicast será permitido de fluir pelo túnel

4.4.2. DEPURANDO

Para desabilitar o túnel será necessário que o processo mrouter seja “desligado”. Para isso a seguinte seqüência de comandos deverá ser executada:

```
% ps -e | grep mrouter
```

<o número do processo será exibido na tela>

```
% kill -9 <número do processo>
```

Com isso as alterações poderão ser efetuadas e finalmente o mouted poderá ser executado de novo. Através deste simples exemplo, podemos ver como é fácil “ligar” e “desligar” o processo mouted. Observar que ao desligar o túnel todo o tráfego multicast que entra e sai por esta rede será inabilitado.

Observação Importante: note que se sua organização possuir roteadores que suportam multicast toda a atividade de construção do túnel será redundante.

As ferramentas para depuração e monitoramento estão disponíveis de graça na Internet. A seguir será listado um conjunto de aplicações para este fim.

4.4.2.1. TCPDUMP

Permite monitoramento, identificação de problemas relacionados ao MBone e também com relação ao tráfego Internet. Sua última versão (3.0.2) foi desenvolvida (na maior parte) por Van Jacobson, Craig Leres e Steve McCanne da UNC, Berkeley. Pode ser adquirido via FTP no seguinte endereço:

```
ftp.ee.lbl.gov/tcpdump-3.0.2.tar.Z
```

Antes da instalação, ler o arquivo README. Para SunOS4.1.x será necessária a instalação do utilitário libpcap 0.0.6 que pode ser encontrado no site:

```
ftp.ee.lbl.gov/libpcap.tar.Z
```

Foram efetuados teste com sucesso nos seguintes sistemas: SGI Irix 4.x e 5.2, SunOS 3.5, SunOS 4.x, Solaris 2.3, 4.3BSD Reno/Tahoe, e 4.4BSD, BSD/386 v1.1, DEC/OSF v1.3 v2.0, e Ultrix 4.x.

Para instalar este programa você deve se “logar” como o root do sistema.

Para ocorrer a impressão dos cabeçalhos que satisfazem uma determinada condição, digitar:

```
%tcpdump expressão
```

Então para monitorar o tráfego IGMP na rede, digitar:

```
%tcpdump ip proto igmp
```

Para os pacotes que chegam na rede a partir de um túnel, digitar:

```
%tcdump src <IP.tnl_remote>
```

4.4.2.2. NETSTAT

Esta ferramenta possibilita a aquisição de estatísticas de pacote multicast. Também possibilita a aquisição de estatísticas de tráfego Internet.

- As estatísticas IGMP podem ser obtidas pelo comando ‘netstat -s’ ou explicitamente através do comando ‘netstat -p igmp’.
- A opção ‘-a’ dará informações sobre a interface de rede. Por exemplo, com a opção ‘-nia’, todos os endereços unicast e multicast associados àquela rede serão exibidos.
- A opção ‘-M’ exibirá várias estatísticas relacionadas com o roteamento multicast.

Observação: para que a opção ‘-p igmp’ funcione, a seguinte linha deverá ser adicionada ao arquivo /etc/protocols:

```
igmp 2 IGMP # Internet group management protocol
```

4.4.2.3. MRDEBUG

Este programa faz uma pesquisa sobre o roteamento de pacotes multicast. É capaz de mostrar uma árvore inteira ou um caminho a partir do endereço IP fonte até um particular destino.

Os métodos utilizados para receber esta informação estão explicados no arquivo de ajuda que vem junto com a distribuição do software. Foi desenvolvido por Deborah Agarwal no laboratório Lawrence Berkeley e está disponível através do site FTP:

```
ftp.ee.lbl.gov/mrdebug.tar.Z
```

Este programa só poderá ser executado se forem fornecidos os arquivos contendo a topologia e subredes. Com o programa mrmmap (será descrito mais adiante), será possível obter a topologia. Também pode ser executado interativamente, enviando diversas questões e respondendo de acordo com as entradas do usuário.

4.4.2.3. MULTICAST PING

Está é uma implementação padrão para várias implementações TCP/IP. O ping para multicast está disponível como parte do kernel do software para dar suporte a multicast no diretório onde está o mrouted.

Também proporciona controle sobre a transmissão multicast através das seguintes opções:

- -l inabilita loopback
- -t <ttl> determina que o time to live do multicast será de <ttl>
- -i <addr> envia multicast a partir da interface com endereço local <addr> , dado um formato a.b.c.d

Também oferece suporte a opção -R (gravar rota)

4.4.2.4. MAP-MBONE

Mostra a topologia da rede de todos os roteadores multicast que são alcançáveis através de qualquer roteador multicast dentro do MBone. Se o endereço IP da máquina que faz o roteamento multicast não for especificado, o programa assume que o ponto de partida é o mrouter local. Somente um usuário root poderá executar este programa.

É possível adquirir este programa junto com um arquivo de ajuda pela Internet. Este programa foi desenvolvido por Pavel Curtis na Xerox PARC.

4.4.2.5. RTPQUAL

Este é um programa para monitorar dados multicast através do protocolo RTPv1. Permite monitorar a qualidade da recepção de dados MBone. O programa entende o protocolo RTP (“Real Time Protocol”) e escuta mensagens RTP, e então mostra as estatísticas de pacotes recebidos, perdidos, etc. Este programa não necessita de um usuário root para ser executado.

Sintaxe do comando:

```
rtpqual [<group>[<port>[<format>]]]
```

Também está disponível pela Internet para o SunOS no formato binário

<ftp://ee.lbl.gov/rtpqual>,

e o programa fonte,

<ftp://ee.lbl.gov/rtpqual.c>

4.4.2.6. MRMAP

Este programa é capaz de mapear um backbone multicast na Internet, como o MBone. Pode ser utilizado sozinho ou em conjunto com o mrdebug. A sintaxe básica é a seguinte:
mrmmap mrrouter

A opção '-t' permite limitar o mapeamento para algum subconjunto da rede MBone.

O arquivo de ajuda que vem junto com a distribuição explica as diversas capacidades deste programa. Foi desenvolvido por Van Jacobson na UNC, Berkeley, e pode ser obtido através do site:

<ftp://ee.lbl.gov/mrmmap.tar.Z>.

4.4.2.7. MTRACE

Esta ferramenta auxilia na coleta de estatísticas sobre o tráfego de dados que circula através do MBone. Faz a pesquisa a partir de uma especificada fonte até um destino. Por exemplo:

```
mtrace fonte
```

Este comando pesquisará a partir do host fonte para o host local de um endereço multicast IP padrão. Possui várias opções poderosas, mas que só funcionam com a versão 3.3 ou posterior do programa mrouted. Em seu arquivo de ajuda, vários detalhes poderão ser encontrados.

Foi desenvolvido por Steve Casner da ISI e está disponível no site

<ftp://isi.edu/MBone/mtrace.tar.Z>

Para utilizá-lo você deverá estar “logado” como root.

4.4.2.8. MRINFO

Mostra informações sobre um roteador multicast conectado ao MBone. As seguintes informações são disponibilizadas: versão do mrouted, como o roteador multicast está conectado com outros através de túneis e especificações dos túneis. Estas informações podem ser vistas por roteadores de dentro e de fora de sua organização que estejam presentes na rede MBone. Com a seguinte sintaxe, conseguiremos obter estas informações:

```
mrinfo <nome ou endereço do roteador>
```

4.5. NOVOS CONCEITOS

Até agora podemos ver que algumas funcionalidades foram adicionadas às máquinas existentes atualmente, como suporte a multicast, dispositivos e driver multimídia. Já é um bom começo, porém para que esta tecnologia avance ainda mais, novas implementações serão necessárias:

- Reserva e alocação de banda passante antes que seja efetuada a transmissão de filmes entre vários hosts.
- QoS (“Quality of Service”) na Internet e MBone.
- Compressão/descompressão de dados mais rápida.
- Maior capacidade de alocação de grande quantidade de dados multimídia e acesso mais rápido à estes dados.

4.5.1. O QUE ESTÁ SENDO FEITO

Os grupos de trabalho IETF já estão desenvolvendo uma série de tecnologias que ajudarão no suporte a estas requisições, como por exemplo o protocolo RTP (“Real Time Protocol”) e o protocolo RSVP (“Resource Reservation Protocol”).

4.5.2. RTPV2 - O PROTOCOLO DE TEMPO REAL

A idéia básica deste protocolo é transportar dados em tempo real, como voz e vídeo, através de redes comutadas por pacotes, como a Internet. Um de seus trunfos é que não está amarrado ao transporte de uma mídia específica; portanto qualquer transporte de dados interativos com restrições de tempo poderão utilizá-lo. A maioria das aplicações MBone utilizam os protocolos RTPv1 e RTPv2. Os dados multimídia são comprimidos antes de serem embutidos no protocolo RTP. Junto com o RTP, também é utilizado o RTCP que proporciona funções de controle dos dados que estão sendo transportados no RTP (figura 4.B).

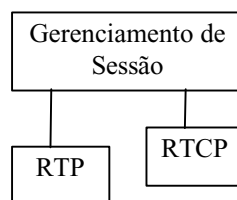


Figura 4.B - Esquema do protocolo RTP.

Portanto o RTP carrega dados e o RTCP, leva o controle que influencia a qualidade da recepção dos participantes de uma conferência. Este controle permite que ocorram certas adaptações durante uma conferência devido a mudanças que ocorram na rede.

4.5.3. RSVP - PROTOCOLO DE RESERVA DE RECURSOS

Este protocolo será utilizado para serviços integrados na Internet. É executado acima da camada IP. As reservas são determinadas por quem vai receber a informação. A figura 4.C mostra que este protocolo estará disponível nas estações de trabalho (no futuro), permitindo que cada host seja capaz de interagir com o RSVP, habilitando roteadores para especificar, reservar e monitorar os recursos na Internet (e no MBone). Este protocolo não criará problemas de compatibilidade com as máquinas que não o conhecem.

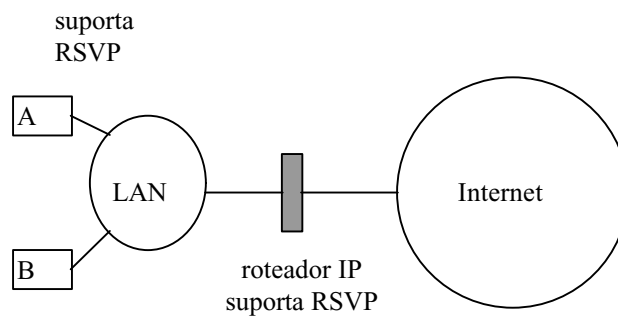


Figura 4.C - Protocolo RSVP

Na figura 4.C o host A suporta o RSVP, porém o B não e o roteador IP também suporta o protocolo. Todos estes componentes poderão “conviver” sem problemas.

O protocolo RSVP ocupará o lugar do protocolo de transporte na pilha de protocolos. Basicamente, sua atividade é enviar uma mensagem RSVP reservando recursos por toda um caminho entre um conjunto de fontes e um destino dos dados multimídia. Diz-se, então, que ele proporciona um ambiente orientado a serviço e integrado na Internet e no MBone. Serviço integrado significa habilitar a rede a entender um conjunto de parâmetros de QoS. Com isso existirá uma garantia de qualidade no transporte da informação pela Internet.

5. A INSTALAÇÃO DO MBONE NO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

5.1. PROPOSTA

A proposta foi feita como trabalho final do curso Tópicos Avançados em Redes do mestrado, ministrado pelo professor militar TC Lira Gondim para a obtenção de grau. O objetivo final é deixar disponível, através do MBone, a possibilidade da realização de uma videoconferência com estações de trabalho Windows NT 4.0 e estações Sun Solaris 2.x.

5.2. VERIFICAÇÃO DO AMBIENTE EXISTENTE DENTRO DO IME

O ambiente disponível para a execução de aplicações Mbone consiste, neste projeto piloto, em uma rede composta por microcomputadores da linha Intel x86 e Pentium cujo sistema operacional é o Windows NT 4.0. E outra rede composta por estações SUN SparcStation que estão instaladas com o sistema operacional Solaris 2.4. Esta duas redes são separadas e estão ligadas por um switch. Este switch está ligado ao roteador unicast CISCO, que faz o roteamento unicast para a Internet (figura 5.A).

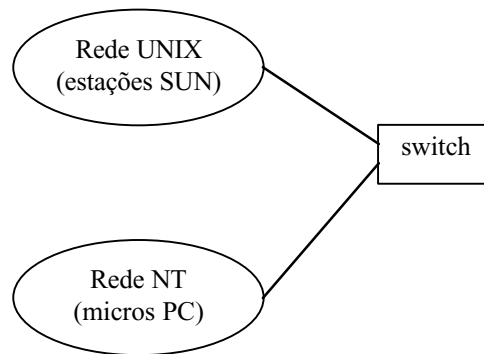


Figura 5.A - Parte da configuração da rede dentro do IME

5.3. O PRIMEIRO PASSO - SUPORTE A MULTICAST

5.3.1. WINDOWS NT 4.0

No ambiente Windows NT 4.0 é garantido o suporte para multicast nativo. Para comprovar este suporte vale a pena entrar no site FTP da Microsoft e adquirir os softwares para teste desta implementação.

<ftp.microsoft.com/bussys/WinSock/ms-ext/party.exe>

Como já foi explicado no capítulo anterior, este programa trabalha com endereços da classe D dentro da rede local. Na inicialização do programa servidor (digitando numa linha de comando DOS: "party -s") indique basicamente o endereço multicast e a porta. Com estas duas informações os clientes poderão ser inicializados (digitando numa linha de comando DOS, de preferência em outra máquina dentro da rede local: "party -c"). Se tudo for executado corretamente o servidor exibirá o nome (que também é perguntado durante a inicialização do cliente) dos clientes que estão conectados aquele servidor multicast e todas as informações enviadas pelos clientes.

Ao executar este programa no laboratório que contém a rede com estações Windows NT 4.0, tudo funcionou corretamente, o que comprovou a existência do suporte a multicast neste ambiente.

5.3.2. SUN'S

A verificação de suporte a multicast em uma estação SUN pode ser observado quando qualquer usuário se conecta à uma estação. Se oferecer suporte, abaixo das especificações da estação aparecerá uma linha exibindo a versão do suporte a multicast oferecido por aquela estação. Abaixo segue o exemplo de uma string de inicialização com suporte a multicast:

Sun Microsystems Inc. SunOS 5.4 Generic July 1994 Multicast 3.5

Porém, a certeza deste suporte só vai existir quando for feita a instalação do programa que realiza o roteamento multicast (mrouted – “multicast router daemon”). Se não houver suporte, durante a instalação, este fato será acusado. Caso contrário, se existir o suporte, o mrouted será instalado com sucesso e estará pronto para ser executado. Esta etapa de instalação será explicada adiante.

Nas estações de trabalho do IME, o sistema operacional original era o SunOS 4.x, posteriormente alterado para o SunOS 5.4 que é equivalente ao Solaris 2.4. A vantagem de se possuir o Solaris é a praticidade da instalação do patch que fornece o suporte para multicast. Como já foi explicado acima, no caso do SunOS 4.x seria necessário que o kernel fosse recompilado, fato que não ocorre no Solaris. No IME foi utilizado o arquivo Solaris_mc35.2.4.tar.gz adquirido no site <ftp://playground.solaris.com/pub/multicast>. Este arquivo foi inserido no diretório /opt/ipanema/, descompactado e depois foi necessário executar o install.multi.

5.4. O SEGUNDO PASSO - O ROTEADOR MULTICAST

Esta é a etapa da construção de um túnel entre sua organização e uma estação que já esteja participando da rede mundial MBone.

A maior dificuldade é descobrir quem está conectado na rede no Brasil. Então a primeira etapa é se inscrever numa lista de discussão MBone para saber quais são as estações no Brasil que participam da rede. Existem alguns sites que fornecem um mapa da organização mundial. Então neste mapa você poderá encontrar qual é o site mais próximo de sua organização e então pedir ajuda para instalação do roteador.

No site parcftp.xerox.com, será possível adquirir um mapa no seguinte arquivo: /pub/net-research/MBone-map-`{big,small}`.ps.

O ponto de partida para realizar esta conexão do IME no MBone foi o professor Luis Felipe M. de Moraes (moraes@cos.ufrj.br), professor adjunto do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da Coordenação de Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e coordenador do Laboratório de Redes de Alta Velocidade [7] (RAVEL - <http://www.ravel.ufrj.br/>), que nos indicou para falar com: Carlos Mendes (carlos@nce.ufrj.br) e Fábio Davi (fabio@nce.ufrj.br) cuja sala se localiza no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE-UFRJ). Esta é a localização do centro de operações da Rede Rio [9] (<http://www.rederio.br/>). Mais adiante, teremos uma explicação geral sobre a Rede Rio.

Através deste contato, descobriu-se que realmente o principal ponto de contato para participar do MBone é a Rede Rio, pois são eles que fornecem todo o suporte para esta tecnologia no Rio de Janeiro. Depois de explicar como era a configuração do IME (basicamente foi perguntado qual seria a estação que faria o túnel com a Rede Rio - Sun Solaris 2.4 - e como era a conexão com a Internet, que é através de um link rádio de 2Mbps com o LNCC) ficou decidido que a máquina que iria conectar o IME ao MBone estava localizada no NCE-UFRJ, cujo endereço IP é 146.164.10.4, que é do domínio Rede Rio.

Ao conversar com eles, foi construída a ponta final do túnel que iria da UFRJ até o IME (na máquina ipanema.ime.eb.br). Para isso o arquivo mrouted.conf da máquina da rede do NCE-UFRJ foi alterado, incluindo a seguinte linha:

```
tunnel 146.164.10.4 200.20.120.130 metric 1 threshold 16  
rate_limit 500
```

Definindo que os parâmetros metric, threshold e rate_limite seriam os que estão definidos na linha exibida anteriormente.

Depois desta etapa, foi necessário construir a ponta do túnel do IME até a UFRJ (o túnel deve existir nas duas direções). Para esta fase é necessário que seja uma máquina UNIX, já que não existe configuração de túnel para uma estação Windows NT.

Observação sobre a Rede Rio:

A seguir está uma explicação básica sobre a Rede Rio e seu papel dentro da rede MBone retirada de sua página na Internet: A REDE RIO de computadores, inaugurada em 1992, é um dos principais instrumentos de desenvolvimento científico do Estado do Rio de Janeiro: interconectando os mais avançados centros de pesquisa do País, sediados nas universidades e nas empresas públicas e privadas do Estado, a REDE RIO tem como objetivo principal permitir um intercâmbio de alto nível entre seus usuários. Para que este intercâmbio se dê de forma cada vez mais ágil e eficiente, várias experiências tecnológicas são realizadas. Os resultados alcançados por elas são bastante expressivos, a ponto da

REDE RIO, atualmente, estar capacitada a oferecer, aos seus associados, alguns dos mais avançados sistemas de telecomunicações do mundo.

O fluxo de informações da REDE RIO não circula apenas entre os centros de pesquisa do Estado do Rio. A conexão da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) - que é a espinha dorsal das redes acadêmicas do Brasil - com a REDE RIO é realizada a uma velocidade de 10 Mbps, através do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). Já o acesso à Internet é garantido por um enlace de satélite diretamente ligado à CERFNET (California Education and a Research Federation Network), em San Diego, a uma velocidade de 256 Kbps. Em breve, o enlace passará a ser de 2 Mbps, via rádio e cabo de fibra ótica.

O CEOP vem adquirindo experiência na implantação do ambiente multicast (MBone) na espinha dorsal da REDE RIO, através da participação na geração de teleconferências em dois simpósios: o International Telecommunication Symposium (ITS 94) e o Computing on High Energy Physics (CHEP 95), ocorridos no Rio. Os dois eventos foram transmitidos para vários lugares do mundo através de canais dedicados a 384 kbps e 256 kbps, respectivamente. No caso da CHEP 95, a transmissão também foi distribuída localmente na REDE RIO.

Com base nesta experiência, a REDE RIO irá coordenar a implantação de centros de teleconferência na rede, e dar suporte às instituições associadas no domínio desta tecnologia. Softwares de domínio público para a transmissão de áudio e vídeo estão instalados no CEOP, e permitem que uma comunicação on-line se estabeleça entre dois ou mais pontos, com um ou mais participantes (via rede Internet através de endereçamento multicast).

5.4.1. INSTALAÇÃO/CONFIGURAÇÃO DO TÚNEL NA SUN

Como já dito acima, foi escolhida a máquina ipanema.ime.eb.br para a instalação do túnel. O arquivo escolhido para implementar o túnel foi o mrouterd3.8-sparc-solaris2.tar.gz adquirido no site ftp.ravel.ufrj.br/pub/MBone/ipmulti, porém não houve sucesso na instalação, pois era necessário o suporte a multicast que não estava disponível. Então foi necessário procurar os patches para disponibilizar este serviço. Então o seguinte arquivo foi encontrado: Solaris_mc35.2.4.tar no site playground.sun.com/pub/ipmulti, como já foi dito acima. Com este arquivo já vinha o suporte para multicast junto com o daemon mrouterd. E a instalação foi feita através de um arquivo batch, install.multi, o que facilitou muito. Depois da instalação foi necessário reinicializar a máquina. Na reinicialização foi necessário configurar o mrouterd.conf como está descrito a seguir (já incluindo a linha para formar o túnel do IME para a UFRJ).

```
#  
# mrouterd.conf do Instituto Militar de Engenharia  
#  
# Name our boundaries to make it easier
```

```

name LOCAL 239.255.0.0/16
name EE 239.254.0.0/16
#
# le1 is our gateway to compsci, don't forward our
#   local groups to them
phyint le0 boundary EE
#
# le2 is our interface on the classroom net, it has four
#   different length subnets on it.
# note that you can use either an ip address or an
# interface name
#phyint 172.16.12.38 boundary EE altnet 172.16.15.0/26
#   altnet 172.16.15.128/26 altnet 172.16.48.0/24
#
# atm0 is our ATM interface, which doesn't properly
#   support multicasting.
#phyint atm0 disable
#
# This is an internal tunnel to another EE subnet
# Remove the default tunnel rate limit, since this
# tunnel is over ethernet
    tunnel 200.20.120.130 146.164.10.4 metric 1 threshold 16
    rate_limit 500
#
# This is our tunnel to the outside world.
# Careful with those boundaries, Eugene.
#tunnel 192.168.5.4 10.11.12.13 metric 1 threshold 32
#   boundary LOCAL boundary EE

```

Com a instalação os seguintes programas foram instalados: no diretório /etc/ os arquivos mouted.conf, mouted.pid e mouted.genid; e no diretório /usr/multicast/ os arquivos map-MBone, mrinfo, mouted, mtrace e netstat.

Depois desta instalação, um programa que oferece o serviço de sdr (figura 5.B) foi adquirido e executado. A partir deste momento, várias sessões anunciadas por todo o mundo estavam sendo mostradas (na figura 5.C temos um exemplo das mídias disponíveis para uma sessão), o que significava que o IME já estava conectado ao MBone. Também foram adquiridos os softwares para transmissão/recepção de vídeo - VIC, transmissão/recepção de áudio - RAT, conversa escrita - NT (figura 5.D) e whiteboard, que só está disponível para a plataforma UNIX - WB (figura 5.E). Os programas citados foram adquiridos nos seguintes sites ftp (e seus respectivos arquivos):

```

ftp.ravel.ufrj.br/pub/MBone/vic/vicbin-2.8-solaris2.4.tar.gz
ftp.ravel.ufrj.br/pub/MBone/rat/current/rat-SunOS-4.1.3_U1.tar.gz
ftp.ravel.ufrj.br/pub/MBone/wb/sun-wb-1.59.tar.gz
ftp.ravel.ufrj.br/pub/MBone/nt/nt.sunOS5.V1.5a23.gz

```



Figura 5.B – Session directory para UNIX

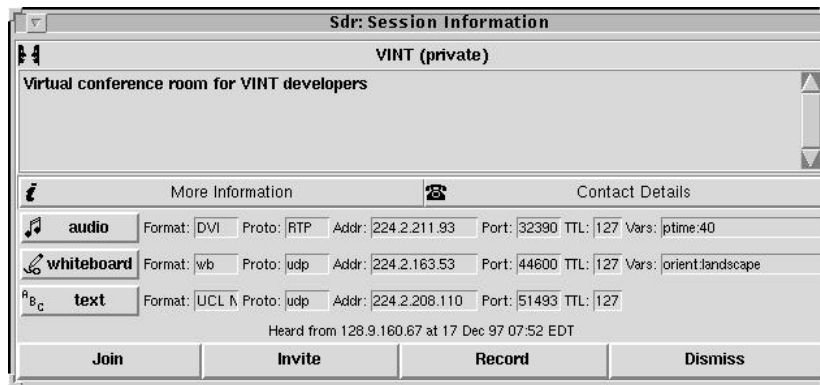


Figura 5.C – Mídias disponíveis para uma sessão do SDR

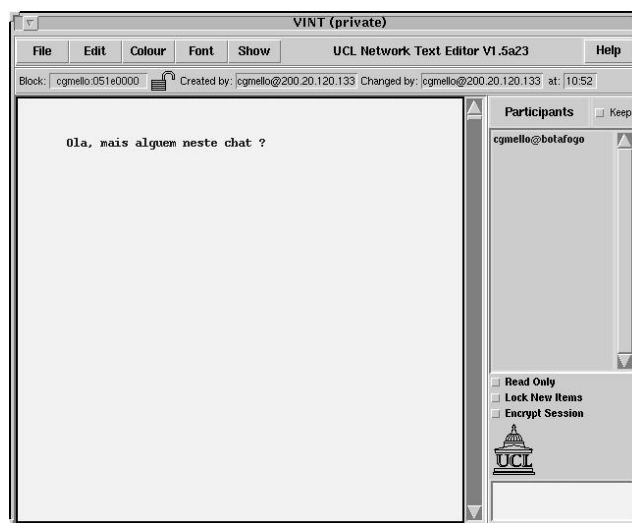


Figura 5.D – Network Text (NT)

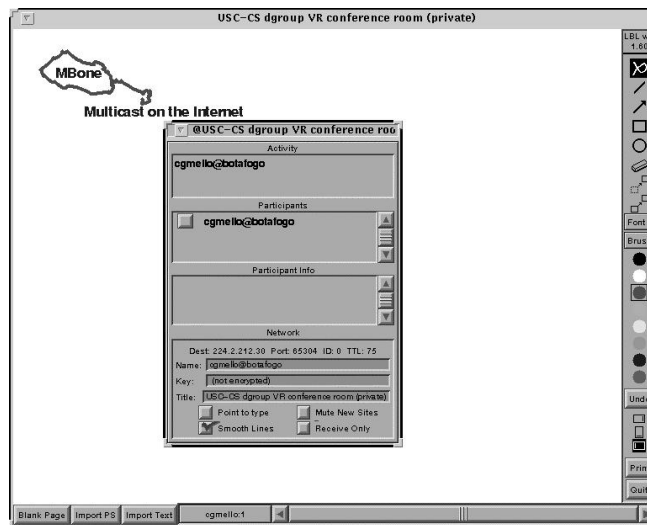


Figura 5.E – Whiteboard

Todos os programas funcionaram corretamente, desde que estivesse alguém presente na sessão porque se ninguém estiver participando, nenhuma informação será recebida.

5.4.2. WINDOWS NT

O grande problema desta implementação foi fazer com que as estações NT consigam ver estes pacotes multicast já que as duas redes estão separadas por um switch, o que representa uma barreira aos pacotes de uma rede para a outra. Uma proposta seria a união das duas redes, o que seria extremamente prejudicial ao desempenho de ambas (as duas redes teriam seu tráfego aumentado, caindo o desempenho de ambas).

Então, como medida provisória para este projeto piloto, foi estabelecido a instalação de uma máquina com sistema operacional Windows NT na rede das SUN's. Para sua instalação no ambiente UNIX, e em outra rede local, foi necessária a alteração de seu endereço IP e o endereço do Gateway. Através desta adaptação foi possível disponibilizar os pacotes multicast vindo do túnel para a estação NT.

Para testar se os pacotes estavam chegando corretamente houve a necessidade de adquirir um programa que fornecesse as funcionalidades do SDR (figura 5.F). O sdr mais estável (segundo opinião de Jim Gemmell [5] que trabalha no *Telepresence Group* da Microsoft) foi adquirido na página da web:

<http://www.research.microsoft.com/research/BARC/MBone> e o arquivo é o SD de Arlie Davis. Na figura 5.G, temos um exemplo das mídias disponíveis para uma sessão.

Após a instalação deste programa e sua execução verificou-se que realmente os pacotes multicast estavam alcançando a estação NT corretamente.

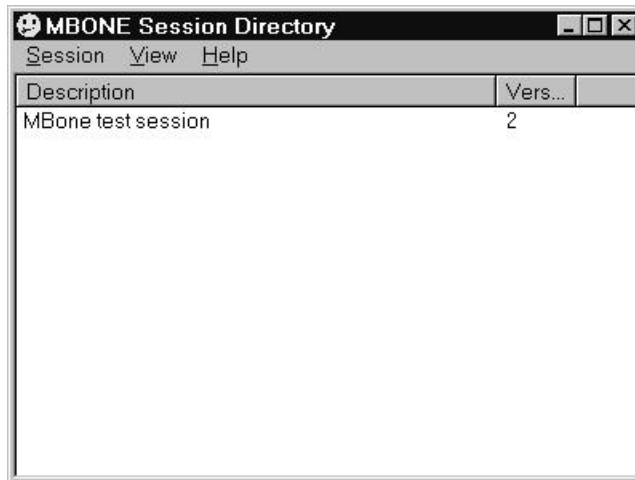


Figura 5.F – Session directory

Neste ponto era necessário verificar se as funcionalidades do suporte multimídia disponíveis na estação de trabalho Windows NT funcionariam corretamente para os programas MBone. Para testar estas funcionalidades, diversos programas foram adquiridos sem sucesso na sua execução (vic e vat). Foi necessária uma intensa procura para encontrar um programa que funcionasse corretamente no ambiente existente. O programa para transmissão/recepção de vídeo foi o VIC adquirido no endereço da web [6]: <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/kouvelas/vic/#download>.

Este programa funciona perfeitamente com a câmera de vídeo disponível (Quickcam da Connectix [15]), embora realize um grande consumo dos recursos da máquina. Já para a transmissão/recepção de áudio foi utilizado o rat adquirido na página web: <http://www.tascmed.mcg.gla.ac.uk/MBonepas>. E finalmente para transmissão/recepção de texto foi utilizado o nt adquirido na mesma página.

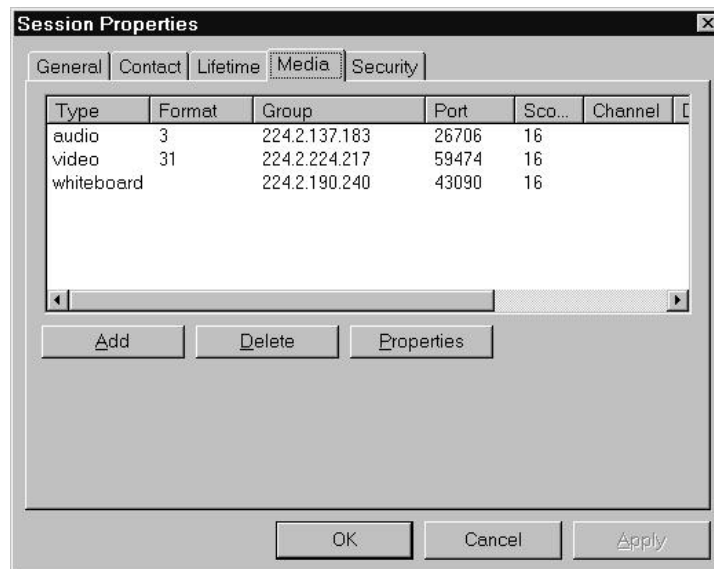


Figura 5.G – Mídias disponíveis para uma sessão

Todos os programas citados acima funcionaram corretamente para o ambiente proposto, porém a máquina (486 DX2-66MHz com 32 MB de RAM) ofereceu sérias limitações para a execução conjunta de todos os programas. Por exemplo, se no momento em que estiver ocorrendo a transmissão de vídeo o rat (figura 5.H) for chamado para enviar/receber som, a máquina, na maioria das vezes, trava.

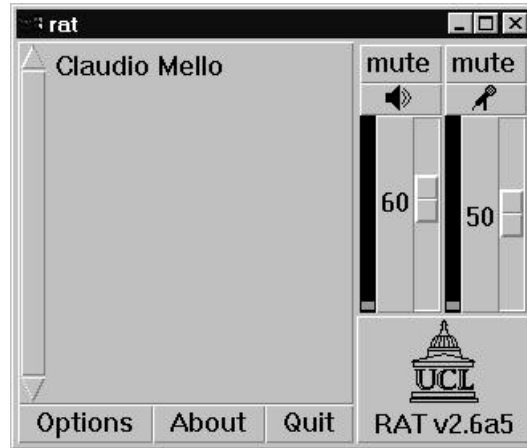


Figura 5.H – Robust Audio Tool (RAT)

Observação:

Todos os programas estão instalados no diretório c:\MBone. Para chamar qualquer um dos programas (vic, rat ou nt) é necessário que se verifique o endereço multicast e a respectiva porta. É necessário que no ambiente Windows NT esta chamada seja feita utilizando uma janela DOS com a linha de comando como a seguir:

Exemplo de uma sessão anunciada no sd from Arlie.

Mídia	Endereço	Porta
Áudio	224.2.100.23	23453
Video	224.2.100.23	23334
Text	224.2.100.23	23333

Linha de comando para executar respectivamente o rat (áudio), vic (vídeo, figura 5.I) e texto (nt):

c:\MBone\rat 224.2.100.23/23453

c:\MBone\vic 224.2.100.23/23334

c:\MBone\nt 224.2.100.23/23333



Figura 5.1 – Videoconference (VIC)

6. CONCLUSÃO

A tecnologia MBone ainda é muito recente, mas os novos roteadores já começam a suportar IP multicasting (entendem endereços classe D Internet) nativamente. A tendência natural é que todos os roteadores na Internet suportem o MBone, então não precisaremos nos preocupar em configurar túneis, um dos atuais inconvenientes para a implantação de um nó MBone em uma rede de trabalho.

Conseguimos com este trabalho estabelecer, dentro do Instituto Militar de Engenharia, um ponto MBone, o que nos proporcionou utilizar algumas das aplicações multimídia existentes na comunidade MBone. Com o NT experimentamos chats multicast com usuários de todo o mundo. Com o RAT tivemos a oportunidade de receber música de rádios mantidas exclusivamente para a comunidade, e geramos/recebemos som em nossa rede local. O RAT também pode ser usado para conversação por voz. Com o VIC assistimos palestras realizadas em Berkeley, programas de TV mantidos pela NASA, assim

como capturamos imagens em video de nosso laboratório e disponibilizamos na rede MBone.

Estes testes comprovaram os benefícios da rede MBone para aplicações multimídia e de tempo real, e criaram no instituto a possibilidade de pesquisas nesta área. Vídeoconferência, Ensino à Distância e TV na Internet são apenas alguns exemplos de aplicações. E quando todos os roteadores, e principalmente os provedores Internet, suportarem IP multicasting nativamente, a solução MBone terá tudo para se tornar um padrão para estas aplicações.

REFERÊNCIAS

- [1] Vinay Kumar 1996, “MBone: Interactive Multimedia on the Internet” – New Riders Publishing
- [2] Douglas E. Comer 1995, “Internetworking with TCP/IP, Volume I: Principles, Protocols, and Architecture” - Prentice Hall
- [3] Tanenbaum, A. S. 1997, “Redes de Computadores” - Tradução da Terceira Edição. Editora Campus
- [4] ICast Corp. – MBone Reference 1996, <http://www.MBone.com>
- [5] Microsoft Research Center,
<http://www.research.microsoft.com/research/BARC/MBone>
- [6] MICE Group, <http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/mice/index.html>
- [7] Laboratório RAVEL – Redes de Alta Velocidade (COPPE/UFRJ),
<http://www.ravel.ufrj.br>
- [8] Departamento de Informatica PUC-Rio – <http://www.inf.puc-rio.br>
- [9] Rede Rio – <http://www.rederio.br>
- [10] Thierry Turletti and Christian Huitema, “Videoconferencing on the Internet” – IEEE/ACM Transactions on Networking, vol.4, n.3, p. 340, June 1996
- [11] Mike Macedonia and Don Brutzman 1994, “MBone, the Multicast Backbone” – Naval Postgraduate School
- [12] Steve Casner 1993, “Frequently Asked Questions (FAQ) on the Multicast Backbone” – <http://www.cs.columbia.edu/~hgs/internet/MBone-faq.html>
- [13] Bob Quinn 1997, “Internet Multicasting” – Dr. Dobb’s Journal, October
- [14] CU-SeeMe .92 Visual User's Guide, <http://cu-seeme.cornell.edu>
- [15] QuickCam Connectix, <http://www.connectix.com/>
- [16] Fluckiger, François 1995, “Understanding Networked Multimedia and Technology” - Prentice Hall
- [17] Luiz Fernando G. Soares 1997, “Redes de Computadores: Das LANs, MANs, WANs às Redes ATM” - Segunda Edição. Rio de Janeiro. Editora Campus