

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RICHARD ROBERT REINERT

**PROPOSTA PARA UM AMBIENTE DE GERÊNCIA DE
CONFERÊNCIA MULTIMÍDIA SOBRE IP**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Becker Westphall

Florianópolis

2003

RICHARD ROBERT REINERT

Proposta de Ambiente de Gerência de Conferência Multimídia sobre IP

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação Área de Concentração Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Banca Examinadora

Fernando Álvaro Ostuni Gauthier, Dr.
INE, UFSC

Carlos Becker Westphall, Dr. (orientador)
INE, UFSC

Carla Merkle Westphall, Dr^a
INE, UFSC

Carlos Barros Montez, Dr.
DAS, UFSC

Vitório Bruno Mazzola, Dr.
INE, UFSC

À Deus.

À minha família e em especial à minha mãe, Zélia.

À minha namorada, Estela.

Agradecimentos

À Deus e a minha mãe, pela proteção e forças recebidas que me mantiveram na busca dos meus objetivos. Às minhas irmãs, pelo suporte inicial em minha vida acadêmica e ao Rodrigo, pelo seu bom humor, que amenizou os momentos de *stress*, algumas vezes inevitáveis.

À minha namorada, Estela, pelo seu amor, companheirismo e compreensão nos momentos difíceis; pela demonstração de garra e princípios, que me incentivam à conquista da felicidade.

Ao meu orientador, Carlos Becker Westphall, pelo crédito confiado a mim e orientação. Aos membros da banca, pelas críticas e sugestões que enriqueceram o trabalho.

Ao meu co-orientador, Edison Tadeu Lopes Melo, pela confiança nos resultados dos meus trabalhos e constante disposição em ajudar. Pelo modelo de profissional que muitos se espelham e pela visão prática e inovadora que moveu esta pesquisa.

À coordenação e aos membros do Labspot pela compreensão e emprego de todos os esforços que viabilizasse mais tempo aos meus estudos e conclusão deste trabalho.

Ao professores Djalma e Vicente, pela oportunidade de iniciar uma carreira que colocou em minhas mãos a possibilidade de crescer junto com uma Instituição séria.

À todos os colegas, direção e funcionários do NPD, pelo apoio, sugestões, amizade e conversas diárias que sempre estimularam e trouxeram alegria aos dias de pesquisa.

À todos os meus amigos pela constante torcida ao meu sucesso. Em especial ao Adriano, pela ajuda e por suas palavras sensatas e encorajadoras, demonstrando a verdadeira amizade que todos almejam e, que só em agradecimentos, renderia uma outra dissertação. Ao Briani e Kátyra, pela grande ajuda e colaboração na melhoria desta dissertação.

Resumo

Atualmente com a disponibilidade de novas tecnologias e padrões como o H.323 e o OpenH.323 pode-se realizar conferências ponto a ponto e ponto a multiponto, fazendo uso de aplicações de núcleo (*core*) e *front-ends*. Da mesma forma, o uso do *Multicast* também trouxe novos recursos, aumentando a escalabilidade das aplicações.

Essas novas tecnologias e padrões criaram, além de novos recursos e serviços, algumas necessidades aos profissionais da área de gerência de redes e até aos usuários de conferências multimídia sobre IP. Dentre essas necessidades está a obtenção de dados referentes aos participantes da videoconferência, informando quais as condições em que a transmissão e/ou recebimento dos dados estão sendo realizadas, como por exemplo: número de quadros recebidos e enviados; tipo de *codec* utilizado; sala em que o participante ingressou; por quanto tempo e de onde está conectado, entre outros.

Este trabalho apresenta uma proposta de ambiente de gerência de conferência multimídia sobre IP, aplicado em um ambiente experimental no POP-SC, utilizando softwares MCU e *gatekeeper* de código-aberto e agentes coletores e de filtragem, que tornaram possível ao gerente a obtenção de uma realimentação, via uma interface *Web*, de como o processo está ocorrendo.

PALAVRAS-CHAVE: H.323, OpenH.323, MCU, *Gatekeeper*, Videoconferência, Gerência de Redes.

Abstract

Nowadays with the readiness of new technologies and patterns as H.323 and OpenH.323 can take place conferences point to point and point the multipoint, making use of core and user's applications. In the same way, the use of Multicast also brought new resources, giving a larger range of applications' functions.

Those new technologies and patterns created, besides new resources and services, some needs to the professionals of the network management area and to the users of multimedia conferences over IP. Among those needs are the obtaining of data regarding the participants of the videoconferencing, informing which the conditions in that transmission and/or reception of the data is being accomplished, as for instance: number of sent and received frames; codec type used; room in which the participant entered; for how long and from where is connected, among others.

This work presents a proposal of management environment of multimedia conference over IP, applied in an experimental environment in POP-SC. Using open-source softwares, MCU and gatekeeper, plus collectors and filters agents, turned possible to the manager to obtain a feedback trough an Web interface of how the process is running.

KEYWORDS: H.323, OpenH.323, MCU, *Gatekeeper*, Videoconference, Network Management.

Sumário

1 - INTRODUÇÃO	15
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	17
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	17
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	18
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 GERÊNCIA DE REDES	20
2.1.1 <i>Objetos Gerenciados</i>	21
2.1.2 <i>Sistemas de Gerenciamento de Elementos (EMS)</i>	21
2.1.3 <i>Gerenciador de Sistemas Gerenciáveis (MoM)</i>	21
2.1.4 <i>Interface do Usuário</i>	22
2.1.5 <i>Áreas Funcionais de Gerência</i>	22
2.2 CONFERÊNCIA MULTIMÍDIA SOBRE IP.....	24
2.2.1 <i>Conceitos de Videoconferência</i>	26
2.3 O PADRÃO H.323.....	32
2.3.1 <i>Definição</i>	32
2.3.2 <i>Benefícios da Especificação</i>	33
2.3.3 <i>Visão Geral da Arquitetura</i>	35
2.3.4 <i>Terminais ou Sistemas Finais</i>	36
2.3.5 <i>Gateways</i>	37
2.3.6 <i>Gatekeeper</i>	38

2.3.7	<i>Unidade de Controle Multiponto (MCU)</i>	40
2.4	CONFERÊNCIAS CENTRALIZADAS E DESCENTRALIZADAS.....	41
2.4.1	<i>Conferências centralizadas</i>	41
2.4.2	<i>Conferências descentralizadas</i>	42
2.5	AMBIENTE DE APLICAÇÃO.....	44
2.5.1	<i>O Ponto de Presença na RNP de SC</i>	45
2.5.2	<i>A Rede Catarinense de Ciência e Tecnologia do Estado de SC</i>	46
3 -	AMBIENTE DE GERÊNCIA PROPOSTO.....	48
3.1	MOTIVAÇÃO	48
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO	49
3.3	METODOLOGIA	49
3.3.1	<i>Escolha de softwares</i>	50
3.3.2	<i>Montagem do Ambiente de Testes</i>	55
3.3.3	<i>Definição das informações a serem obtidas e de que forma</i>	57
3.4	RECURSOS UTILIZADOS.....	58
3.4.1	<i>Expect</i>	58
3.4.2	<i>TCL</i>	60
3.4.3	<i>Java Server Pages (JSP)</i>	60
3.5	O AMBIENTE DE GERÊNCIA.....	61
3.6	INTERFACE DO AMBIENTE DE GERÊNCIA DE VIDEOCONFERÊNCIA NA WEB.....	64
4 -	DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS REALIZADOS	66
4.1	RESULTADOS E ANÁLISE	69
5 -	CONCLUSÕES	72

5.1	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES.....	73
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	74
6 -	REFERÊNCIAS	77
	ANEXO A – EXTENSÃO DO CÓDIGO-FONTE	81
A.1	CÓDIGO DO COLETOR DE INFORMAÇÕES DO OPENMCU	81
A.2	CÓDIGO DO COLETOR DE INFORMAÇÕES DO OPENGK.....	81
A.3	CÓDIGO DO FILTRO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS DO OPENMCU	81
A.4	CÓDIGO DO FILTRO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS DO OPENGK.....	82
A.5	CÓDIGO JSP/HTML : INTERFACE DE GERÊNCIA PROPOSTA –VERSÃO 1.0.....	83
	ANEXO B – PARÂMETROS DE INICIALIZAÇÃO DO <i>OPENMCU</i>.....	90
	ANEXO C - INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DOS <i>SOFTWARES</i>	91
C.1	SOFTWARES DO PROJETO OPENH.323:	91
C.2	SOFTWARES CLIENTES H.323	95

Lista de figuras

Figura 1: Conferência ponto-a-ponto.	29
Figura 2: Conferência multiponto.	29
Figura 3: Conferência Unicast.	30
Figura 4: Conexão <i>multicast</i> – em grupo.....	31
Figura 5: Conexão <i>multicast</i> – <i>one-way</i>	31
Figura 6: Visão Geral da Arquitetura H.323.....	35
Figura 7: Componentes de um terminal H.323.....	36
Figura 8: <i>Gateway</i> H.323/PSTN.	37
Figura 9: <i>Gatekeeper</i> H.323.....	40
Figura 10: Unidade de Controle Multiponto.....	41
Figura 11: MCU – centralizado e descentralizado.	43
Figura 12: MCU – descentralizado e híbrido.....	44
Figura 13: Mapa de interconexão dos pontos de presença na RNP.	46
Figura 14: Mapa das localidades e velocidades conectadas à RCT-SC.....	47
Figura 15: Ambiente de testes de conferência sobre IP.	56
Figura 16: Fluxograma do Ambiente de Gerência proposto.....	62
Figura 17: Interface do Ambiente de Gerência de Conferência via Web proposto.	64
Figura 18: Experimento de validação do ambiente de videoconferência.....	66
Figura 19: Tela Netmeeting conectado ao <i>OpenMCU</i>	67
Figura 20: Tela CuSeeMe conectado ao <i>OpenMCU</i>	68
Figura 21: Tela GnomeMeeting conectado ao <i>OpenMCU</i>	68
Figura 22: Tela de configuração do <i>gatekeeper</i> no Netmeeting.	96

Figura 23: Tela de configuração do <i>gatekeeper</i> no CuSeeMe.....	97
Figura 24: Tela de configuração do <i>gatekeeper</i> no GnomeMeeting.....	98

Lista de tabelas

Tabela 1: Comparação clientes H.323	52
Tabela 2: Comparação entre o suporte aos <i>codecs</i> em clientes H.323	53

Lista de quadros

Quadro 1: Procedimento de instalação do <i>Expect</i>	59
Quadro 2: Comandos de compilação e instalação do <i>OpenH323</i>	91
Quadro 3: Comandos de compilação e instalação do <i>PWLib</i>	92
Quadro 4: Comandos de compilação e instalação do <i>OpenMCU</i>	93
Quadro 5: Comando de inicialização do <i>OpenMCU</i>	93
Quadro 6: Comandos de compilação e instalação do <i>OpenGK</i>	94
Quadro 7: Comando de inicialização do <i>OpenGK</i>	95
Quadro 8: Comando de instalação do GnomeMeeting em Debian.....	98

Lista de abreviaturas

CCITT	Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
CODEC	Compression and Decompression Components
CPU	Central Processing Unit
FUNCITEC	Fundação Catarinense de Ciência e Tecnologia
GK	Gatekeeper
IBM	International Business Machine Corporation
HTTP	Hyper Text Transmission Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IGCP	Inter-GK Communications Protocol
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
ITU-T	International Telecommunications Union
LAN	Local Area Network
MC	Multipoint Controller
MCU	Multipoint Control Unit
MIB	Management Information Base
MP	Multipoint Processor
MTU	Maximum Transmission Unit
OSI	Open System Interconnection
POP-SC	Ponto de Presença na RNP de Santa Catarina

PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RAS	Registration/Admission/Status
ReMAVs	Redes Metropolitanas de Alta Velocidade
RNP	Rede Nacional de Pesquisa
RCT2	Rede Catarinense de Ciência e Tecnologia
SNMP	Simple Network Management Protocol
TCL	Tool Command Language
TCP	Transmission Control Protocol
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
URL	Uniform Resource Locator
VoIP	Voice over IP
WAN	Wide Area Network

1 - Introdução

1.1 Considerações iniciais

Atualmente, com a disponibilidade de novos padrões como o H.323 e tecnologias como o OpenH.323, pode-se realizar conferências ponto a ponto e ponto a multiponto, fazendo uso de aplicações de núcleo (*core*) e *front-ends*. Da mesma forma, a criação de novas redes como a INTERNET2, RNP2, REMAVs e a RCT2, também trouxe novas possibilidades de comunicação tendo em vista que essas redes apresentam capacidade para transporte de dados, áudio e vídeo com qualidade e em tempo real [LEOP&MOR/00] .

Em 1999, foi realizada uma pesquisa por *Perey Research* [VCON/99] onde 54% dos entrevistados informaram já estar trabalhando com videoconferência nas redes IPs deles, e destes, 21% do total já a testava em laboratório, 20% utilizava em grupos de trabalho isolados, 13% utilizava em toda a rede IP da empresa e 34% em fase de pesquisa.

Para que uma videoconferência tenha eficácia é necessário que ela consiga reproduzir a mesma ou similar sensação de uma reunião face-a-face e, para que isto aconteça, muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas nas mais diferentes áreas, como: controle de admissão [YUM/95], comportamentos/fatores humanos [BODSON/89], aspectos de sistemas de videoconferência [VONDER/91], análise de tráfego [LIAO/87] e controle de congestionamento [LEUNG/00].

Essas tecnologias e padrões trouxeram, além de novos recursos e serviços, algumas necessidades aos profissionais da área de gerência de redes e até aos usuários de conferências multimídia sobre IP. Uma das grandes preocupações dos gerentes de redes, por exemplo, é que a transmissão de vídeo possa saturar a capacidade da rede e com isso afetar outros serviços importantes ou aplicações críticas [VCON/99]. Dessa forma, pode-se dizer que uma

das necessidades é a obtenção de dados referentes aos membros ativos de uma conferência, como o *software* em uso, IP origem da conexão, tempo de conexão e algumas estatísticas do tráfego realizado.

Objetivando a implantação do serviço de videoconferência para suporte ou treinamento à distância no âmbito do POP-SC (Ponto de Presença na RNP de Santa Catarina), tornou-se necessário o início do processo de escolha, análise e implantação dessa tecnologia. Uma das etapas mais importantes desse processo é a obtenção de informações que possibilitem para os mantenedores da rede a gerência desses recursos, tornando o uso desse serviço algo justificável e viável para as instituições/clientes envolvidas, que podem ser desde instituições privadas até públicas. No caso de instituições públicas, o custo de implantação de novas tecnologias é um fator decisivo, o que impossibilitaria muitas destas instituições de realizarem a compra de *hardware* e *software* necessários.

O surgimento de aplicações de código aberto trouxe novas possibilidades àqueles que pretendem ingressar no uso de tecnologias mais avançadas de comunicação por redes IP e, conseqüentemente, criou a necessidade de definição ou proposta de ambientes de gerência de conferência para essas tecnologias.

1.2 Objetivos do trabalho

1.2.1 Objetivo geral

Propor um ambiente de gerência de conferência multimídia sobre IP, utilizando o padrão H.323, tornando possível ao gerente e/ou usuário receptor da conferência, mesmo que leigo, obter uma realimentação via uma interface *Web* de como a comunicação está ocorrendo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Implantar ambiente-protótipo de conferência multimídia sobre IP operacional contendo um MCU, *gatekeeper* e clientes H.323;
- Analisar qual a solução de *software* que será adotada para MCU e *gatekeeper* no ambiente do POP-SC;
- Realizar testes para verificar as funcionalidades do MCU e *gatekeeper*;
- Estudar possibilidades de gerência do MCU e *gatekeeper*;
- Implementar extensão do código que permita a obtenção de informações de gerência para o ambiente proposto;
- Demonstrar a funcionalidade do ambiente de gerência proposto.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho é composto de seis capítulos, apresentando desde definições obtidas durante a revisão bibliográfica até descrições da implantação do ambiente proposto, conforme divisão apresentada abaixo.

No **capítulo 1** é feita uma introdução colocando em contexto o tema com outros trabalhos correlatos, citando algumas necessidades atuais para o ambiente do POP-SC e apresentando os objetivos gerais e específicos da presente pesquisa.

No **capítulo 2** é apresentada a revisão bibliográfica realizada para facilitar a compreensão e o desenvolvimento de cada etapa do tema proposto. Na revisão, basicamente são apresentadas definições referentes à gerência de redes, conferências multimídias e ao padrão H.323, que foi a base para definição do padrão aberto *OpenH.323*, empregado neste trabalho, e algumas informações básicas sobre o ambiente onde se pretende aplicar os conhecimentos desta pesquisa.

No **capítulo 3** são apresentadas informações diretamente relacionadas à Proposta do Ambiente de Gerência de Conferência Multimídia sobre IP, onde se discute a motivação que levou ao desenvolvimento do trabalho, a proposta de ambiente de gerência propriamente dita, a metodologia empregada, os recursos utilizados para o alcance dos objetivos e a interface do ambiente.

No **capítulo 4** é apresentada a descrição de alguns experimentos realizados e os resultados alcançados no ambiente de gerência implementado, com o objetivo de verificação da eficiência e eficácia deste ambiente.

No **capítulo 5** são apresentadas as conclusões a que se chegou com o desenvolvimento do trabalho, citando-se as principais contribuições e recomendando-se alguns trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas durante a pesquisa e os anexos A, B e C, contendo alguns códigos envolvidos para a obtenção, tratamento, armazenagem e disponibilização dos dados via uma interface de gerência na *Web*, os parâmetros de inicialização do *OpenMCU* e o procedimento de instalação e configuração dos softwares utilizados, respectivamente.

2 - Revisão Bibliográfica

Com o objetivo de fornecer subsídios ao leitor, de forma a facilitar a compreensão de todo o trabalho, serão apresentados aspectos básicos e tecnologias envolvendo gerência de redes, videoconferência, padrões empregados e o ambiente de desenvolvimento e implantação dessa pesquisa.

2.1 Gerência de Redes

A gerência de redes passou a ser uma das principais áreas de pesquisa em sistemas de comunicações, pois dos benefícios dela dependem todos os administradores e/ou gerentes de redes que precisam monitorar, manter e controlar o uso dos recursos físicos e lógicos de uma rede. Através de informações obtidas das unidades gerenciadas, o gerente tem a possibilidade de visualizar em tempo real, até graficamente, todas as ocorrências relevantes ao funcionamento normal e esperado da rede e seus recursos.

Atualmente um gerente de redes pode adquirir plataformas de gerência que o possibilita ao mesmo obter as informações necessárias das unidades gerenciáveis fazendo uso de *MIBs* e protocolos de gerência proprietários ou não. Muitas dessas plataformas são robustas e já trazem facilidades implementadas, como HP OpenView™, IBM NetView™, Cabletron Spectrum™, Sun NetManager™, CA Unicenter™, 3Com Transcend, enquanto outras são desenvolvidas da forma mais genérica e simples possível, tornando a obtenção das informações das unidades gerenciadas um processo mais trabalhoso, contudo mais flexível e específico às necessidades de cada gerente. De acordo com [MOURA/98], “A extensibilidade de plataformas de gerência passou a ser um imperativo pela necessidade de se construir

ambientes integrados de gerência, aos quais o administrador possa agregar a funcionalidade de controle de novos dispositivos e serviços a medida que estes surgirem.”

Quando se fala em gerência de redes, alguns termos são bastante utilizados e assim torna-se necessário expor as definições a seguir.

2.1.1 Objetos Gerenciados

Objetos gerenciados são dispositivos, sistemas e/ou qualquer outro elemento que necessita alguma forma de monitoramento e gerenciamento. Alguns exemplos de objetos gerenciados incluem roteadores, *switches*, *hosts*, servidores e aplicações como: controlador de conferências (MCU), servidores *Web*, serviços de *email*, etc.

2.1.2 Sistemas de Gerenciamento de Elementos (EMS)

Um EMS administra uma porção específica da rede. No caso do *SNMP (Simple Network Management Protocol)* seria uma aplicação de gerência utilizada para gerenciar elementos de uma rede.

2.1.3 Gerenciador de Sistemas Gerenciáveis (MoM)

Sistemas MoM integram juntos a informação associada com vários sistemas de gerenciamento de elementos, geralmente fazem alarmes correlacionados entre EMS's. Existem vários produtos que se enquadram dentro desta categoria, dentre os quais podemos mencionar *NyNEX AllLink*, *International Telematics MAXM*, *OSI NetExpert* e outros.

2.1.4 Interface do Usuário

A interface de usuário informa através de gráficos e relatórios os eventos do atual estado da rede ou de um objeto gerenciável. Baseado nas informações obtidas pelo gerente, o administrador terá condições de tomar uma ação a respeito de determinada ocorrência.

2.1.5 Áreas Funcionais de Gerência

Para otimizar a gerência de redes de computadores, a ISO (*International Organization Standard*) padronizou, em 1984, cinco áreas funcionais de gerenciamento de redes [DOWNES/00], que são:

- Gerência de Falhas
- Gerência de Contabilização
- Gerência de Configuração
- Gerência de Desempenho
- Gerência de Segurança

2.1.5.1 Gerência de Falhas

A gerência de falhas é responsável pela detecção, isolamento, registro, notificação e posterior correção de um problema. A falta de um recurso também pode ocasionar uma falha, sendo que o gerenciamento dela pode ser reativo ou pró-ativo, sendo que este último busca evitar a ocorrência de falhas no sistema gerenciado.

2.1.5.2 Gerência de Contabilização

Este tipo de gerência possibilita que sejam identificados, controlados e registrados de forma adequada os custos e o volume de recursos utilizados pelos usuários. Para isso é

necessária a determinação prévia, pelo gerente de rede, de quais informações devem ser registradas para contabilização e como e quando serão disponibilizadas as informações obtidas. De acordo com [DOWNES/00], a primeira etapa da contabilização é medir a utilização de todos os recursos importantes da rede. Após a realização de uma análise é possível determinar qual o padrão de uso atual e, conseqüentemente, estabelecer quotas de uso.

2.1.5.3 Gerência de Configuração

A gerência de configuração define os meios utilizados para identificar, coletar dados, supervisionar e controlar a configuração dos componentes do ambiente OSI, no sentido de garantir a operação contínua do serviço de comunicação [COOKBOOK/00]. Pode-se dizer também que é a mais importante parte da gerência de redes, pois de acordo com o *status* dos objetos gerenciáveis e as necessidades do gerente, este poderá fazer alterações, inclusões e exclusões de elementos de rede ou algum de seus serviços.

Baseado nas informações obtidas durante a avaliação de desempenho, recuperação de falhas ou problemas de segurança o gerente é capaz de alterar a configuração dos objetos gerenciáveis, alcançando assim o funcionamento desejável dos elementos de rede e seus serviços.

2.1.5.4 Gerência de Desempenho

O bom desempenho da rede é um dos fatores mais desejados por um gerente de rede, pois enquanto tudo estiver ocorrendo de maneira satisfatória para o usuário, o gerente terá condições de desenvolver as demais atividades. O gerenciamento do desempenho de uma rede consiste em monitorar o fluxo de pacotes na rede, visualizando a quantidade de quadros

trafegando pelo elemento gerenciado, e permitindo medir e avaliar o comportamento dos recursos gerenciados, como a taxa de erro, utilização da largura de banda, vazão e o tempo de resposta.

Conforme [DOWNES/00], a gerência de desempenho envolve três etapas principais. Na primeira etapa, os dados de desempenho são coletados em variáveis que interessam aos administradores da rede. Na segunda etapa, os dados são analisados para determinar os níveis de normalidade (perfil). Por fim, limites apropriados de níveis de desempenho são determinados para cada variável importante, de forma que, se algum desses limites for ultrapassado, será indicado um problema na rede a ser verificado.

2.1.5.5 Gerência de Segurança

A gerência de segurança é uma das áreas onde se observa uma grande evolução nos últimos tempos. Através do gerenciamento de segurança pode-se proteger e controlar a segurança dos recursos da rede e informações dos usuários. A definição e o planejamento de políticas de segurança adequadas para cada realidade proporcionam ao usuário a disponibilidade e a confiabilidade dos recursos de rede e as informações que por eles trafegam.

2.2 Conferência multimídia sobre IP

O rápido avanço das redes e o surgimento de novas tecnologias, assim como o aprimoramento das já existentes, tornaram possível num curto espaço de tempo a realização de conferências entre pontos distantes. Tecnologias de redes mais velozes, aliadas à *softwares* e todo um *hardware* de suporte capacitados para suprir as necessidades do cliente, passaram a

realizar controle de qualidade de serviço (QoS), transmissão sob demanda e tornaram possíveis o desenvolvimento de aplicações mais avançadas, com a transmissão dos mais diferentes tipos de mídias e tráfegos desejados.

Uma videoconferência, em sua forma mais básica, é a transmissão de imagem e voz entre dois ou mais locais separados fisicamente, utilizando câmeras de vídeo, microfones, monitores de vídeo e caixas de som [COOKBOOK/00]. A videoconferência possibilita a comunicação em grupo ou pessoa-a-pessoa no qual os participantes não dependem mais de locomoção geográfica para desenvolver trabalhos cooperativos ou compartilhar informações e materiais de trabalho. Uma grande variedade de soluções para videoconferência passou a ser disponibilizada e, atualmente, encontram-se soluções para a necessidade de cada usuário, para o *hardware* que ele possua e até a qualidade de serviço que ele deseja.

Atualmente, a maioria das videoconferências envolve o uso de uma sala em cada localidade geográfica, dotada de uma câmera de vídeo especial e facilidades para apresentação de documentos. Em alguns sistemas, simula-se uma reunião como se todos os participantes estivessem na mesma sala, ao redor de uma mesa. Em geral, a videoconferência tradicional precisava de uma interconexão especial entre os pontos participantes que disponibilizasse grande largura de banda e longo alcance, geralmente apresentando alto custo, mas atualmente estão sendo utilizadas redes ISDN e ATM, que possibilitam os recursos necessários para a realização de uma videoconferência e com custo menor.

Com os avanços da tecnologia, proporcionando processadores mais rápidos e melhores esquemas de compressão de dados, um novo tipo de videoconferência, a conferência *desktop*, tornou-se viável. Ao contrário das videoconferências em salas especiais, exigindo equipamentos especiais e caros, a videoconferência em *desktop* pode ser realizada através da

inclusão de *software* e *hardware* em computadores padrão. Uma alternativa mais simples é a áudio-conferência [MOORE/98], uma conferência semelhante, mas somente com transmissão de voz e que também necessita de algum tipo especial de gerenciamento, controle e garantia de segurança.

2.2.1 Conceitos de Videoconferência

2.2.1.1 Classificação

Há várias formas de classificação de uma videoconferência. Algumas delas referem-se principalmente à localização e infra-estrutura utilizada, outras classificam de acordo com o tipo de comunicação entre os equipamentos dos participantes.

De acordo com [MENDIZÁBAL/98], os sistemas de videoconferência são classificados em dois tipos:

Videoconferência baseada em estúdio: realizada em salas especialmente preparadas com modernos equipamentos de áudio, vídeo e *codecs*¹ para fornecer vídeo e áudio de alta qualidade para reuniões, palestras e cursos.

Videoconferência em computador: realizada em residência ou escritório, usando computador pessoal equipado com *hardware* e *software* adequado. É economicamente mais viável que a videoconferência baseada em estúdio e, portanto, mais apropriada para o uso individual, ou para pequenos grupos. Porém, o compartilhamento de largura de banda entre os

¹ Um conjunto de algoritmos (em hardware ou software) que faz a codificação e decodificação do áudio e vídeo, geralmente como objetivo de comprimi-los, reduzindo o espaço necessário para armazená-los e economizando largura de banda da rede para transmiti-los.

pacotes de áudio e vídeo e outros tipos de dados da rede pode causar uma perda na qualidade da videoconferência, surgindo problemas como retardos no som ou atualização do vídeo.

De acordo com [WILLEBEEK-LEMAIR/97], a videoconferência pode ser classificada da seguinte forma:

Baseada em circuitos: utilizam uma conexão dedicada em cada sistema final, usualmente ISDN (*Integrated Services Digital Network*) e padrões *codec* H.320. Esse tipo de videoconferência não sofre interferência do tráfego de outros dados, mas requer equipamentos adicionais. Nesse tipo de videoconferência são usadas Unidades de Controle Multipontos (*Multipoint Control Unit – MCU*) para conectar as partes e controlar o áudio e vídeo que serão distribuídos para todos os participantes.

Baseado em pacotes: utilizam conexão de dados normais para videoconferência, como Ethernet e *Frame Relay*, entre outros. Nesse tipo de videoconferência não há a necessidade de uso de MCUs e todos os participantes recebem todos os dados. Assim, todos os participantes devem fazer o papel do MCU, decidindo o que querem ver e ouvir. Nestes sistemas, a videoconferência está sujeita a interrupções causadas pelo tráfego de outras aplicações na rede. Como exemplo desse tipo de abordagem, temos o *Multicast Backbone* (Mbone).

2.2.1.2 Vantagens da videoconferência

O uso da videoconferência apresenta uma série de vantagens e algumas delas são apresentadas abaixo:

- Economia de tempo, evitando o deslocamento físico para um local especial.
- Economia de recursos, com a redução dos gastos com viagens.

- Mais um recurso de pesquisa, já que a reunião pode ser gravada e disponibilizada posteriormente [SANTOS/98].

Além destes aspectos, os *softwares* que apóiam a realização da videoconferência, em sua maioria, permitem também, através da utilização de ferramentas de compartilhamento de documentos:

- Visualização e alteração de documentos, pelos integrantes da videoconferência, em tempo real;
- Compartilhamento de aplicações; e,
- Compartilhamento de informações (transferência de arquivos).

2.2.1.3 Formas de conexão em uma videoconferência

Em videoconferência, ou outro sistema multimídia, normalmente dois tipos de dados são enviados: os dados de controle e os dados multimídia. Dados de controle são enviados sob protocolos confiáveis enquanto os dados multimídia são em tempo real [CHODOREK/02]. Existem diversas formas de realizar uma videoconferência de forma que todos os participantes recebam os dados multimídia e cada uma delas com suas vantagens e desvantagens, conforme apresentadas abaixo:

- **Conferência Ponto-a-Ponto:** é a conexão realizada um-a-um (Figura 1), ou seja, cada sistema final ou ponto final (*endpoint*) deve executar o *software* de videoconferência em seu equipamento. Ela pode ser realizada através da Internet ou rede conectando-se diretamente através do número IP de cada terminal participante.



Figura 1: Conferência ponto-a-ponto.

- **Conferência Multiponto:** na conferência multiponto há um ponto central (Figura 2) que tem a funcionalidade de enviar e receber informações para cada sistema final, fazendo uso do mesmo meio de comunicação.

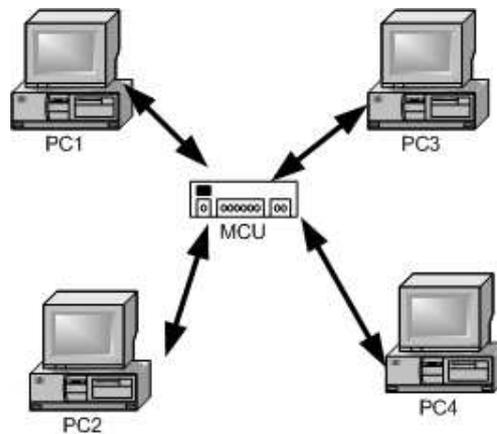


Figura 2: Conferência multiponto.

Pode-se ainda classificar a videoconferência de acordo com a forma de envio das mensagens para receptores diferentes como: *unicast*, *broadcast* e *multicast* [BORTOLUZZI/99].

- **Conferência Unicast:** cada receptor receberá uma mensagem enviada diretamente para ele (Figura 3), portanto o número de mensagens na rede pode ser alto caso vários sistemas finais tenham que recebê-la. Dessa forma, observa-se que o *Unicast* tem um sério problema quanto ao seu uso devido a escalabilidade.

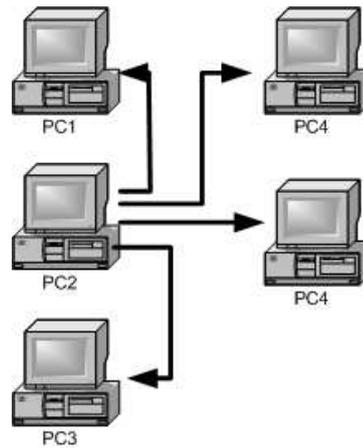


Figura 3: Conferência Unicast.

- **Conferência *Broadcast* ou difusão:** a mensagem é enviada uma única vez para a rede e o descarte delas é feita pelo usuário que não desejá-la. Para que essa abordagem seja adotada, a rede precisa oferecer suporte à difusão e será necessário processamento por todos os sistemas finais, podendo haver repetição de mensagens para interfaces onde nenhum sistema final teria que recebê-las.
- **Conferência *Multicast*:** na conferência *multicast* os participantes estão “ouvindo” as mensagens enviadas para um determinado endereço. Assim, só uma mensagem precisa ser enviada e todos os participantes registrados no grupo *multicast* a receberão. A grande vantagem dessa abordagem é o fato dela conservar a largura de banda, diferentemente da conferência *Unicast*.
- Uma conferência *multicast* pode ser de dois tipos [CARNEIRO/99]:
 - **Conferência em grupo:** é uma conferência interativa onde todos os sistemas finais que estão conectados podem enviar e receber tanto áudio como vídeo.



Figura 4: Conexão *multicast* – em grupo.

- **Cybercast (ou conferência "one-way"):** neste tipo de conferência *multicast*, a recepção e transmissão de áudio e vídeo somente é possível pelo criador da videoconferência, enquanto os demais simplesmente recebem.

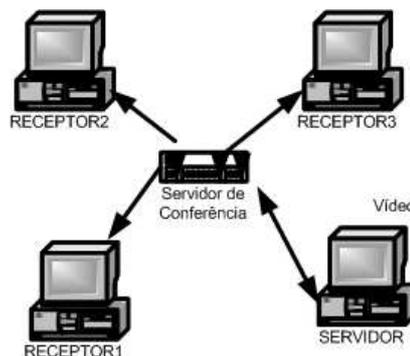


Figura 5: Conexão *multicast* – *one-way*.

Apesar de ser bem menos flexível que a conexão em grupo, a conexão *one-way* é bem mais simples de implementar, pois não existe a necessidade de controle de qual usuário (sistema final) tem o direito de falar no momento, diferente do que ocorre na comunicação *multicast* em grupo.

2.3 O Padrão H.323

2.3.1 Definição

O padrão H.323 é uma recomendação do ITU (União Internacional de Telecomunicações), aprovada em 1996, que provê uma base tecnológica, especificando componentes, protocolos e procedimentos para comunicações de dados, áudio e vídeo, para redes baseadas no protocolo IP. Este padrão permite também que produtos de multimídia e aplicações de fabricantes diferentes possam interoperar de forma eficiente e que os usuários possam se comunicar sem preocupação com velocidade da rede.

Como nessa pesquisa estão sendo usadas tecnologias de videoconferência baseadas em H.323 e no Projeto *OpenH.323*, é importante apresentar uma visão deste padrão, assim como os seus benefícios, a arquitetura e suas aplicações.

Em 1990 o ITU aprovou o H.320 para dar suporte a videoconferência sobre ISDN e outros tipos de rede de circuito-chaveado, mas como o ISDN se mantinha como uma tecnologia cara, foi necessário criar um novo padrão que herdasse os benefícios do H.320 e que pudesse ser aplicado em tecnologias mais econômicas, surgindo assim o H.323 [KARVE/99]. Essa recomendação passou a fazer parte de uma série de padrões de comunicação, conhecida como H.32X, que inclui especificações H.320 e H.324, para comunicações ISDN e de PSTN, respectivamente.

Também devido à flexibilidade dessa recomendação, as aplicações H.323 estão se tornando cada vez mais populares e dentre as principais razões estão:

- O uso dessa recomendação possibilita que o usuário/cliente utilize a infraestrutura de redes que ele já possui.
- As tecnologias utilizadas em redes baseadas em IP estão apresentando avanços significativos e tornando-as cada vez mais sólidas no mercado, com possibilidades de largura de banda desde o Ethernet (10Mbps) até o Gigabit Ethernet (1Gbps).
- Os fabricantes têm disponibilizado no mercado computadores pessoais com capacidades multimídia cada vez mais poderosas, implementando instruções específicas e processadores aceleradores de multimídia.
- Há possibilidade de interoperabilidade no H.323 entre LANs e outras redes.
- É possível administrar com o H.323 a quantidade da largura de banda reservada para conferências. Além disso, o suporte à comunicação Multicast também reduz exigências de largura de banda.
- Grandes empresas como a IBM, Microsoft e Intel têm apoiado a especificação H.323. Dessa forma, o desenvolvimento de produtos e serviços por essas empresas, envolvendo essa especificação, dão ao mercado uma certa segurança e aumentam o interesse no uso da tecnologia.

2.3.2 Benefícios da Especificação

Em [PINHEIRO/00] foram apresentados alguns benefícios desta especificação que serão ilustrados de forma resumida.

Padrões de Codec – o H.323 estabelece padrões para compressão e descompressão de dados de áudio e vídeo, garantindo a interoperabilidade entre os equipamentos de fabricantes diferentes desenvolvidos baseados nestes padrões.

Interoperabilidade – o padrão estabelece métodos que possibilitam a comunicação entre o emissor e receptor, ajustando possíveis diferenças de velocidade entre estes, além de garantir que o receptor consiga descompactar a informação e estabelecer ligação de chamada comum e protocolos de controle.

Independência entre Redes - O H.323 é projetado para ser usado em arquiteturas de redes comuns. Como a tecnologia de redes e as técnicas de administração de largura de banda evoluem, as soluções baseadas no H.323 também poderão tirar proveito desses avanços.

Independência de Plataforma e Aplicação - O H.323 não depende do *hardware* ou sistema operacional que está em uso. As plataformas H.323 estão disponíveis para diversas plataformas de *software* ou *hardware*.

Suporte Multiponto – Embora o H.323 possa apoiar conferências de três ou mais usuários sem requerer uma unidade de controle multiponto (MCU), este padrão pode definir uma arquitetura mais poderosa e flexível para ser gerente de conferências multiponto.

Administração de Largura de Banda – um dos grandes problemas hoje nas redes é o controle da largura de banda e sabe-se que o tráfego de vídeo e áudio demanda muito desse recurso, podendo causar até congestionamentos. Gerentes de redes podem limitar o número de conexões simultâneas H.323 dentro da rede, ou até mesmo a largura de banda disponível para aplicações H.323, garantindo assim que não ocorrerá um tráfego dentro da rede a ponto de prejudicar algum outro recurso.

Flexibilidade - Uma conferência H.323 pode incluir usuários com tecnologias diferentes. Por exemplo, um terminal somente com capacidade de áudio pode participar em uma conferência junto com terminais que têm capacidades de dados e/ou vídeo. Além disso, um terminal multimídia H.323 pode compartilhar dados de uma vídeo conferência com um

terminal de dados T.120², enquanto compartilhando voz, vídeo e dados com outros terminais H.323.

Conferência Inter Redes - Muitos usuários querem uma conferência de uma LAN para uma rede distante. Por exemplo, o H.323 estabelece meios de unir sistemas de videoconferência em *desktops*, baseados em LAN, com sistemas de grupo baseados em ISDN.

2.3.3 Visão Geral da Arquitetura

A Recomendação H.323 cobre as exigências técnicas para serviços de comunicações de áudio e vídeos em redes que não provêm uma garantia de Qualidade de Serviço (QoS) [PINHEIRO/00]. A Figura 6 apresenta um sistema H.323 e seus componentes.

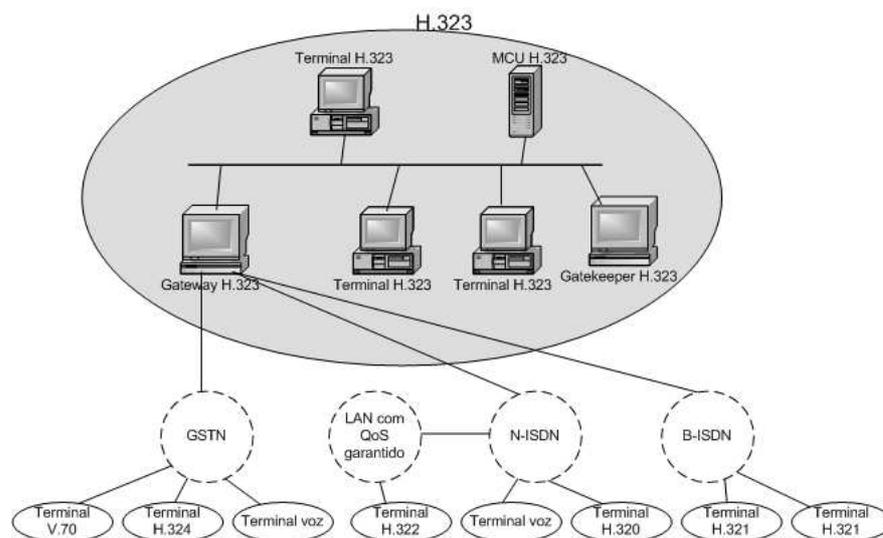


Figura 6: Visão Geral da Arquitetura H.323.

São definidos no H.323 quatro componentes principais para um sistema de comunicações baseados em redes: terminais, *gateways*, *gatekeepers*, e Unidades Controle

² Recomendação do ITU-T que cobre compartilhamento de documento e aplicações (muitas vezes chamadas conferência de dados), partes de uma conferência multimídia [DOMINGUES/00].

Multiponto (MCU). Será apresentada abaixo uma breve descrição do que são e para que servem cada um desses componentes.

2.3.4 Terminais ou Sistemas Finais

São todas as estações clientes da rede que fornecem comunicação em tempo-real e em duas direções. Os terminais têm que apoiar comunicações de voz e vídeo, sendo que a transmissão de dados é opcional. A Figura 7 apresenta os componentes de um terminal.

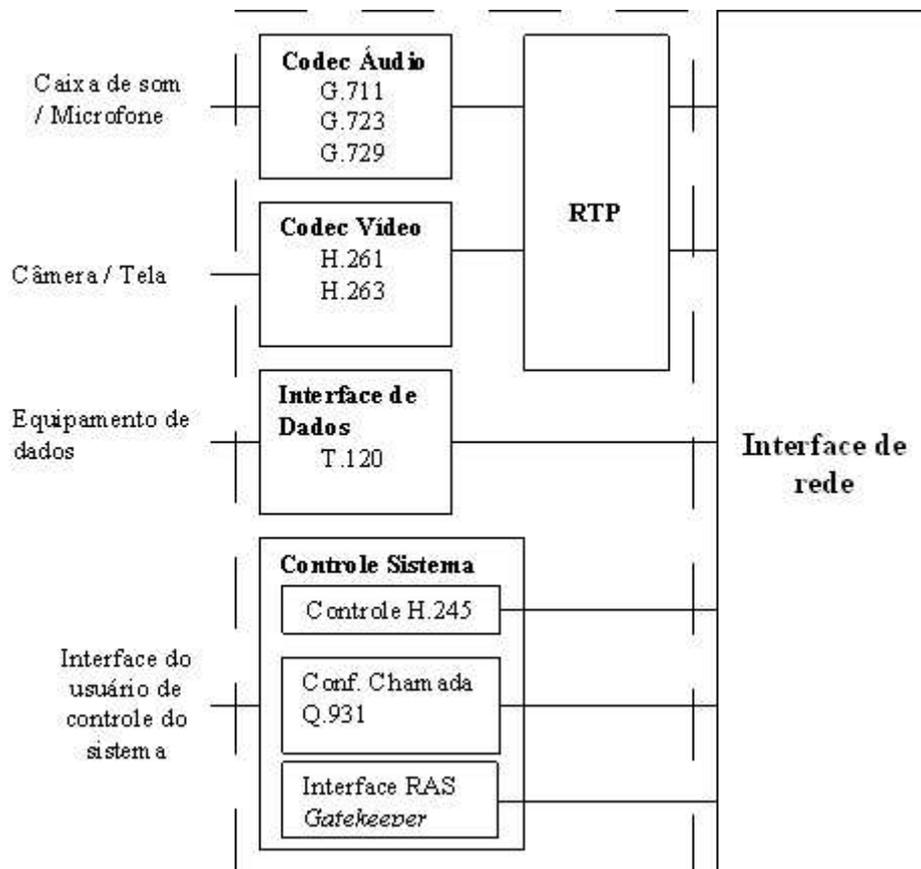


Figura 7: Componentes de um terminal H.323.

Todos os terminais H.323 também têm que suportar H.245, que são usados para negociar o uso do canal e velocidades. São requeridos três outros componentes: Q.931 para

sinalização e configuração de chamadas; um componente chamado *Registration/Admission/Status* (RAS) que é um protocolo usado para comunicação com um *Gatekeeper*; e um suporte para RTP/RTCP para sequenciamento de pacotes de áudio e vídeo.

Componentes opcionais em um terminal H.323 são codificadores de vídeo, os protocolos de conferência de dados T.120, e as habilidades de MCU que serão apresentadas na seção 2.3.7.

2.3.5 Gateways

Em uma conferência H.323 a existência de um *gateway* é opcional, apesar dele fornecer alguns serviços como: função de tradução entre os terminais de conferência H.323 e outros tipos terminais (Figura 8), tradução entre *codecs* de áudio e vídeo e execução de configuração de chamada.

Com o transcoder apropriado, *Gateways* H.323 podem dar suporte a terminais que obedeçam as especificações H.310, H.321, H.322, e V.70 [PINHEIRO/00].

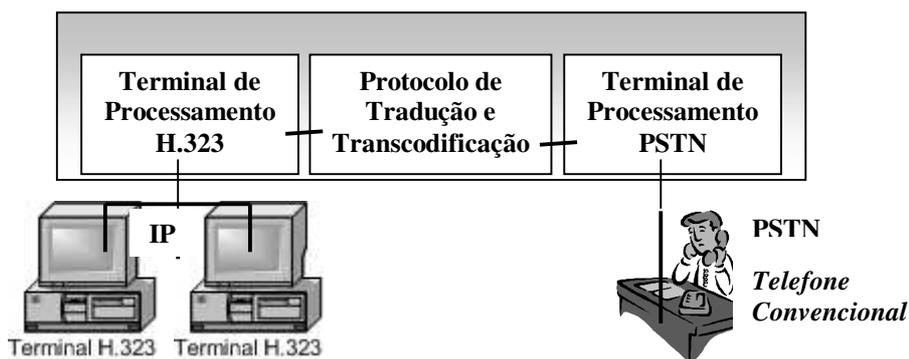


Figura 8: *Gateway* H.323/PSTN.

O uso de *gateways* não é necessário quando não for preciso realizar conexões com outras redes com tecnologias diferentes, ou seja, os terminais envolvidos podem se comunicar diretamente. Um exemplo prático dessa situação é o ambiente de testes montado para a realização desta pesquisa e apresentado na Figura 15, onde todos os terminais ou estações envolvidas utilizam a mesma tecnologia, não sendo necessário a utilização de um *gateway*.

2.3.6 *Gatekeeper*

Em [PINHEIRO/00] ressalta-se a importância do uso de um *gatekeeper* em uma rede com H.323, citando a atuação desse elemento como o ponto central para todas as chamadas dentro de sua zona³ H.323 e provedor de serviços de controle de chamada para estações registradas.

Não é necessário o uso de um *gatekeeper* em um sistema H.323, mas parte-se do princípio que se existir um *gatekeeper* na rede, os terminais deveriam fazer uso dos serviços oferecido por ele e definido pelo *RAS* como: endereços de tradução, controles de admissões, controles de largura de banda e administradores de zona.

Os *gatekeepers* executam duas funções de controle de chamada importantes: tradução de endereço dos apelidos de terminais de rede e *gateways* para endereços IP ou IPX (como definido na especificação *RAS*) e administração de largura de banda. A primeira função torna mais amigável a localização de um outro ponto na rede para a realização de uma conferência, afinal será mais fácil ao usuário lembrar de um “apelido” ou nome do outro ponto do que seu

³ É a coleção entidades H.323, como terminais, MCUs e *gateways* administrados por um *gatekeeper* [ROY/00].

número IP. Da mesma maneira, a segunda função é bastante útil possibilitando a determinação de um limite, pelo gerente de rede, do número de conferências simultâneas na rede. Dessa forma, o gerente da rede tem condições de limitar parte da largura de banda da rede para as conferências e garantir banda para as aplicações executadas em paralelo, como e-mail, transferência de arquivo e aplicações de gerência.

Um gatekeeper também tem a capacidade de fazer roteamento de chamadas H.323, trazendo alguns benefícios como: redirecionamento de uma chamada para outra estação (caso a estação inicialmente chamada não esteja disponível/acessível), apoio nas decisões que envolvam balanceamento entre *gateways* múltiplos, desviando chamadas para *gateways* que estejam menos sobrecarregados.

Do ponto de vista de gerenciamento de largura de banda, muitos *gatekeepers* permitem que esta seja controlada de acordo com algumas políticas, como: limitar a taxa máxima de conferência por usuário; limitar a taxa máxima de conferência por um grupo de usuários ou um segmento de rede; limitar todas as taxas de conferências agregadas para um percentual do total da largura de banda da rede; e limitar o número máximo de terminais H.323 que podem usar a rede simultaneamente. Como se pode observar, o *gatekeeper* pode ser um componente crítico no gerenciamento de largura de banda de uma rede [VCON/99].

Na Figura 9 é mostrada uma zona H.323 onde o *gatekeeper* está presente e conseqüentemente possibilitando a agregação de todas as suas funcionalidades aos serviços de conferência multimídia.

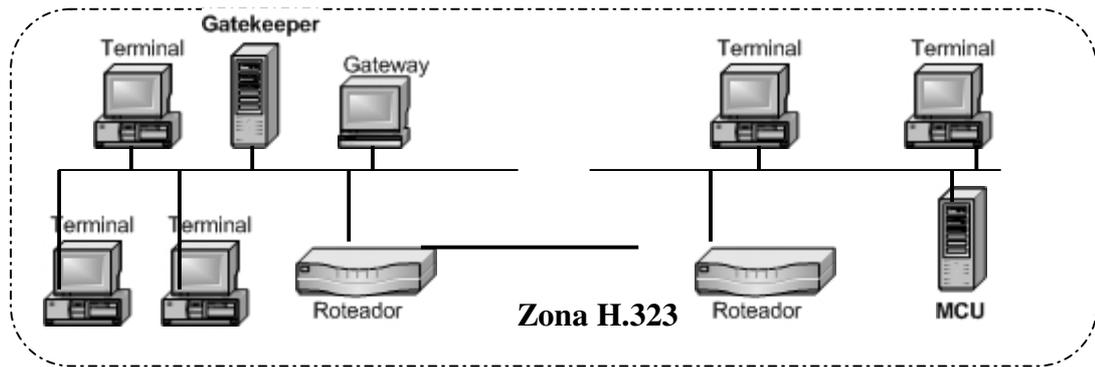


Figura 9: Gatekeeper H.323.

O uso de *gatekeeper* também é importante para a realização de conferências multiponto, pois este fará o redirecionamento do canal de controle H.245 para um controlador multiponto (MC). Cabe ressaltar que o *gatekeeper* não precisará processar a sinalização H.245, mas somente repassá-la entre os terminais ou entre os terminais e o MCU.

A importância da aplicação de *gatekeepers* em zonas H.323 é tal que proporcionou o desenvolvimento de algumas pesquisas relacionadas ao uso de *gatekeepers* distribuídos e protocolos de comunicação *inter-gatekeepers*, como o IGCP (*Inter-GK Communications Protocol*), como o trabalho apresentado em [ROY/00]. No item 3.3.1 deste trabalho serão apresentadas algumas informações referentes ao *gatekeeper* utilizado no ambiente proposto.

2.3.7 Unidade de Controle Multiponto (MCU)

A Unidade de Controle Multiponto (MCU) é um elemento do H.323 composto obrigatoriamente de um Controlador Multiponto (MC⁴) e opcionalmente por um ou mais Processadores Multipontos (MP), conforme mostra a Figura 10. A utilização de um MCU

⁴ Um MC pode ser localizado dentro de um *Gatekeeper*, *Gateway*, terminal ou MCU.

possibilita a realização de conferências entre 3 (três) ou mais terminais e as funções desse elemento estão distribuídas entre o MC e o MP.

O MC tem a função de dirigir negociações H.245 entre todos os terminais para determinar velocidades comuns para os processos de áudio e vídeo e controlar recursos de conferência determinando se os fluxos de áudio e vídeos serão ou não *multicast*. Já ao MP, cabe tratar diretamente qualquer tipo de fluxo de mídias, processando os bits de áudio, vídeo e dados. Algumas das funções do MC e MP podem existir em componentes dedicados ou até sendo parte de outros componentes H.323.

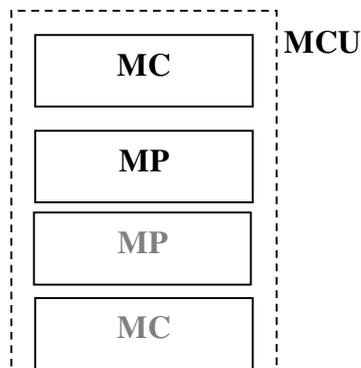


Figura 10: Unidade de Controle Multiponto

2.4 Conferências Centralizadas e Descentralizadas

De acordo com a recomendação H.323, são usados conceitos de conferências multipontos centralizadas e descentralizadas.

2.4.1 Conferências centralizadas

Para a realização de conferências multipontos centralizadas é necessária a existência de um MCU para uma conferência multiponto. Um MCU típico suporta conferências de multiponto centralizado, e consiste de um MC e um MP de áudio, vídeo e/ou dados. Dessa maneira, todos os terminais enviam áudio, vídeo, dados e fluxos de controle para o MCU de

forma ponto-para-ponto (Figura 11). O MC administra a conferência usando funções de controle H.245 que também definem as capacidades para cada terminal. O MP faz o *mixer* de áudio, distribuição de dados e funções de chaveamento/*mixer* de vídeo, executadas em conferências de multiponto típicas, mandando de volta aos terminais participantes os fluxos resultantes. O MP também pode prover conversão entre *codecs* diferentes e taxas de bits, além de poder usar *multicast* para distribuir o vídeo processado. [PINHEIRO/00].

Uma vantagem da conferência centralizada é que todos os terminais H.323 suportam comunicações ponto-a-ponto. O MCU pode produzir múltiplos elementos *unicasts* para os participantes de conferência e nenhuma capacidade extra da rede é requerida. Alternativamente, o MCU pode receber *unicasts* múltiplos, *mixers* de áudio e vídeo, e fluxos *multicast*, conservando a largura de banda de rede.

2.4.2 Conferências descentralizadas

Esse tipo de conferência também pode fazer uso da tecnologia *multicast*, onde os terminais *multicast* H.323 compartilham áudio e vídeo com outros terminais sem enviar os dados a um MCU. Como na conferência centralizada, aqui o controle de dados de multiponto também é processado pelo MCU, e ainda são transmitidas informações de canal de controle H.245 em um modo de ponto-para-ponto para um MC, assim como o MP também pode prover seleção de vídeo e *mixer* de áudio. Na conferência descentralizada os terminais receptores são responsáveis pelo processo de fluxos múltiplo de áudio e vídeos e utilizam canais de controle H.245 para informar ao MC o quanto de vídeo simultâneo e fluxos de áudio eles podem decodificar.

Na Figura 11 é apresentado o fluxo de comunicação entre os terminais e o MCU envolvidos na conferência multiponto centralizada e descentralizada.

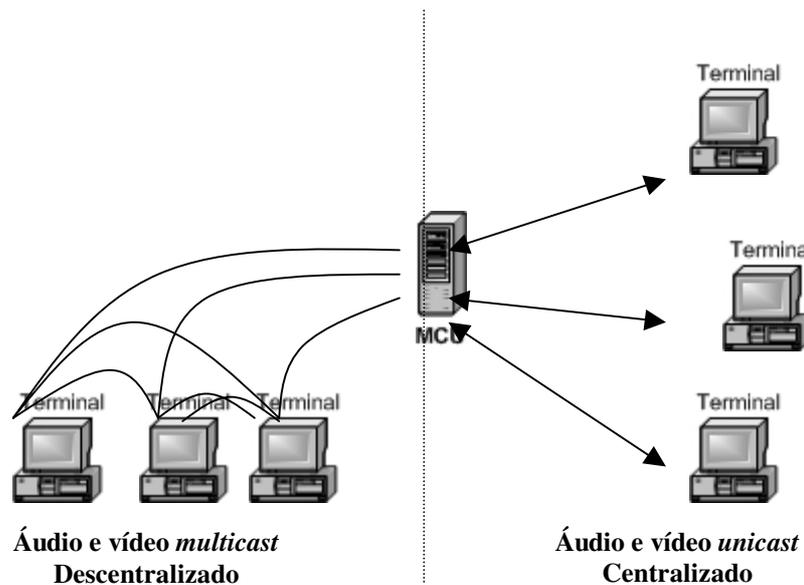


Figura 11: MCU – centralizado e descentralizado.

Pode-se observar na Figura 11 que o H.323 também suporta uma mistura de conferências multiponto onde alguns terminais estão em uma conferência centralizada, outros estão em conferência descentralizada. Nessa situação, um MCU faz a ponte entre os dois tipos e o terminal só está atento no modo de conferência na qual ele envia e recebe, mas não na natureza mista da conferência.

Além das conferências multipontos citadas acima, podem existir conferências multipontos híbridas, que usam uma combinação de características de ambas. Os sinais H.245, e outros fluxos de áudio ou vídeo são processados por mensagens ponto-a-ponto ao MCU, enquanto o áudio ou vídeo é transmitido a um terminal H.323 por *multicast*.

O suporte ao *multicast*, previsto na recomendação do H.323, possibilita um uso mais eficiente da largura de banda, mas em situações onde for necessário muito processamento, provavelmente irão sobrecarregar os terminais, pois terão que fazer um *mixer* e chaveamento dos seus próprios fluxos de áudio/vídeo. Uma solução para isso seria o suporte de *multicast* em roteadores e *switches* de redes.

Em [PINHEIRO/00] foi apresentado um exemplo de como seria uma conferência híbrida, onde uma conferência multiponto foi configurada para três clientes (Figura 12). Um terminal B executa a função de MC e os terminais poderiam usar *multicast* para participar em uma conferência descentralizada. Cada nó teria a função de MP, fazendo o *mixer* de áudio e apresentando os sinais de áudio e vídeo para o usuário. Dessa forma minimiza-se a necessidade de recursos especializados de rede, mas por outro lado exige-se que a rede esteja configurada para dar suporte ao *multicast*.

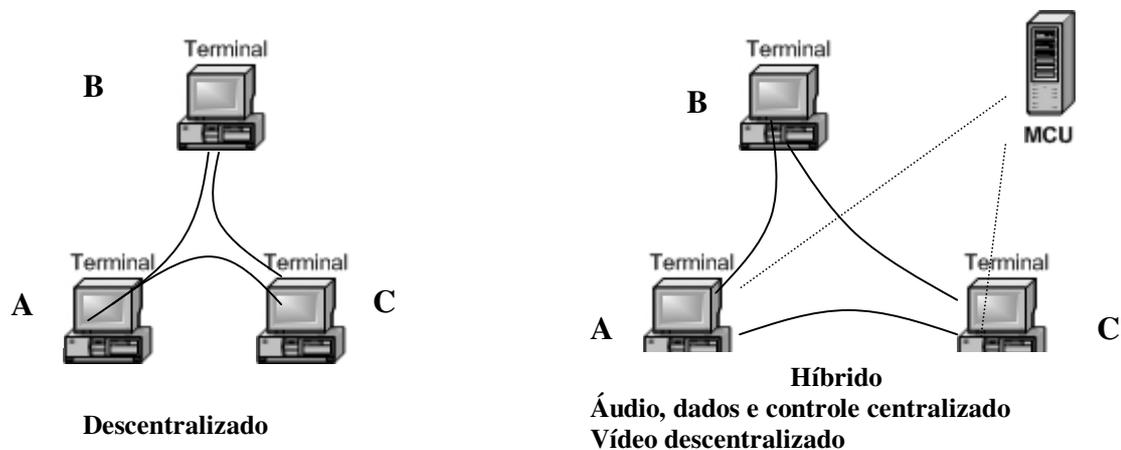


Figura 12: MCU – descentralizado e híbrido

Na configuração híbrida, um MCU separado, que pode ser um sistema dedicado ou um terminal com maior capacidade computacional, pode ser usado para direcionar somente áudio, dados e funções de controle. Nesta configuração o vídeo pode ser ainda multicast, o que conserva a largura de banda.

2.5 Ambiente de Aplicação

Tendo em vista que se pretende aplicar os conhecimentos obtidos nesta pesquisa, inicialmente, no ambiente de produção do Ponto de Presença na RNP de Santa Catarina, é importante uma breve apresentação da abrangência deste órgão e suas funções.

2.5.1 O Ponto de Presença na RNP de SC

O POP-SC opera os serviços da RNP (Rede Nacional de Pesquisa) em Santa Catarina e está fisicamente localizado no Núcleo de Processamento de Dados da UFSC. Este ponto de presença atende às necessidades operacionais da rede, à demanda de conectividade, à demanda de informações dos usuários de todo o Estado, bem como a função básica de coordenar e operar serviços Internet em Santa Catarina [POP/01].

Atualmente, são clientes ou usuários do POP-SC algumas instituições governamentais, como o CTAI (Centro de Tecnologia em Automação e Informática), algumas instituições educacionais, como a UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), RCT-SC (Rede Catarinense de Ciência e Tecnologia), CEFET-FLN (Centro Federal de Educação Tecnológica - Florianópolis), CEFET-SJ (Centro Federal de Educação Tecnológica - São José), ASSESC (Associação de Ensino de Santa Catarina), UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), RMAV-FLN (Rede Metropolitana de Alta Velocidade de Florianópolis) e empresas que se conectam à rede do POP-SC.

Na Figura 13 é apresentado o mapa de interconexão do POP-SC na Rede Nacional de Pesquisa, facilitando a percepção da abrangência de suas facilidades e serviços em âmbito nacional [RNP/02].

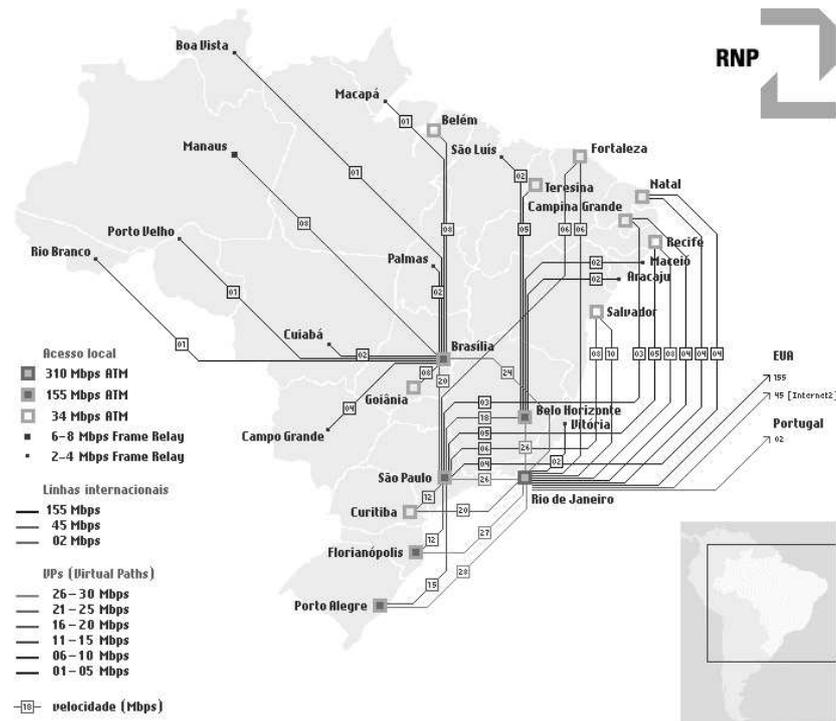


Figura 13: Mapa de interconexão dos pontos de presença na RNP.

2.5.2 A Rede Catarinense de Ciência e Tecnologia do Estado de SC

A RCT-SC é um dos principais clientes do POP-SC e atualmente abrange todo o Estado de Santa Catarina e se prevê que no horizonte de dois anos, alcançará um milhão de pessoas, correspondendo a 18,5% da população do Estado, ou seja, o dobro da média nacional ou, aproximadamente, uma pessoa em cada família [FUNCITEC/02]. Os resultados obtidos nessa pesquisa serão aplicados em ambiente de produção para facilitar a capacitação e suporte técnico às instituições conectadas mais afastadas.

Na Figura 14 [POP/01] é apresentado o mapa indicando as regiões e velocidade de conexão atualmente ativada, com a visualização da área que será beneficiada pelo ambiente de videoconferência. A importância da utilização de um ambiente de gerência de conferência é enfatizada pela grande abrangência e quantidade de usuários previstos para esse serviço.

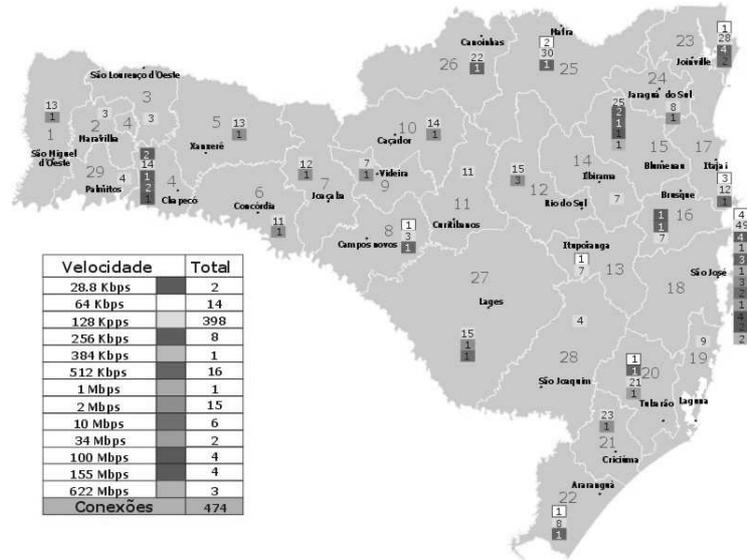


Figura 14: Mapa das localidades e velocidades conectadas à RCT-SC

Como se pode observar nas Figuras 13 e 14, a implantação de um ambiente de videoconferência gerenciado, na rede da RNP e RCT-SC, possibilitará, além da aproximação dos profissionais e instituições conectadas, a disponibilização de uma forma de gerenciamento de todos os recursos envolvidos para o compartilhamento de informações para todo o Estado e País.

3 - Ambiente de Gerência Proposto

3.1 Motivação

A implantação de um ambiente de videoconferência no âmbito do Ponto de Presença na RNP de Santa Catarina (POP-SC) tornou-se um processo necessário e inadiável tendo em vista os benefícios que serão trazidos a todas as instituições envolvidas nessa rede. Várias são as opções de mercado para *softwares* e *hardwares* que possibilitam o uso dessa tecnologia, mas o alto custo de aquisição e manutenção dos mesmos passa a ser um limitador para os que pretendem ingressar nessa nova forma de comunicação. Por outro lado, a existência de aplicações e padrões de código aberto cria uma nova oportunidade para aqueles que pretendem estudar e desenvolver algo próprio que, ao mesmo tempo, supra às suas necessidades.

Atualmente, pode-se afirmar que existem soluções de videoconferência tanto para àqueles que desejam adquirir equipamentos de ponta e usufruir seus benefícios, quanto para os que possuem tecnologias consolidadas há mais tempo, mas que ainda comportam a implantação de novos serviços. No caso da POP-SC não é diferente, pois existem *hardwares* instalados, pessoal capacitado e largura de banda suficiente que tornam viável a implantação da videoconferência nesta Rede.

A possibilidade de qualquer instituição, com uma tecnologia mínima⁵, de ter os serviços proporcionados por um ambiente de videoconferência também exige dos mantenedores a realização de controle e gerência de como a estrutura estará sendo usada, por quem, quando e por quanto tempo. Sabe-se que a atitude natural de um usuário típico é realizar uma videoconferência utilizando a maior taxa de dados possível, de forma a obter

⁵ De acordo com os requisitos dos *softwares* e *hardwares* utilizados para a realização da videoconferência

uma melhor qualidade de áudio e vídeo. Em redes onde se tem largura de banda suficiente, essa atitude facilitará a sensação de uma reunião presencial [VCON/99], mas nas redes onde a demanda por largura de banda pode ultrapassar os recursos existentes, esse tipo de atitude durante a videoconferência precisa ser gerenciado. Assim sendo, torna-se imprescindível a análise da situação atual do ambiente conectado pelo POP-SC a fim de definir uma forma de gerenciamento, garantindo a disponibilização de um serviço de conferência multimídia com os benefícios trazidos aos usuários/clientes por uma rede com serviços gerenciados.

3.2 Proposta de Trabalho

O objetivo deste trabalho é, após implantar um ambiente de conferência multimídia sobre IP, propor um ambiente de gerência que permita ao POP-SC controlar e gerenciar alguns aspectos importantes referentes às conexões e conferências que vierem a ser realizadas. Este ambiente de gerência deverá oferecer ao gerente da rede o maior número de informações possíveis disponibilizadas pelos *softwares* em uso, nos servidores da rede e pelos *softwares* dos clientes. Algumas informações oferecidas são: de onde os usuários estão conectando, por quanto tempo estão conectados, qual *software* estão utilizando, quais taxas de transmissão de áudio e vídeo estão sendo obtidas pelos usuários, etc.

3.3 Metodologia

Serão descritas, a seguir, algumas etapas necessárias para o alcance dos objetivos propostos neste trabalho.

3.3.1 Escolha de *softwares*

A pesquisa sobre os *softwares* disponíveis, que suprissem as necessidades do ambiente de conferência do POP-SC, tanto para as estações clientes como para os servidores foi o primeiro passo realizado neste trabalho. Observou-se que existem, atualmente, *softwares* para todas as necessidades e aplicações, tanto ponto-a-ponto como *multicast*, e com código aberto ou proprietário.

Alguns *softwares* para MCU e *gatekeeper* foram pesquisados e avaliados, até que se chegou a conclusão que seria melhor partir para *softwares* de código aberto, tendo em vista a possibilidade de ajustes e extensão do código para melhoria das funcionalidades e integração entre os serviços e a gerência. Além disso, outros fatores que influenciaram no descarte das aplicações de código proprietário como opção, para MCU e *gatekeeper*, nessa pesquisa foram: a difícil obtenção de informações para gerência, pois nem todos os fabricantes usam o mesmo padrão e/ou disponibilizam as mesmas informações; e o alto custo para aquisição, podendo custar até US\$ 5 mil dólares um ambiente de videoconferência, via *Web*, para 4 (quatro) participantes simultâneos⁶.

A aplicação que seria escolhida precisava apresentar também a maior quantidade possível de informações, sob forma de documentação, facilitando algum trabalho de programação necessário. Tendo essas informações como premissas para a escolha do *software* adequado, optou-se como *software* MCU e *gatekeeper* os softwares de um dos principais projetos nessa área, chamado OpenH.323 *Project*.

⁶ Fonte: *First Virtual Communications* (<http://www.fvc.com/index.htm>)

Para a escolha de *software* para os clientes H.323 analisou-se as funcionalidades e o suporte aos *codecs* mais usados, conforme mostra a tabela 1, onde:

Áudio: capacidade de transmissão/recepção de áudio;

Vídeo: capacidade de transmissão/recepção de vídeo;

Compart. Aplic: capacidade de compartilhar aplicações de um sistema final para outro sistema final;

Chat: capacidade de iniciar uma sessão de conversação entre os sistemas finais;

Quadro Branco: capacidade de abrir um quadro branco para trocar de informações entre os sistemas finais;

Transf. de Arquivo: capacidade de transferir arquivos entre os sistemas finais;

Múltiplas chamadas: capacidade de efetuar/receber outras chamadas enquanto está com uma ativa;

H.323 V2: suporte à versão 2 do padrão H.323;

Gatekeeper: possibilidade de configuração de um gatekeeper;

ILS: possibilidade de configuração de servidor ILS;

Dispon. Versão Gratuita: existência de versão do software gratuito;

S.O: Sistemas Operacionais compatíveis.

Produto	Áudio	Vídeo	Compart. Aplic.	Chat	Quadro Branco	Transf. de Arquivo	Múltiplas Chamadas	H.323 V2	Gatekeeper	ILS	Dispon. Versão gratuita	S.O
Microsoft NetMeeting	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	9X, NT
Intel VideoPhone	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	-	Não	-	Sim	9X, NT
VocalTec Internet Phone	Sim	Sim	--	Sim	Sim	--	--	-	Não	-	Sim	9X, NT, Mac
Netspeak Webphone	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	--	Sim	Não	-	Sim	9X, NT
White Pine CUSeeMe Pro	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	9X, NT
Gnome Meeting	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Linux
Macchina Pty	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	-	--	9X/NT

Tabela 1: Comparação clientes H.323⁷

⁷ Baseada na tabela comparativa localizada em [OPENH323]

Na tabela 1 pode-se observar as vantagens na utilização do *Netmeeting* e *CuSeeMe*, em Windows, e *GnomeMeeting* – em Linux, como softwares clientes H.323, pois apresentam as características básicas necessárias para o ambiente a ser montado na RCT-SC.

Na tabela 2 é apresentada a comparação entre o suporte aos *codecs* dentre alguns clientes H.323.

Produto	G.711	GSM	G.729	G.723.1	H.261	H.263
Microsoft NetMeeting	Sim	Não	-	Sim	Sim	Sim
VocalTec Internet Phone	Sim	Sim	-	Não	-	-
E-Tech Voxphone	Sim	Sim	-	Sim	-	-
Netspeak Webphone	Sim	Não	-	Sim	-	-
White Pine CUSeeMe Pro	Sim	Não	-	Sim	Sim	Sim
GnomeMeeting	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim
Macchina Pty Ltd	Sim	Sim	-	Não	-	-

Tabela 2: Comparação entre o suporte aos *codecs* em clientes H.323⁸

Durante a realização dos testes, no ambiente montado, foram utilizados nos terminais e servidores os *softwares* de videoconferência compatíveis com H.323, abaixo descritos:

- **OpenMCU:** é uma Unidade de Controle Multiponto também baseado no padrão H.323. Esse *software* exige a instalação das bibliotecas *OpenH.323* e *PWLIB*, que podem ser baixadas do site do projeto *OpenH.323*, tanto compiladas para alguns sistemas operacionais como em código-fonte para ser compilado em qualquer sistema. Dentre as principais características, o *OpenMCU* apresenta: suporte aos *codecs* de áudio G.711, GSM, MS-GSM e LPC-10 e ao *codec* de vídeo H.261; aceita múltiplas conexões simultaneamente,

possibilitando que várias conferências sejam realizadas ao mesmo tempo; permite a realização de chamadas do MCU para os sistemas finais. O *OpenMCU* funciona configurando um processo de “escuta” H.323 e fica aguardando a chegada de conexões. Quando uma conexão é estabelecida, ele determina que conferência é requerida através da sala solicitada, adicionando a chamada para esta conferência. Novas salas são criadas automaticamente e quando o terminal não informar qual sala deseja participar, será adicionado numa sala padrão. O *OpenMCU* possibilita que o áudio de todos os usuários sejam escutados, mas somente será visto o vídeo dos quatro usuários ativamente participando.

- **OpenGK:** é a implementação do *gatekeeper* feito pelo projeto *OpenH.323* e basicamente possui a capacidade de registro das entidades H.323 conectadas em videoconferência e a tradução dos apelidos dos terminais de rede e *gateways* para endereços IP. A utilização deste software foi necessária para a realização de alguns controles sobre os usuários do ambiente de videoconferência montado e a disponibilização de informações ao ambiente de gerência proposto.

- **Netmeeting:** este *software* é uma ferramenta para comunicação em tempo real, desenvolvido pela Microsoft e que permite comunicação entre indivíduos, em pares ou grupos, internet ou intranet e possibilita a transferência de áudio, vídeo e dados. Algumas vantagens desse *software* são: é gratuito (*download* na Microsoft), é baseado em padrões proprietários (o que significa que você pode comunicar-se com outros produtos baseados no mesmo padrão) e opera com dois ou mais indivíduos em uma reunião.

- **CuSeeMe:** Oferece uma forma simples de videoconferência onde cada usuário conecta-se a outros usuários em uma sessão de chat pré-combinada [WIEGLER/98]. Este

⁸ Baseada na tabela comparativa localizada em [OPENH323]

software de videoconferência da White Pine apresenta conformidade com o protocolo H.323 e possui as seguintes vantagens: possibilita escolher a sala de conferência que pretende acessar, conecta vários clientes diferentes de uma vez só, permite uso de recursos de áudio, vídeo, *chat* e compartilhamento de dados. Este *software* pode ser usado na Internet ou qualquer rede TCP/IP para conferências pessoa-a-pessoa ou em grupos, *broadcasts* e *chats*.

- **Gnomeeting:** é uma aplicação de videoconferência e *VoIP* da GNOME compatível com outros *softwares* baseados no padrão H.323 e que permite a realização de chamadas de áudio e vídeo a outros usuários utilizando outros *hardwares* e *softwares*, como o Netmeeting [SANDRAS/03]. Só existe versão para Linux, mas possui a vantagem que possibilita ao usuário escolher a sala de conferência que ele pretende acessar.

O procedimento de obtenção, instalação e configuração dos softwares utilizados no ambiente de testes é apresentado no Anexo C deste trabalho.

3.3.2 Montagem do Ambiente de Testes

Tendo em vista que o objetivo principal desta pesquisa é propor um ambiente de gerência de conferência multimídia sobre IP que será utilizado no âmbito do POP-SC, utilizou-se as instalações do Núcleo de Processamento de Dados da UFSC, onde foram interconectados os seguintes equipamentos:

- 2 microcomputadores Compaq Presário – Pentium III 933MHz (128MB RAM, 60GB HD, Placa de rede 10/100, microfone e caixas de som, gravador de CD-RW, DVD Player, Sistemas Operacionais Windows98 / Windows2000 / Linux Debian);

- 1 microcomputador Microtec - Celeron 850MHz (64MB RAM, 20GB HD, Placa de rede 10/100, microfone e caixas de som, CD Player, Sistema Operacional Windows98);
- 3 Câmeras Logitech *Quickcam Express*;
- 1 Servidor IBM PowerPC F40 (128MB RAM, 9GB HD, placa de rede 10/100, Sistema Operacional Linux Debian).

É apresentada na Figura15 uma ilustração da configuração do ambiente de testes montado no POP-SC.

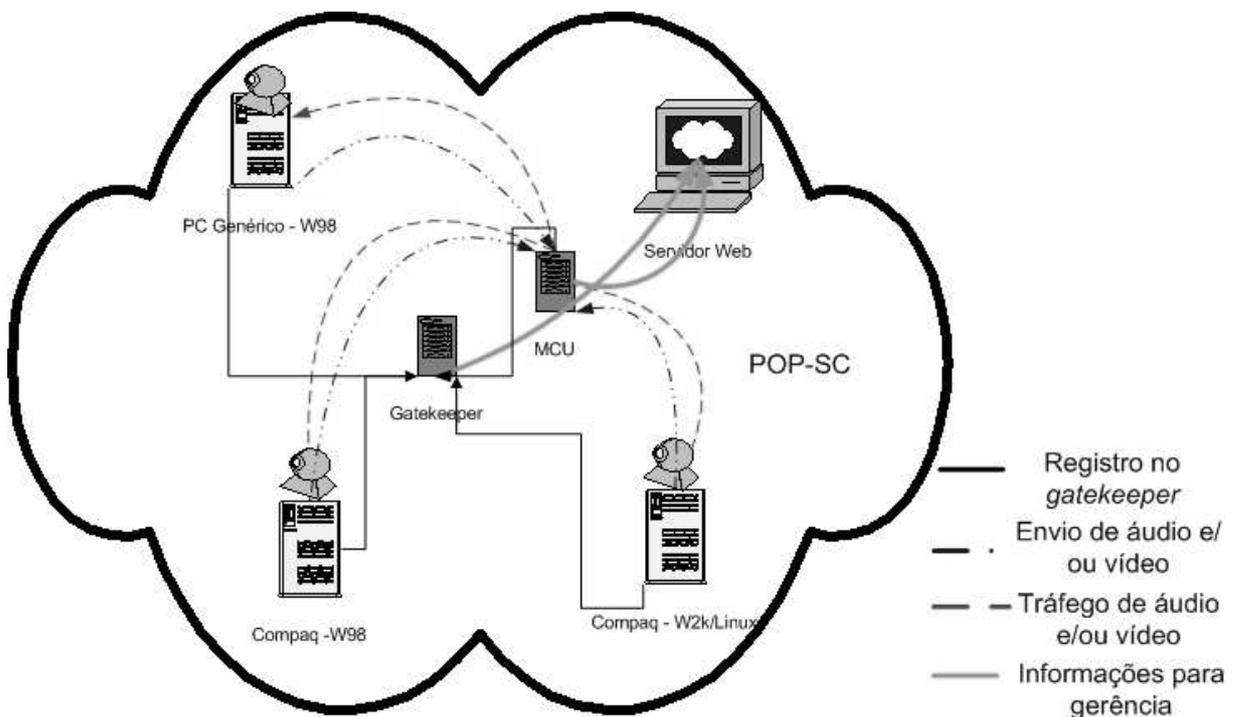


Figura 15: Ambiente de testes de conferência sobre IP.

No ambiente de testes, os clientes H.323 terão a função de efetuar conexões em uma sala de videoconferência, transmitindo áudio e vídeo através do MCU e se registrando no *gatekeeper*. As informações definidas no item 3.3.3 serão coletadas e disponibilizadas por agentes, na interface de gerência no servidor *Web*.

3.3.3 Definição das informações a serem obtidas e de que forma

Após a instalação e configuração de todos o *software* e *hardware* necessário, partiu-se para o estudo do código e funcionalidades do *MCU* e *gatekeeper* instalados. Foi observado que algumas aplicações de código proprietário, como o Netmeeting e CuSeeMe, não apresentam um padrão nas informações fornecidas na tela dos aplicativos e nem disponibilizam documentação de como tais informações poderiam ser extraídas por um gerente. Sendo assim, optou-se pela focalização da gerência sobre os serviços que farão a videoconferência ser operacionalizada, ou seja, o *OpenMCU* e *OpenGK*.

A análise do código C++ do *OpenMCU* serviu de base para o desenvolvimento de uma extensão do código desse servidor que fará a coleta e armazenagem em arquivo dos dados contidos e atualizados em suas variáveis. Esse novo código possibilitará ter uma base constantemente atualizada de acordo com o tempo estipulado pelo gerente e posteriormente disponibilizada em um servidor *Web*.

Definiu-se então que seria possível a obtenção das seguintes informações:

- Número IP de origem do sistema final;
- Apelido do sistema final: apelido atribuído pelo usuário da aplicação;
- *Software* em uso pelo cliente: nome do *software* em uso para conexão;
- Horário da conexão ao *gatekeeper*;
- Tempo de conexão atual: tempo em minutos conectado ao *gatekeeper*;
- Estatísticas de áudio e vídeo em bytes/segundo;
- Tipo de *codec* utilizado no tráfego;
- Sala conectada pelo sistema final.

3.4 Recursos utilizados

Além dos equipamentos e *softwares* citados anteriormente, foi necessária a utilização de algumas ferramentas para a criação de scripts e outros códigos de forma a proporcionar a captura, armazenagem e tratamento das informações importantes ao gerente. Abaixo será apresentada uma breve explicação de cada ferramenta utilizada, a forma de obtenção, instalação e a aplicação destas nesta pesquisa.

3.4.1 Expect

Expect é uma ferramenta baseada em *Tcl* (*Tool Command Language*) para automação de aplicações interativas como telnet, *ftp*, *passwd*, *fsck*, *rlogin*, etc. *Expect* também é útil para a realização de testes com essas mesmas aplicações e, adicionando *Tk*⁹, o programador pode envolver aplicações interativas com uma interface gráfica [EXPECT/02]. Com essa ferramenta é possível realizar facilmente diversas tarefas que seriam difíceis ou muito trabalhosas de serem realizadas com outras ferramentas. Logo no início do uso do *Expect* neste trabalho puderam ser observados a funcionalidade e a agilidade que essa ferramenta agrega nas atividades de desenvolvimento de códigos para integração e extensão de aplicações.

Atualmente pode-se encontrar *Expect* incluído em diversas distribuições de Linux, assim como é possível obtê-lo na Internet, em <http://expect.nist.gov/expect.tar.Z>, para sistemas Unix e Windows. Como nesta pesquisa os *softwares* de *MCU* e *gatekeeper* estão

sendo executados em Linux Debian, pôde-se obter o pacote de instalação no próprio CD de instalação do sistema operacional, conforme mostra o quadro 8:

```

mcu:/home/richard# apt-get install expect
Reading Package Lists... Done
Building Dependency Tree... Done
The following NEW packages will be installed: expect
0 packages upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 0B/54.9kB of archives. After unpacking 168kB will be used.
Media Change: Please insert the disc labeled 'Debian GNU/Linux 3.0 r0
Selecting previously deselected package expect.
(Reading database ... 8698 files and directories currently installed.)
Unpacking expect (from .../expect 5.32.2-4_powerpc.deb) ...
Setting up (expect 5.32.2-4_powerpc.deb) ...
mcu:/home/richard#

```

Quadro 1: Procedimento de instalação do *Expect*.

Caso não seja possível obtê-lo diretamente do CD de instalação do sistema operacional, pode-se obter na Internet o arquivo “.tar” citado anteriormente, efetuar a descompactação deste e em seguida digitar no diretório onde o *Expect* foi armazenado o comando “.configure”.

Ao final do procedimento de instalação, somente bastará a instalação do *Tcl* (*Tool Command Language*), que é apresentado no tópico 3.4.2.

Nesta pesquisa o *Expect* foi utilizado para captação das informações disponíveis no *OpenMCU* e *OpenGK*, através da integração de aplicações como o *telnet* e execução de instruções próprias da ferramenta. Todas as informações coletadas são constantemente atualizadas em arquivo pelos *scripts* criados, possibilitando ao ambiente de gerência proposto o acesso às informações relativas ao real *status* do serviço de videoconferência.

⁹ *Toolkit* para criação de interface gráfica com o usuário.

3.4.2 TCL

O *Tcl* (*Tool Command Language*) é uma linguagem de script muito utilizada por programadores, pois tem uma sintaxe simples e programável para a criação de aplicações para integração, podendo ser usado como uma aplicação *stand-alone* ou embutida em outras aplicações [BRAGA/02]. O *Tcl* tem código-aberto e pode ser obtido no site <http://expect.nist.gov/tcl.tar.Z> ou ser encontrado como pacote de instalação em muitas distribuições de sistemas operacionais.

Juntamente com o *Tk* pode-se desenvolver aplicações com interfaces gráficas e que são altamente portáteis, podendo ser executadas em Windows e Macintosh, além de praticamente em todos os variantes de Unix, como o Linux, Solaris, AIX, FreeBSD.

Nesta pesquisa o *Tcl* foi usado como base no desenvolvimento dos *scripts* em *Expect* e facilitou a compreensão do funcionamento e sintaxe desta última ferramenta.

3.4.3 Java Server Pages (JSP)

Java Server Pages (JSP) é uma tecnologia baseada em Java, desenvolvida por uma iniciativa da *Sun Microsystems*, para geração dinâmica de páginas Web e sem restrição à qualquer plataforma ou servidor Web. A especificação JSP define a interação entre o servidor e a página JSP, assim como descreve o formato e sintaxe da página. Pode-se dizer que o JSP é comparável ao *Active Server Pages* (ASP), da Microsoft, mas utiliza *tags* semelhantes ao HTML e código Java inserido ao invés de VBScript, que é código proprietário.

O JSP pode ser usado quando se trabalha com servidores *Web* que não tenham suporte nativo ao ASP, como Netscape e o Apache. Para esses servidores existe a possibilidade de comprar e obter na Internet um pacote adicional ASP, enquanto a *Sun* não cobra pelo licenciamento do JSP, motivo o qual também levou ao seu uso nessa pesquisa.

O uso do JSP permite separar a parte lógica da página da parte criada para o design, encapsulando a parte lógica usando *tags XML* e *scriptlets*¹⁰ escritos em linguagem de programação Java.

No desenvolvimento deste trabalho o JSP foi utilizado na geração dinâmica da página *Web* que apresentará o ambiente de gerência proposto. Nesta página, diversos dados referentes aos participantes da conferência multimídia são obtidos de arquivos gerados por outros *scripts* e atualizados frequentemente para o gerente.

3.5 O Ambiente de gerência

Após o estudo dos conceitos e algumas tecnologias disponíveis, a análise do ambiente computacional que poderá ser envolvido durante a realização de conferências multimídia sobre IP, no âmbito do POP-SC, e das soluções possíveis, partiu-se para a definição da forma de coleta, tratamento e informações a serem disponibilizadas na interface *Web* do ambiente de gerência.

Essa gerência poderia ser feita utilizando *SNMP (Simple Network Management Protocol)* ou os mais diversos controles de gerência aplicados por um gerente de rede. Após algumas análises, determinou-se que inicialmente não seria usado *SNMP*, como forma de

¹⁰ É um programa escrito em Java executado no servidor, ao contrário dos *applets*, que são executados no *browser*.

obtenção das informações desejadas neste trabalho, pois nem todo o *hardware* e *software* envolvido apresenta suporte nativo ao H.323, dificultando a coleta de informações de gerência desses elementos. Outro problema no uso do *SNMP*, neste trabalho, foi a falta da aplicação da padronização de uma *MIB H.323* para os elementos de uma rede com serviços multimídia. Algumas empresas estão implementando o suporte nativo ao H.323 e desenvolvendo MIBs H.323 para seus equipamentos, como a Cisco, mas não foi observado, na literatura consultada, a aplicação ou suporte de uma *MIB* padrão nas versões obtidas das aplicações clientes. Dessa forma, definiu-se o foco da gerência sobre os recursos implementados no código do *OpenMCU* e *Opengk*, criando agentes¹¹ de coleta e filtragem, através da extensão do código implementado. Considerando os fatores comentados anteriormente, essa solução tornou-se adequada ao alcance das necessidades atuais do ambiente proposto.

Na Figura 16, é ilustrado como os agentes de coleta e filtragem atuarão sobre os recursos implementados pelo *OpenMCU* e *OpenGK* e de que forma tais informações serão disponibilizadas na interface *Web*, na solução proposta.

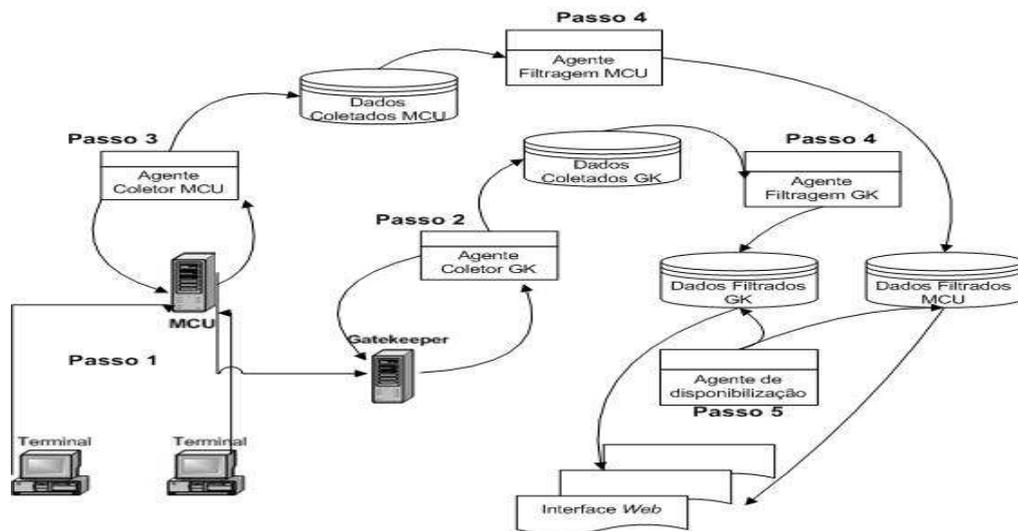


Figura 16: Fluxograma do Ambiente de Gerência proposto.

¹¹ Não se tratam de agentes baseados em *SNMP*, mas agentes em *Awk*, *Expect* e *JSP* com a mesma função.

No passo 1 (um) os clientes H.323 efetuam o registro junto ao *gatekeeper* e iniciam a conexão com o *OpenMCU*, de quem receberão os pacotes de áudio e vídeo de todos os sistemas finais conectados. A partir do momento que o *OpenMCU* e *OpenGK* foram inicializados, os agentes de coleta iniciam o registro de todas as informações definidas no item 3.3.3.

No passo 2 (dois), algumas das informações são coletadas do *gatekeeper* e armazenadas em uma base, pelo agente de coleta como: o apelido usado pelo cliente, o IP de origem da conexão, o software em uso, o identificador do sistema final (*endpoint identifier* - que será usado no momento de desconexão) e a hora de conexão.

No passo 3 (três), são obtidas através do agente de coleta do MCU outras informações como: tempo conectado, a sala de conferência acessada e estatística de áudio e vídeo recebidos e enviados.

No passo 4 (quatro), enquanto as informações estão sendo obtidas e armazenadas em bases distintas, pelos agentes de coleta, os agentes de filtragem, utilizando *Awk*, abrem os arquivos de dados, que estão no formato texto, e iniciam a mineração dos dados desejados, assim como o arquivamento em novas bases de dados.

Finalmente, no passo 5 (cinco), após a filtragem dos dados necessários para o ambiente de gerência, o agente de disponibilização na *Web*, em *JSP*, captura as informações dos arquivos atualizados e disponibiliza nos campos apropriados na interface *Web*. Com a atualização desta interface, em tempo ajustável pelo gerente da rede, poderá ser consultado e analisado o andamento das conexões e tráfego, possibilitando o apoio à tomada de decisões para eventuais ajustes e/ou controles na rede.

3.6 Interface do Ambiente de Gerência de Videoconferência na Web

Na Figura 17 é apresentada a primeira versão da tela do ambiente de gerência de conferência sobre IP via *Web* proposto.

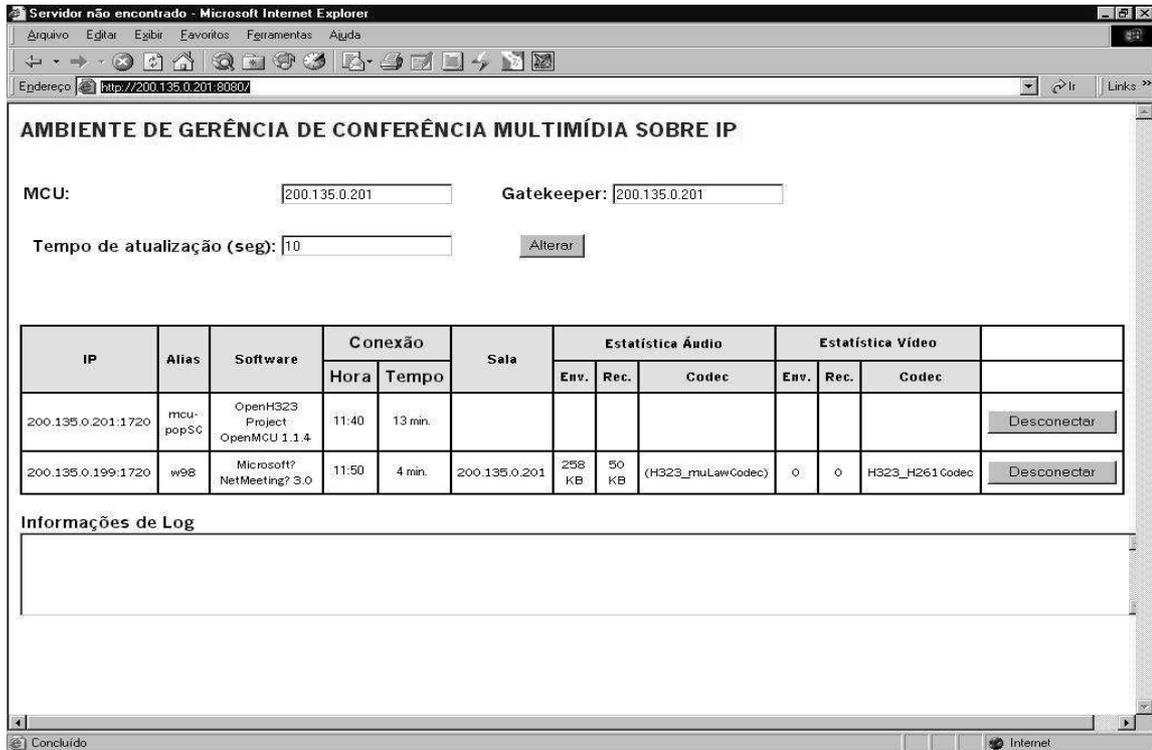


Figura 17: Interface do Ambiente de Gerência de Conferência via Web proposto.

Nesta tela são encontrados os seguintes campos:

MCU: neste campo o gerente poderá informar qual o MCU pretende monitorar;

Gatekeeper: neste campo o gerente poderá informar qual o *gatekeeper* pretende monitorar;

Tempo de atualização: o gerente poderá informar o tempo, em segundos, de atualização automática da tela;

IP: apresenta o IP da entidade H.323 conectada;

Alias: apresenta o alias ou “apelido” da entidade que está conectada, podendo ser usado posteriormente para solicitar uma conexão;

Software: apresenta o *software* que está sendo utilizado pela entidade H.323 para se conectar ao *gatekeeper*;

Hora de Conexão: apresenta a hora em que foi registrada a conexão;

Tempo de conexão: apresenta o tempo, em minutos, que a conexão está mantida;

Sala: apresenta a sala em que a entidade H.323 está conectada;

Estatísticas de áudio: apresenta estatísticas de pacotes/bytes de áudio enviados e recebidos, assim como o *codec* em uso;

Estatísticas de vídeo: apresenta estatísticas de pacotes/bytes de vídeo enviados e recebidos, assim como o *codec* em uso;

Botão Desconectar: possibilita ao gerente efetuar a desconexão da entidade H.323 do *gatekeeper*, interrompendo a participação desta na conferência atual;

Informações de log: apresenta as informações provenientes de arquivos de *log* do *gatekeeper*. Pode-se considerar como *traps* enviados pelo *gatekeeper* que podem ser tratados pelo gerente em uma futura função implementada no ambiente;

4 - Descrição dos Experimentos realizados

Considerando-se que alguns experimentos poderiam ser realizados com o objetivo de validação da funcionalidade do ambiente de gerência proposto, partiu-se para a realização de testes de videoconferência, fazendo uso das funções do *OpenMCU* e *Opengk* do ambiente montado no POP-SC e verificando os resultados obtidos na interface *Web* do ambiente de gerência.

Os experimentos consistiram de conexão de clientes H.323 ao *OpenMCU*, utilizando *Netmeeting*, *CuSeeMe* e *GnomeMeeting*, configurados para efetuar o registro no *gatekeeper* a cada ingresso à uma videoconferência. Nos testes iniciais foi verificado o funcionamento das funções básicas do *OpenMCU* e *Opengk* instalados no ambiente, conforme mostrado na Figura 18, observando se todo cliente conectado realmente efetuou o registro no *gatekeeper* e se foram feitas as atualizações dos arquivos, pelos agentes coletores, com todas as informações necessárias posteriormente.

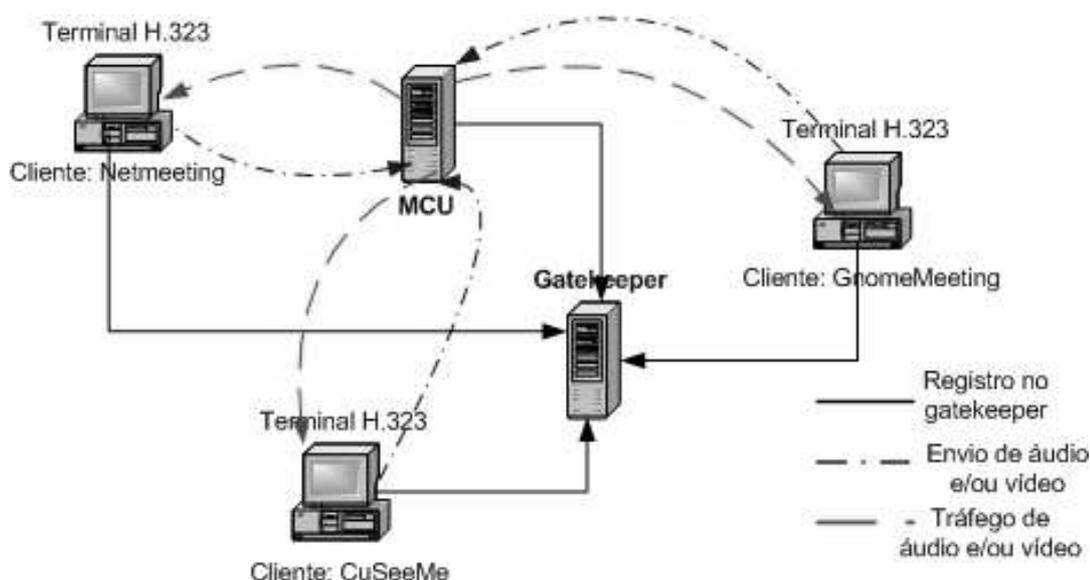


Figura 18: Experimento de validação do ambiente de videoconferência.

Na Figura 19 é apresentado um exemplo do Netmeeting conectado ao MCU da rede, participando de uma videoconferência. Observou-se que, quando se está participando de uma videoconferência fazendo o uso de um MCU, somente são apresentados na lista de participantes da videoconferência o próprio usuário e o MCU em uso. O MCU em uso possibilita a apresentação de até 4 (quatro) vídeos simultâneos no espaço destinado ao recebimento de vídeos, mas todo o áudio recebido, independente do número de participantes, será repassado a todos.



Figura 19: Tela Netmeeting conectado ao *OpenMCU*.

Na Figura 20 é apresentada a tela do CuSeeMe conectado ao MCU, onde o mesmo comportamento do Netmeeting foi observado, apresentando na lista de participantes somente o MCU da rede e o próprio usuário. Apesar do CuSeeMe possibilitar que mais vídeos sejam apresentados durante uma videoconferência, a limitação do *OpenMCU* de retransmitir 4 vídeos limitará tal recurso.



Figura 20: Tela CuSeeMe conectado ao OpenMCU.

Na Figura 21 é apresentada a tela do GnomeMeeting em videoconferência, onde se pode observar os comandos para habilitação e bloqueio do envio de áudio e vídeo, assim como o campo destinado para informar o endereço de conexão desejado.

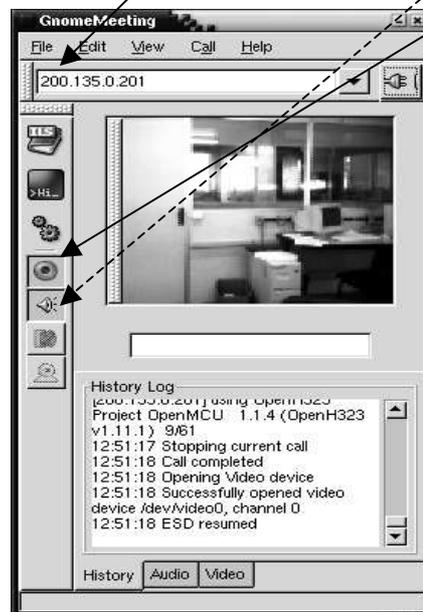


Figura 21: Tela GnomeMeeting¹² conectado ao OpenMCU.

¹² Fonte: GnomeMeeting – disponível em <http://www.gnomemeeting.org/screenshots/>

Com base nos arquivos contendo as informações de registro dos clientes, os agentes de filtragem criarão os arquivos a serem consultados pelo agente de disponibilização na *Web* que, por sua vez, atualizará a interface de gerência na *Web* de acordo com o tempo definido pelo gerente. Considerando os procedimentos de captura e filtragem das informações, pode-se observar a importância da checagem do formato e conteúdo dos arquivos gerados pelos agentes coletores e de filtragem, evitando que dados errados sejam lidos pelo ambiente de gerência como um dado válido.

Através do protótipo da interface de gerência proposta, também foi testada a desconexão ou remoção do registro de entidades H.323, junto ao *gatekeeper*, através do botão “Desconectar”. A função de desconexão, disponível ao lado de cada entrada na tabela de entidades H.323, teria que remover o registro da entidade junto ao *gatekeeper*, fazendo a desconexão automática do usuário. Outro teste realizado foi referente a alteração do tempo de atualização (*refresh* do navegador) dos dados na tela de gerência, onde o tempo em segundos poderá ser informado pelo gerente/operador da rede.

4.1 Resultados e Análise

Observou-se nos testes iniciais que, independente de qual aplicação estivesse sendo usada nos clientes, ocorreu um pequeno retardo no recebimento do áudio pelos demais participantes da videoconferência, mas que possivelmente seria reduzido fazendo alguns ajustes nas aplicações e configuração da rede. Como o desempenho da videoconferência não se trata de alvo de análise nesta pesquisa, somente diminuiu-se a qualidade do vídeo com o

objetivo de diminuir o tráfego enviado por esse tipo de mídia e talvez melhorar a performance geral.

Durante a realização dos experimentos detectou-se também a instabilidade das aplicações e sistema operacional Windows nos clientes durante a realização da videoconferência, causando muitas vezes o encerramento do aplicativo e interrupção do envio de vídeo para o MCU. Essas instabilidades inicialmente prejudicaram os planos de obtenção de informações dos sistemas finais para o ambiente de gerência, pois com o freqüente congelamento das aplicações, do sistema ou algumas de suas funcionalidades tornou, em alguns momentos, impossível a coleta de dados para a gerência de forma satisfatória. Partiu-se, então, para fazer a coleta de dados diretamente do MCU e *gatekeeper*, tendo em vista que estes foram executados em uma máquina com Linux, apresentando aceitável estabilidade.

Após uma série de videoconferências de teste realizadas, observando o funcionamento e comportamento tanto do MCU como do *gatekeeper*, pôde-se confirmar a obtenção das informações definidas no item 3.3.3. Os agentes coletores criaram e atualizaram os arquivos, conforme o tempo programado nos *scripts*. Observou-se que, além daquelas informações, também seria possível a obtenção do horário da última checagem do cliente pelo *gatekeeper*, chamado de “*Last IRR*”, para verificar se o sistema final ainda está ativo ou não.

Os experimentos permitiram também a confirmação da possibilidade de efetuar a desconexão de um sistema final ou a eliminação de um registro, junto ao *gatekeeper*, através do botão “Desconectar” do ambiente de gerência proposto. Da mesma forma, também foi possível verificar a eficácia da operação de alteração do tempo de atualização (*refresh* do navegador) dos dados, na tela de gerência, pelo gerente/operador da rede.

Os experimentos contribuíram para a definição das estratégias de obtenção das informações para a gerência, pois através deles pôde-se observar que a possibilidade de

aplicação de gerentes e agentes *SNMP* demandaria um trabalho adicional, que provavelmente impossibilitaria o alcance do objetivo geral desta pesquisa, que é ter a proposta de um ambiente de gerência de conferência multimídia sobre IP operacional ao final do prazo. A aplicação do *SNMP* trata-se de uma solução viável e interessante em um ambiente onde todos os equipamentos e aplicações envolvidos na videoconferência apresentam suporte à uma MIB *H.323*, permitindo a atuação dos gerentes e agentes desenvolvidos baseados no paradigma de gerência do *SNMP*, ou conforme um dos itens de trabalhos futuros.

5 - Conclusões

Pode-se concluir após a realização desta pesquisa que a utilização de padrões abertos de comunicação, como o H.323, já se tornou algo viável que trouxe a solução para a implantação de novos serviços em instituições onde o custo operacional é um grande limitador do avanço tecnológico. A possibilidade de extensão de código das aplicações de núcleo envolvidas irá proporcionar ao gerente da rede a flexibilidade e o alcance da gerência desejada em relação ao serviço implantado.

A aquisição dos dados diretamente das aplicações de núcleo, nesse caso o *OpenMCU* e *Opengk*, e apresentação em uma interface de gerência na *Web* irá facilitar a gerência dos recursos envolvidos em uma videoconferência no ambiente do POP-SC e RNP. O ambiente proposto já possibilita ao gerente o monitoramento dos principais softwares envolvidos, verificando o tráfego e administrando as conexões nestes. Essa gerência poderia ser aperfeiçoada expandindo a sua abrangência aos *softwares* clientes se as empresas desenvolvedoras de aplicações para videoconferência padronizassem e documentassem as informações possíveis de serem capturadas pelo gerente para integração ao ambiente de gerência proposto.

Observou-se que o desenvolvimento de uma extensão do código das aplicações abertas, como *MCU* e *gatekeeper*, permite o encontro da solução de gerência necessária quando se tem envolvido no ambiente de videoconferência equipamentos e/ou *softwares* ainda sem suporte à uma *MIB* H.323 padrão.

5.1 Principais contribuições

A implantação de um ambiente de conferência multimídia sobre IP na rede do POP-SC, utilizando aplicações de código-aberto, como o *OpenMCU* e *Opengk*, trará às instituições conectadas nessa rede a possibilidade do emprego de um dos mais novos serviços de comunicação.

Esta pesquisa comprovou que o uso de aplicações de código aberto é uma solução viável para a implantação de novos serviços, que até pouco tempo seriam possíveis de serem realizadas somente com o uso de aplicações comerciais.

A proposta de um ambiente de gerência de conferência multimídia sobre IP, utilizando o *OpenH.323* e o *Opengk*, trouxe como principal contribuição ao projeto *OpenH.323*, o desenvolvimento de uma solução de gerência para os casos onde o uso do *SNMP* não seria possível, como em ambientes sem suporte a uma MIB *H.323* padrão dos *hardwares* e *softwares* envolvidos.

Em relação à rede do POP-SC e RNP, pode-se afirmar que esta proposta de ambiente de gerência torna disponível, não só ao Estado de Santa Catarina, mas a todo o País, uma solução de gerência de videoconferência multimídia sobre IP viável e a baixo custo.

Esta proposta de ambiente de gerência está sendo traduzida para o inglês para submissão à empresa australiana *EquivalencePty Ltd*, coordenadora do Projeto *OpenH.323*, para apreciação e análise da possibilidade de inclusão desta proposta de ambiente de gerência como uma solução para os usuários que se apresentam no mesmo panorama da rede do POP-SC.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

A implantação do ambiente de testes de videoconferência sobre IP no POP-SC possibilitou, além do alcance dos objetivos principais dessa pesquisa, a percepção de outras possibilidades de trabalhos que podem ser realizados de forma a complementar as funcionalidades desejáveis em um ambiente de videoconferência. Dentre esses trabalhos pode-se sugerir:

Desenvolvimento de uma interface de conexão e acompanhamento das videoconferências em execução: tão interessante quanto a possibilidade de se gerenciar as videoconferências, acompanhando informações estatísticas e de registro junto ao *gatekeeper*, seria a possibilidade do usuário poder acessar uma interface de conexão e acompanhamento das videoconferências em andamento, onde seria possível visualizar os nomes das salas atualmente existentes, o número de participantes, e onde se teria a opção de ingresso na sala diretamente através do *browser*. Como se pode realizar a integração de um *browser Web* com aplicações como o *Netmeeting* ou *OhPhone*¹³, poderia-se agregar a funcionalidade de um sistema final *H.323* ao navegador do usuário, tornando possível o recebimento do tráfego recebido e repassado pelo MCU. Dessa forma, o usuário teria um único ambiente (interface) com opções de acompanhamento e ingresso nas videoconferências da rede.

Definição de uma MIB padrão H.323 para o *OpenMCU*, *Opengk* e aplicações clientes H.323: a definição de uma MIB padrão para o *OpenMCU*, *Opengk* e para as aplicações clientes H.323 tornaria possível a obtenção das informações de gerência através do

¹³ Aplicação cliente do projeto *OpenH.323* para acesso em videoconferência como um *sistema final H.323*.

SNMP e facilitaria o desenvolvimento de gerentes e agentes *SNMP*, aplicando este protocolo de gerência também no projeto *OpenH.323*.

Alteração do código-fonte C++ do *OpenMCU* e *Opengk*: uma análise mais aprofundada do código-fonte do *OpenMCU* e *Opengk* possibilitaria que todas as informações necessárias para a gerência fossem obtidas diretamente dessas aplicações para o ambiente de gerência, sem a aplicação de agentes coletores, filtros e de disponibilização na *Web*.

Desenvolvimento de código C++ para integração do *OpenMCU* e *Opengk*: a forma de obtenção dos dados do *OpenMCU* e *Opengk* poderia ser feita através de um código C++ que utilizasse e manipulasse as bibliotecas e funções implementadas por essas aplicações, não havendo necessidade do uso de diversas ferramentas para coleta, filtragem e disponibilização.

Utilização de CORBA no MCU e gatekeeper: a utilização de CORBA faria com que as informações, disponibilizadas por estes dois softwares, possam ser repassadas às aplicações de gerência clientes de forma padrão. Uma vez definida a interface, os clientes teriam acesso às informações e poderiam apresentá-las da forma que melhor lhes convier, podendo, por exemplo, gerar um gráfico com os dados referentes ao recebimento de vídeo por um determinado usuário no decorrer da sua conexão.

Aprimoramento das funções do *Opengk*: tendo em vista a limitação de funções apresentadas pelo *Opengk*, seria interessante a continuação do desenvolvimento do código desta aplicação que permita, por exemplo, o controle e ajuste da largura de banda utilizada por cada videoconferência. Essa funcionalidade já está presente em alguns *gatekeepers* comerciais e a integração dessa operação de gerência à funcionalidade dessa aplicação de código aberto estimularia o seu uso contínuo.

Testes com outra implementação de *gatekeeper*: existem outras implementações de *gatekeeper* que apresentam maiores ou diferentes funcionalidades. A realização de testes integrando esses *softwares* com o ambiente de gerência proposto talvez adiante a implementação de outras funções de gerência ao ambiente proposto.

6 - Referências

- [ANA02] ANATEL. **Glossário Termos Técnicos de Telecomunicações**. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/>. Acesso em: 09/09/2002.
- [BODSON/89] BODSON, D., SCHAPHORST, R. **Teleconferencing**. IEEE Press Piscataway, NJ, 1989.
- [BORTOLUZZI/99] BORTOLUZZI, D. M. **Utilização de Filtros de Escalamento de Mídia na Interconexão de Duas Redes Heterogêneas**. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 111 f.
- [BRAGA/02] BRAGA, W.R. **TCL Brasil**. Disponível em: <http://www.tclbrasil.hpg.ig.com.br/tcltk.htm>. Acessado em: 16/12/2002.
- [CARNEIRO/99] CARNEIRO, M. L. F. **Videoconferência: Ambiente para educação à distância**. Apresentado no Workshop Informática na Educação, Porto Alegre - PGIE/UFRGS, Janeiro/1999.
- [CARVALHO/93] CARVALHO, Teresa Cristina Melo de Brito et alli, **Gerenciamento de redes: uma abordagem de sistemas abertos**. BRISA (Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos), São Paulo: Makron Books, 1993;
- [CERUTTI/99] CERUTTI, F. A. **Implementação e Utilização de um ambiente de gerência de tráfego e recursos em redes ATM utilizando a tecnologia WEB**. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Ago, 1999.
- [CHODOREK/02] CHODOREK,R.R. **An analysis of architecture of videoconferencing system based on concept of active network**. Universal Multiservice Networks, 2002. ECUMN 2002. 2nd European Conference on, 2002. Pages: 163- 170
- [COOKBOOK/00] COOKBOOK. **Video Conferencing Cookbook**. Disponível em: <http://www.vide.gatech.edu/cookbook2.0>. Acessado em 10/10/2002.
- [DOMINGUES/00] DOMINGUES, M.L., **T.120 – Protocolos de Dados para Conferências Multimídia**. Tutorial disponível em: <http://penta2.ufrgs.br/H.323/t120index.htm>. Acessado em: 12/10/2002.
- [DOWNES/00] DOWNES, K. FORD, M. et al. **Internetworking: manual de tecnologias: uma referência essencial para todos os profissionais de rede**. Trad. da 2.ed, Campus, 2000.

- [EXPECT/02] EXPECT. **The Expect Home Page.** Disponível em <http://expect.nist.gov>. Acessado em 14/11/2002.
- [FUNCITEC/02] FUNCITEC. **Página da Internet da Fundação Catarinense de Ciência e Tecnologia.** Disponível em: <http://www.funcitec.rct-sc.br/projetos/rct/rct.html>. Acessada em: 04/05/2002.
- [GILLMOR/97] GILLMOR,S. **A New MeetingPoint for Videoconferencing.** Byte.com. Disponível em: <http://www.byte.com/>. Acessado em 06/07/2002.
- [IEC1/00] IEC. **Gatekeeper Tutorial.** The International Engineering Consortium.
- [IEC2/00] IEC. **H.323 Tutorial.** The International Engineering Consortium.
- [ITUT/98] ITU-T.**Packet-Based Multimedia Communications Systems.** ITUT Recommendation H.323 V2. Draft v4. Novembro, 2000.
- [KARVE/99] KARVE, A. **H.323.** Network Magazine. CMP, Inc.01/01/1999. Disponível em <http://www.networkmagazine.com/>. Acessado em: 10/09/2002.
- [LEOP&MOR/00] LEOPOLDINO, G. M., MOREIRA, E.S. **Avaliação de Sistemas de Videoconferência.** Dissertação, Universidade de São Paulo, Agosto, 2001.
- [LEUNG/00] LEUNG, Y-W. **Congestion Control for Multipoint videoconferencing.** IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Volume: 10 Issue: 5, Aug 2000 Page(s): 715 -724
- [LIAO/87] LIAO, K. Q., ROBERTS, J.W. **Videoconference traffic and network design.** IEEE Transactions on Communication, vol. COM-35, pp. 275–282, Mar. 1987.
- [MENDIZÁBAL/98] MENDIZÁBAL, M.O. **Introduccion Videoconferencia.** Instituto Politécnico Nacional. México, 1998. Disponível em: <http://video.comserv.ipn.mx>. Acessado em: 09/10/2002.
- [MELO/01] MELO, E. T. L. **Qualidade de serviço em redes IP com DiffServ: avaliação através de medições.** Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- [MOORE/98] MOORE, K. **Audioconferencing in Distance Education.** Disponível em: <http://www.knight-moore.com/html/ajde8-1.html>. Acesso em 12/08/2002.

- [MOURA/98] MOURA, A.L. ISHIKAWA, E.; LIMA, M.E.; RODRIGUEZ, N.L.R. **Aplicações de gerência extensíveis**. Em Carlos José Pereira de Lucena (ed.) Monografias da Ciência da Computação - PUC-Rio Inf MCC12/98. Rio de Janeiro, Brasil. 1998. 16 p. Pág.1. Disponível em: ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/98_12_moura.ps.gz. Acesso em: 05 de Agosto de 2002.
- [MURHAM/00] MURHAMMER, M. W., et al. **TCP/IP – Tutorial e Técnico**. São Paulo: Makron Books, 2000.
- [OPENH.323] OPENH.323. **Tabela comparativa dos clientes H.323**. Disponível em: http://www.openH.323.org/H.323_clients.html. Acessada em 08/09/2002.
- [PINE/99] PINE. **Deploying H.323 Conferencing on Your IP Network**. White Pine Software Inc. White Paper, Maio, 1999. Disponível em: <http://www.wpine.com>. Acessado em 14/06/2002.
- [PINE/00] PINE. **MeetingPoint Conference Server – Technical Overview**. CuSeeMe Networks Inc. Disponível em: <http://www.wpine.com>. Acessado em 14/06/2002.
- [PINHEIRO/00] PINHEIRO, C.D.B. **Tutorial - Especificação ITU H.323**. Disponível em <http://penta2.ufrgs.br/H.323/main.htm>. Acessado em 14/09/2002.
- [POP/01] POP-SC. **Página do Ponto de Presença na RNP de Santa Catarina**. Disponível em: <http://www.pop-sc.rnp.br>. Acessada em: 04/05/2002.
- [RHODEN/02] RHODEN, G. E. **Detecção de Intrusões em Backbones de redes de computadores através da análise de comportamento com SNMP**. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Abril, 2002. Pág.5-6.
- [RNP/01] POP-SC. **Tutorial – Autoria em Word Wide Web – Hipertext Markup Language**. Disponível em: <http://www.rnp.br/arquivos/ref0146.pdf>. Acessada em: 04/05/2002.
- [RNP/02] RNP. **Página da Rede Nacional de Pesquisa**. Disponível em: <http://www.rnp.br>. Acessada em: 04/05/2002.
- [ROY/00] ROY, R.R. **Distributed Gatekeeper Architecture for H.323-based Multimedia Telephony**. Local Computer Networks, 1999.LCS'99. Conference on Oct 1999. Pág.73-76.
- [SANDRAS/03] SANDRAS, D. **GnomeMeeting FAQ**. Disponível em: <http://www.gnomemeeting.org/faq/faq.pdf>. Acessado em: 10/11/2002.

- [SANTOS/98] SANTOS, N. dos. **Educação à distância e as novas tecnologias de Informação e Aprendizagem.** Disponível em: <http://www.engenheiro2001.org.br/programas/980201a2.htm>. Acessado em 08/08/2002.
- [SOARES/95] SOARES, L. F. G. **Redes de computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2ª ed., 1995.
- [TANENB/97] TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores.** Rio de Janeiro: Campus, tradução da 3. ed. original, 1997.
- [TAROUC/93] TAROUCO, M.R. Liane. **Evolução do gerenciamento de Redes. In Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos, Ed., Gerenciamento de Redes - Uma abordagem de sistemas abertos,** Makron Books do Brasil, São Paulo, 1993.
- [VCON/99] VCON PacketAssist. **An Architectural Approach to Delivering Quality of Service (QoS) for IP Video.** White Paper. Disponível em: http://www.vcon.com/solutions/white_papers/. Acessado em 16/12/2002.
- [VONDER/91] VONDERWEIDT, G., ROBINSON, J., TOULSON, C., MASTRONARDI, J., RUBINOV, E., PRASADA, B. **A multipoint communication service for interactive applications.** IEEE Transactions on Communication, vol. 39, pp. 1875–1885, Dec. 1991.
- [WIEGLER/98] WIEGLER, William & DONHAM, Perry. **Cu-SeeMe 3.1 – User Guide.** WHITE PINE *Software* s. 1998.
- [WILLEBEEK-LEMAIR/97] WILLEBEEK-LEMAIR, M.H. & SHAE, Z. **Distributed video conferencing systems.** IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.15, N.6, August 2000.
- [YUM/95] YUM, T. S., CHEN, M. S., LEUNG, Y. W., **Video bandwidth allocation for multimedia teleconferences.** IEEE Transactions on Communication, vol. 43, pp. 457–465, Feb. 1995.

ANEXO A – Extensão do código-fonte

A.1 Código do Coletor de informações do OpenMCU

```
#!/usr/bin/expect -f
#
# Make anonymous FTP connection
#
set i 11
spawn /home/richard/startmcu
while {$i > 10} {
    set arq "mcu.dat."
    append arq [clock seconds]
    log_file -noappend $arq
    expect "Command ?"
    puts "teste >> $expect_out(buffer) << "
    send "\r"
    sleep 7
    log_file
}
interact
```

A.2 Código do Coletor de informações do OpenGK

```
#!/usr/bin/expect -f
spawn telnet <IP-GK> porta-GK
expect "Connected"
log_file -noappend "saidagk.txt"
sleep 1
send "GET /Status HTTP/1.0\n"
send "Host: <IP-GK>:1719\n"
send "Accept: text/*\n"
send "Referer: http://IP-GK:porta-GK/\n"
send "Authorization: Basic senha-cripto-GK\n"
send "\n"
expect "/HTML"
puts "teste >> $expect_out(buffer) << "
```

A.3 Código do Filtro das informações obtidas do OpenMCU

```
gawk -F":" '
{
    spl=split($1,pl," ");
```

```

if (pl[4]=="connected")
{ room=pl[14];
}else
if ($1=="Connected to ")
{
    n=split($2,ar,"[");
    n=split(ar[2],br,"");
    ip=br[1];
    dados[ip]=room;
}else
asl=split($2,sal," ");
if ((sal[2]=="audio") && (sal[4]=="sent"))
{ audiosent[ip]=sal[1];
  acodecsent[ip]=sal[5];
}else
if ((sal[2]=="audio") && (sal[4]=="received"))
{ audiorec[ip]=sal[1];
  acodecrec[ip]=sal[5];
}else
if(sal[1]=="Sending")
{ videosent[ip]=0;
  vcodecsent[ip]=sal[4];
}else if ((sal[2]=="video" && sal[4]=="sent"))
{ videosent[ip]=sal[1];
  vcodecsent[ip]=sal[4];
}else
if (sal[1]=="Receiving")
{ videorec[ip]=0;
  vcodecrec[ip]=sal[4];
}else
if (sal[2]=="video" && sal[4]=="received")
{ { videosent[ip]=sal[1];
  vcodecsent[ip]=sal[4];}

}}END{for (i in dados)
{print i ;print dados[i];print audiosent[i];print acodecsent[i];print
audiorec[i];print acodecrec[i];print videosent[i];print vcodecsent[i] ;print
videorec[i];print vcodecrec[i] } }' mcu.dat

#          END{for (i in audio){print i " " audio[i]}}' mcu.dat.1046296706
#END{}

```

A.4 Código do Filtro das informações obtidas do OpenGK

```

awk -F "<TR>" '
{

```

```

        if (length($2)!=0)
        {
            if (substr($2,1,14)!="<TH>&nbsp;Call" && substr($2,1,11)!="<TD
NOWRAP>")
            {
                n=split($2,ar,"ip");
                n=split(ar[2],br,">");
                # A linha abaixo fará a divisão do string anterior ao IP do terminal conectado com o
                objetivo de isolar o "endpoint identifier" que será preciso na função de desconexão do
                endpoint do gatekeeper.
                n=split(ar[1],ir,"<TD>");
                if (substr(br[1],1,1)=="$")
                {
                    # Todas as informações provenientes do gatekeeper que são necessárias para o
                    ambiente de gerencia proposto sao gravadas em arquivo# Essas informações são:
                    endpoint-identifier, IP do terminal, Alias do terminal e Software em uso pelo terminal
                    print ir[2] " " substr(br[1],2,index(br[1],"<")-2) " " substr(br[2],1,index(br[2],"<")-1) "
                    " substr(br[5],1,index(br[5],"<")-1) " " substr(br[8],1,index(br[8],"<")-1)
                }
            }
            else
            {
                if (substr($2,1,11)=="<TD NOWRAP>")
                {
                    # faz divisão do $2 para pegar o horário de conexão e o tempo
                    conectado pelo terminal
                    n=split($2,ar,"<TD>")
                    if (ar[3]!="<!--#status ConnectedTime-->")
                    {
                        print ar[2] " " ar[3];
                    }
                }
            }
        }
        # Abaixo é apresentado o nome do arquivo obtido do gatekeeper, contendo as
        informações a serem filtradas
    } 'saidagk.txt
    #      END{ for (i in audio){print i " " audio[i]} } ' saidagk.txt
    #END{ }

```

A.5 Código JSP/HTML : Interface de Gerência Proposta –versão 1.0

```
<%@ page import="java.util.*,java.io.*" %>
```

```
<%!
```

```
private static String[] split( String _string, String _separator )
{
```

```

if (_string == null || _string.length() == 0) {
    return new String[] { };
}

String[] strArray = new String[ countOccurance( _separator, _string ) + 1];

// Create array of string
int count = 0;
int index1 = 0;
int index2 = 0;
while (index1 >= 0) {
    index2 = _string.indexOf( _separator, index1 );
    if (index2 < 0)
        strArray[count] =
            _string.substring( index1, _string.length() );
    else
        strArray[count] = _string.substring( index1, index2 );

    if (index2 < 0) break;

    index1 = index2 + _separator.length();
    count ++;
}

return strArray;
}
private static int countOccurance( String _subString, String _string )
{
    int count = 0;
    int lastIndex = -1;
    while ((lastIndex =
        _string.indexOf( _subString, lastIndex+1 )) >= 0) {
        count++;
    }
    return count;
}
%>

<%
String line;
BufferedReader in;

in = new BufferedReader(new FileReader("/home/richard/dadosGK.dat"));
ArrayList dadosgk = new ArrayList();
while ((line = in.readLine()) != null) {
    dadosgk.add(split(line, " "));
}
%>

```

```

}
in.close();

in = new BufferedReader(new FileReader("/home/richard/dadosMCU.dat"));
ArrayList dadosmcu = new ArrayList();
String[] temp = { "", "", "", "", "", "", "", "", "", "" };
dadosmcu.add(temp);
temp = new String[10];
for (int i = 0; (line = in.readLine()) != null; i++) {
    temp[i] = line;
    if (i == 9) {
        dadosmcu.add(temp);
        temp = new String[10];
        i = 0;
    }
}
in.close();
%>

```

```

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 3.2//EN">
<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="CONTENT-TYPE" CONTENT="text/html; charset=iso-8859-1">
<TITLE></TITLE>
<meta http-equiv="Refresh" content="<%=request.getParameter("refresh")%>">
<META NAME="GENERATOR" CONTENT="OpenOffice.org 1.0.1 (Linux)">
<META NAME="CREATED" CONTENT="20030306;14322300">
<META NAME="CHANGED" CONTENT="20030306;14552200">
<STYLE>
<!--
H3 { margin-top: 0cm; margin-bottom: 0cm; color: #000000; line-height: 150%;
text-align: center; widows: 2; orphans: 2 }
H3.western { font-family: "Times New Roman", serif; font-size: 12pt; so-language:
en-US }
H3.cjk { font-family: "Times New Roman", serif; font-size: 12pt }
H3.cnt { font-size: 12pt; font-weight: medium }
TD P { color: #000000 }
-->
</STYLE>
</HEAD>
<BODY LANG="pt-BR">
<P LANG="en-US" ALIGN=LEFT STYLE="margin-bottom: 0cm"><FONT
COLOR="#800000"><FONT FACE="Helvetica, sans-serif"><FONT
SIZE=3><B>AMBIENTE
DE GER&Ecirc;NCIA DE CONFER&Ecirc;NCIA MULTIM&Iacute;DIA SOBRE
IP</B></FONT></FONT></FONT></P>

```

```

<P ALIGN=LEFT STYLE="margin-bottom: 0cm"><BR>
</P>
<form name="form1" method="post" action="file:///A1/index.jsp">
  <table width="690" border="0">
    <tr>
      <td width="25"><div align="right"><font size="2" face="Helvetica, sans-serif"><strong>MCU:</strong></font></div></td>
      <td><input name="mcu" type="text" id="mcu" value="<%=((split(((String[]) dadosgk.get(0))[1],":"))[0])%>"></td>
      <td width="25">&nbsp;</td>
      <td><div align="right"><strong><font size="2" face="Helvetica, sans-serif">Gatekeeper:</font></strong></div></td>
      <td><input name="gatekeeper" type="text" id="gatekeeper" value="<%=((split(((String[]) dadosgk.get(0))[1],":"))[0])%>"></td>
    </tr>
    <tr>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
    </tr>
    <tr>
      <td><div align="right"><font size="2" face="Helvetica, sans-serif"><strong>Tempo de atualiza&ccedil;&atilde;o (seg):</strong></font></div></td>
      <td><input name="refrech" type="text" id="refresh" value="30"></td>
      <td>&nbsp;</td>
      <td><div align="center"><input type="submit" name="Submit" value="Alterar"></div></td>
      <td>&nbsp;</td>
    </tr>
    <tr>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
      <td>&nbsp;</td>
    </tr>
  </table>
</form>
<P ALIGN=LEFT STYLE="margin-bottom: 0cm"><BR>
</P>
<FORM method=post action="">
  <TABLE WIDTH=100% BORDER=1 BORDERCOLOR="#000000" CELLPADDING=5 CELLSPACING=0>

```

```

<TR>
  <TD width="4%" ROWSPAN=2 BGCOLOR="#e6e6e6">
<P LANG="en-US" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">IP</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
  <TD width="6%" ROWSPAN=2 BGCOLOR="#e6e6e6">
  <H3 LANG="en-US" CLASS="western" ALIGN=CENTER><FONT
FACE="Helvetica, sans-serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN
STYLE="background:
transparent">Alias</SPAN></B></FONT></FONT></H3></TD>
  <TD width="17%" ROWSPAN=2 BGCOLOR="#e6e6e6">
  <P LANG="en-US" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Software</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
  <TD colspan="2" BGCOLOR="#e6e6e6"><div align="center"><strong><font
size="2" face="Helvetica, sans-serif">Conex&atilde;o</font></strong></div></TD>
  <TD width="5%" ROWSPAN=2 BGCOLOR="#e6e6e6">
  <P LANG="en-US" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Sala</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
  <TD COLSPAN=3 BGCOLOR="#e6e6e6"> <H3 LANG="en-US"
CLASS="western" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Estat&iacute;stica
&Aacute;udio</SPAN></B></FONT></FONT></H3></TD>
  <TD COLSPAN=3 BGCOLOR="#e6e6e6"> <P LANG="en-US"
ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif"><FONT SIZE=2
STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Estat&iacute;stica
V&iacute;deo</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
  <TD width="19%">
  <P ALIGN=CENTER><BR>
  </P></TD>
</TR>
<TR>
  <TD width="8%" BGCOLOR="#e6e6e6"><div align="center"><font size="2"
face="Helvetica, sans-serif"><strong>Hora</strong></font></div></TD>
  <TD width="7%" BGCOLOR="#e6e6e6"><div align="center"><strong><font
size="2" face="Helvetica, sans-serif">Tempo</font></strong></div></TD>
  <TD width="5%" BGCOLOR="#e6e6e6">
  <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif"><FONT SIZE=2
STYLE="font-size: 9pt"><B>Env.</B></FONT></FONT></P></TD>
  <TD width="5%" BGCOLOR="#e6e6e6">
  <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif"><FONT SIZE=2
STYLE="font-size: 9pt"><B>Rec.</B></FONT></FONT></P></TD>
  <TD width="7%" BGCOLOR="#e6e6e6">

```

```

    <P LANG="en-US" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Codec</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
    <TD width="5%" BGCOLOR="#e6e6e6">
    <P LANG="en-US" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Env.</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
    <TD width="5%" BGCOLOR="#e6e6e6">
    <P LANG="en-US" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Rec.</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
    <TD width="7%" BGCOLOR="#e6e6e6">
    <P LANG="en-US" ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-
serif"><FONT SIZE=2 STYLE="font-size: 9pt"><B><SPAN STYLE="background:
transparent">Codec</SPAN></B></FONT></FONT></P></TD>
    <TD> <P ALIGN=CENTER><BR>
    </P></TD>
</TR>
<%
for (int i=0; i<dadosgk.size(); i++) {
    String[] linegk = (String[]) dadosgk.get(i);
    String[] linemcu = (String[]) dadosmcu.get(i);
%>
    <TR>
    <TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%=linegk[1]%%><BR>
    </FONT> </P></TD>
    <TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%=linegk[2]%%><BR>
    </FONT> </P></TD>
    <TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%=linegk[3]%%>
    <%=linegk[4]%%> <%=linegk[5]%%> <%=linegk[6]%%> <%=linegk[7]%%>
<%=linegk[8]%%><BR>
    </FONT> </P></TD>
    <TD>&nbsp;</TD>
    <TD>&nbsp;</TD>
    <TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%=linemcu[1]%%><BR>
    </FONT> </P></TD>
    <TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%= (linemcu[2].indexOf("/") != -1) ?
(Integer.parseInt((split(linemcu[2],"/"))[1])/1024 + " KB") : linemcu[2] %%><BR>
    </FONT> </P></TD>
    <TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%= (linemcu[4].indexOf("/") != -1) ?
(Integer.parseInt((split(linemcu[4],"/"))[1])/1024 + " KB") : linemcu[4] %%><BR>
    </FONT> </P></TD>

```

```

<TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%=linemcu[3]%><BR>
  </FONT> </P></TD>
<TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%= (linemcu[6].indexOf("/") != -1) ?
(Integer.parseInt((split(linemcu[6],"/"))[1])/1024 + " KB") : linemcu[6] %><BR>
  </FONT> </P></TD>
<TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%= (linemcu[8].indexOf("/") != -1) ?
(Integer.parseInt((split(linemcu[8],"/"))[1])/1024 + " KB") : linemcu[8] %><BR>
  </FONT> </P></TD>
<TD> <P ALIGN=CENTER><FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2
STYLE="font-size: 8pt"><%= linemcu[7].equals("none") ? linemcu[9] : linemcu[7]
%><BR>
  </FONT> </P></TD>
<TD> <FONT FACE="Helvetica, sans-serif" SIZE=2 STYLE="font-size: 8pt">
  <INPUT type=submit value=Desconectar name=<%=linegk[0]%>>
  </FONT> </TD>
</TR>
<%
}
%>
</TABLE>
</FORM>
<P STYLE="margin-bottom: 0cm"><strong><font size="2" face="Helvetica, sans-
serif">Informa&ccedil;&otilde;es
de Log</font></strong><BR>
  <textarea name="textarea" cols="123" rows="5"></textarea>
</P>
</BODY>
</HTML>

```

ANEXO B – Parâmetros de inicialização do *OpenMCU*¹⁴

-u --username str : Configura o nome do *sistema final* local para “str”
 -g --gatekeeper host: Especifica o host gatekeeper.
 -n --no-gatekeeper: Desabilita a descoberta do *gatekeeper*.
 --require-gatekeeper: Sai se a descoberta do *gatekeeper* falhar.
 -i --interface ip: Fixa para uma interface específica.
 --g711quadros count: Define a capacidade do número de quadros G.711 (padrão 30).
 --gsmquadros count: Configura a capacidade do número de quadros GSM (padrão 4).
 -t --trace: Habilita rastreamento (*trace*), use várias vezes para mais detalhes.
 -o --output: Arquivo para saída de rastreamento, padrão é *stderr*
 --save: Salva os argumentos em um arquivo de configuração
 -v --video: Habilita o uso de vídeo H.261.
 --videolarge: Configura o tamanho do vídeo de normal (176x144) para grande (352x288).
 --videotxquality n: Seleciona a qualidade do video enviado, (padrão 9).
 1(bom)<=n<=31
 --videofill n: Seleciona o número de blocos do *background* atualizados por *frame*
 (padrão 2) (1<=n<=99)
 --videotxfps n: Número máximo de quadros de vídeo por segundo transmitidos
 1<10(padrão)<30
 --defaultroom name: Conexões sem o nome de uma sala irão ingressar nessa sala
 (Sala padrão é room101)
 --no-defaultroom: Rejeita conexões sem nome de sala especificadas.
 --disable-menu: Desabilita o menu de linha de commando.
 --audio-loopback name : Usuários ouvirão as próprias vozes ecoadas dentro da sala.
 (Usuários também podem ouvir a própria voz na sala '*loopback*'). Use o nome “*” para
 habilitar *loopback* em todas as salas.
 -h --help: Mostra a mensagem de ajuda.
 Geramente é suficiente somente o uso das opções “-n” e “-v”, conforme os exemplos
 abaixo:
 openmcu -n (unidade de conferência com áudio, sem *gatekeeper*)
 openmcu -n -v (unidade de conferência com áudio e vídeo, sem *gatekeeper*)

¹⁴ (Fonte: [OPENH.323])

ANEXO C - Instalação e configuração dos *softwares*

Todos os *softwares* utilizados foram baixados através da página na Internet dos desenvolvedores ou espelhos destes. Abaixo são apresentados os procedimentos realizados na obtenção e instalação de cada *software*:

C.1 SOFTWARES DO PROJETO OPENH.323:

➤ **OpenH.323**

Versão: 1.11.6

Sistema Operacional: disponível em código-fonte para compilação em Windows e Linux

Site: http://www.openH.323.org/bin/openH.323_1.11.6.tar.gz

Instalação: Após o *download* do código-fonte acima citado, foi realizado o procedimento de instalação, conforme apresentado em [OPENH.323] e mostrado no Quadro 2:

```
mcu:/home/richard:~# tar -xzvf openH.323_1.11.1.tar.gz  
mcu:/home/richard/openH.323:~# cd openH.323  
mcu:/home/richard/openH.323:~# make opt
```

Quadro 2: Comandos de compilação e instalação do *OpenH323*

➤ **PWLib**

Versão: 1.4.10

Sistema Operacional: disponível em código-fonte para compilação em Windows e Linux

Site: http://www.openH.323.org/bin/pwlib_1.4.10.tar.gz

Instalação: Após o *download* dos códigos-fonte, foi realizado o mesmo procedimento de instalação, conforme apresentado em [OPENH.323] e mostrado no Quadro 3:

```
mcu:/home/richard:~# tar -xzf pwlib_1.4.6.tar.gz
mcu:/home/Richard/pwlib:~# cd pwlib
mcu:/home/Richard/pwlib:~# make both
```

Quadro 3: Comandos de compilação e instalação do *PWLib*¹⁵

Ao final de cada comando apresentado acima deve ser aguardada a mensagem de sucesso da última operação e o *prompt* do sistema novamente. Após a compilação dessas bibliotecas o sistema estará pronto para a instalação do MCU e *gatekeeper*.

➤ **Servidor de Conferência H.323 (OpenMCU)**

Versão: *OpenMCU* - 1.1.6

Sistema Operacional: disponível em código-fonte para compilação em Windows e Linux

Site: http://www.openH.323.org/bin/OpenMCU_1.1.6.tar.gz

http://www.openH.323.org/bin/OpenGK_1.3.4.tar.gz

¹⁵ Algumas linhas de saída da descompactação e compilação foram removidas para manter claros nessa documentação somente os comandos importantes.

Requisitos: OpenH.323, PWLib (apresentados nos itens anteriores)

Instalação: Após o *download* dos códigos-fonte, foi realizado o procedimento de instalação, conforme apresentado em [OPENH.323] e mostrado no Quadro 4:

```
mcu:/home/richard:~# tar -xzvf OpenMCU_1.1.4.tar.gz
mcu:/home/richard:~# cd OpenMCU
mcu:/home/richard/OpenMCU:~# make
mcu:/home/richard/OpenMCU:~# make install
```

Quadro 4: Comandos de compilação e instalação do *OpenMCU*

Neste momento do procedimento de instalação, o ambiente de videoconferência conta com os serviços do *OpenMCU* preparados para serem usados, ou seja, do ponto de vista do servidor já é possível a realização de uma conferência multimídia multiponto conectando clientes com suporte ao H.323, bastando para isso a inicialização do *OpenMCU*.

Configuração aplicada: No comando de inicialização do MCU, apresentado no Quadro 5, foram utilizadas as opções “-u” para definir o nome do sistema final local, “-v” para habilitar o uso de vídeo H.261 e “-g” para indicar ao *OpenMCU* quem é o *gatekeeper* (no caso, com endereço <ip-openMCU>).

```
richard@mcu:~$ OpenMCU -u mcu-popSC -v -g <ip-openMCU>
```

Quadro 5: Comando de inicialização do *OpenMCU*

Existem outras opções que poderiam ser exploradas durante os experimentos, como definir o número de quadros de um determinado *codec*, mas não é objetivo desta pesquisa a análise de todas as suas funções. Maiores informações sobre todos os parâmetros existentes no *OpenMCU* podem ser encontradas no Anexo II.

Cabe ressaltar que somente com o uso do MCU no ambiente de conferência não será possível fazer alguns controles, como a tradução de apelidos dos sistemas finais conectados para endereços IPs dos sistemas finais conectados e a administração da largura de banda. Como essa funcionalidade será necessária no ambiente de videoconferência da RCT-SC, é apresentado abaixo o procedimento de compilação e instalação do *OpenGK*.

➤ **Gatekeeper H.323**

Versão: *OpenGK* - 1.3.4

Sistema Operacional: disponível em código-fonte para compilação em Windows e Linux

Site: http://www.openH.323.org/bin/OpenGK_1.3.4.tar.gz

Requisitos: OpenH.323, PWLib

Site: http://www.openH.323.org/bin/openH.323_1.11.6.tar.gz

http://www.openH.323.org/bin/pwlib_1.4.10.tar.gz

Instalação: Após o *download* dos códigos-fonte, foi realizado o procedimento de instalação, conforme apresentado em [OPENH.323] e mostrado no Quadro 6:

```
mcu:/home/richard:~# tar -xzvf OpenGK_1.3.3.tar.gz
mcu:/home/richard:~# cd OpenGK
mcu:/home/richard/OpenGK:~# make
mcu:/home/richard/OpenGK:~# make install
```

Quadro 6: Comandos de compilação e instalação do *OpenGK*

Uma vez que a compilação do *OpenGK* foi efetuada com sucesso, só é necessário configurar os parâmetros de inicialização para que os sistemas finais possam iniciar a

conferência multimídia fazendo uso dos recursos disponibilizados pela implementação do *OpenH.323*.

Configuração aplicada: Antes de realizar as chamadas para videoconferência foi necessário fazer a configuração dos *softwares* clientes H.323 e do servidor OpenMCU para se registrarem no *gatekeeper*, conforme apresentado no quadro 6:

No comando de inicialização do *gatekeeper* foi utilizado a opção “-dl” para deixá-lo executando como um *daemon* no sistema e fazer registro das operações (*log*) no diretório /var/log, conforme mostrado no Quadro7.

```
richard@mcu:~$ /home/richard/OpenGK/obj_linux_ppc_d/OpenGK -dl /var/log
```

Quadro 7: Comando de inicialização do *OpenGK*

C.2 SOFTWARES CLIENTES H.323

- **Netmeeting:** cliente H.323

Versão: 3.01

Sistema Operacional: Windows98 / Windows2K

Site:

<http://download.microsoft.com/download/netmeeting/Install/3.01/W9XNT4/E>

[N-US/NM30.EXE](#).

Instalação: Após o *download*, bastou a execução do aplicativo *nm30.exe* e seguir as instruções na tela.

Configuração aplicada: Antes de iniciar uma chamada para videoconferência, o *software* foi configurado para se registrar no *gatekeeper*, instalado no ambiente.

Tela configuração: na Figura 22 é possível observar a configuração para que o Netmeeting ingresse nas videoconferências fazendo registro junto ao *gatekeeper* informado

no campo “*Gatekeeper*”, através do número IP do equipamento. Nesta mesma tela ainda é possível informar o “nome do usuário” que será usado quando o registro for feito junto ao *gatekeeper* da rede.



Figura 22: Tela de configuração do *gatekeeper* no Netmeeting.

- **CUSEEMe**: cliente H.323

Versão: 5.0.0

Sistema Operacional: Windows98 / Windows2K

Site:

http://download.com.com/redir?pid=5976507&merid=79531&mfgid=79531<ype=dl_dlnow&lop=link&edId=3&siteId=4&oId=3000-2348-5976507&ontId=2348&destUrl=%2F3001-2348-5976507.html

Instalação: Após o *download*, foi executado o aplicativo *cuseeme.exe* e foram seguidas as instruções na tela.

Configuração aplicada: Antes de iniciar a realização das chamadas para videoconferência, o *software* foi configurado para se registrar no *gatekeeper*, instalado no ambiente.

Tela configuração: pode-se observar na Figura 23 o campo para habilitar o uso de *gatekeeper*, um campo para informar o “apelido” ou *alias* do ponto final e o endereço do *gatekeeper* a ser usado.

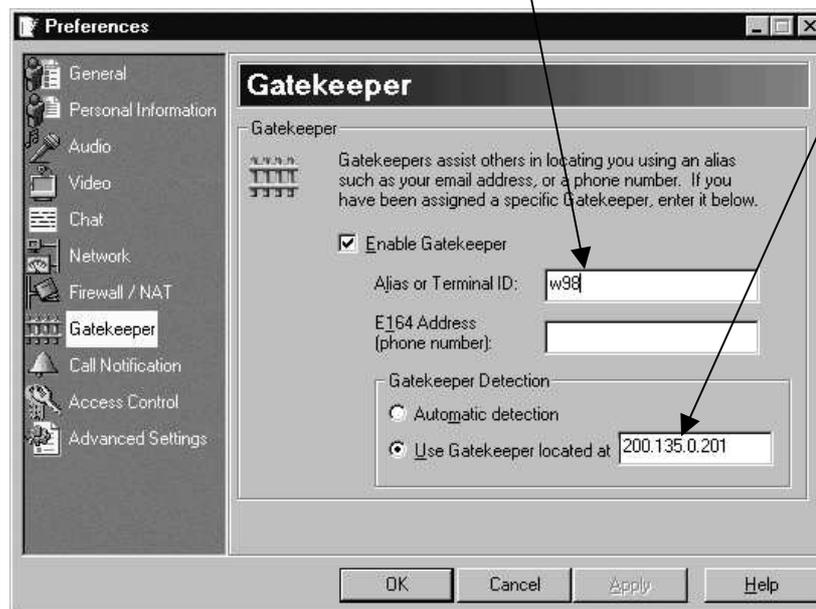


Figura 23: Tela de configuração do *gatekeeper* no CuSeeMe.

GNOMEMEETING: cliente H.323

Versão: 0.96.1

Sistema Operacional: Debian

Site: <http://www.gnomemeeting.org/>

Instalação: Após o *download*, o pacote foi instalado no Linux (distribuição Debian) com a linha de comando “*apt-get install gnomemeeting_0.96.1-1_i386.deb*”, conforme mostra o Quadro 8.

```
mcu:/home/richard:~# apt-get install gnomemeeting_0.96.1-1_i386.deb
```

Quadro 8: Comando de instalação do GnomeMeeting em Debian

Configuração aplicada: Antes de iniciar a realização das chamadas para videoconferência, o *software* foi configurado para se registrar no *gatekeeper*, instalado no ambiente, conforme apresentado na Figura 24.

Tela configuração: na Figura 24 pode-se observar o campo para configurar o *software* para fazer o registro junto ao *gatekeeper*, informando o endereço de registro, ou o apelido do *gatekeeper* e a senha, se for necessário.

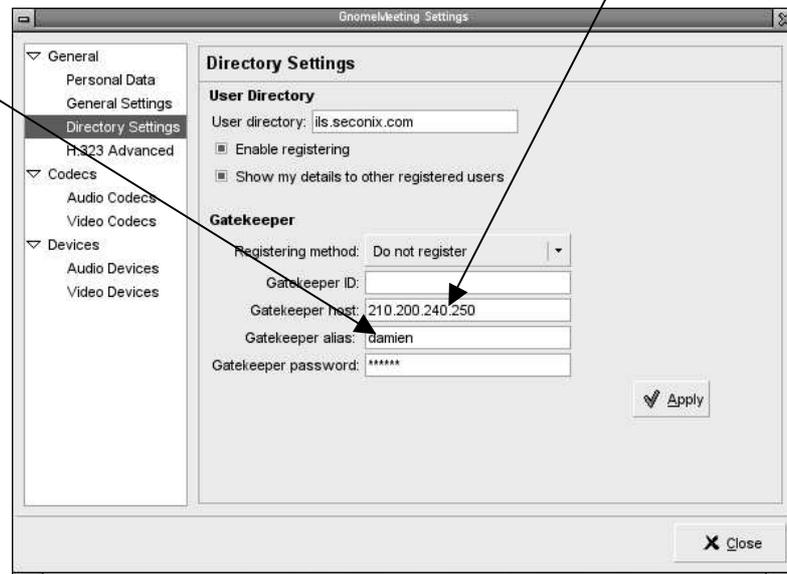


Figura 24: Tela de configuração do *gatekeeper* no GnomeMeeting.

Na tela de configuração do GnomeMeeting encontram-se alguns melhoramentos em relação ao Netmeeting, como, por exemplo, a possibilidade de definir qual método será utilizado pela aplicação para se registrar junto ao *gatekeeper*: através do *ID* do *gatekeeper*, através do *host* ou através da procura automática de um *gatekeeper* na rede.