

ESTUDO DOS PROTOCOLOS DA TELEFONIA IP E ANÁLISE DE UMA REDE DE VOZ SOBRE IP

Ronaldo Mafra Salgado – rmsalgado@yahoo.com.br

Thelma Virginia Rodrigues – thelma@pucpcaldas.br

Marcos Trevisan Vasconcelos – marcostv@pucpcaldas.br

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Engenharia Elétrica – ênfase em Telecomunicações - Campus Poços de Caldas.

Avenida Padre Francis Cletus Cox, 1661.

CEP: 37701-355 – Poços de Caldas – Minas Gerais

Resumo: Este trabalho apresenta um estudo sobre a tecnologia envolvida pela Telefonia IP. Apresenta uma comparação entre os protocolos mais utilizados (H.323, SIP) quanto às métricas de desempenho, apresentando um estudo sobre a tecnologia de voz e a qualidade de serviço (QoS). Um levantamento de caso, in loco, da rede e dos equipamentos utilizados pela PUC MINAS – campus Poços de Caldas, para o uso da Telefonia IP é realizado. A migração da tradicional telefonia comutada por circuitos para telefonia comutada por pacotes já está acontecendo. Este trabalho desenvolveu-se no âmbito do curso de Engenharia Elétrica ênfase em Telecomunicação da PUC Minas campus de Poços de Caldas dentro dos objetivos da disciplina “Orientação de Projeto Intermediário”. A disciplina propõe a elaboração e desenvolvimento de um projeto através de simulação ou montagem de protótipo e sua avaliação é realizada através dos resultados obtidos e da redação de um artigo, que está sendo aqui apresentado.

Palavras Chaves: Telefonia, Protocolos, Voz sobre IP, Qualidade de Serviço.

1. INTRODUÇÃO

Desde a década passada, mudanças significativas estão ocorrendo na indústria das telecomunicações. E, muitas dessas mudanças, ocorreram devido ao rápido crescimento das redes IP. Com toda essa evolução, os responsáveis pelos setores de tecnologia das empresas, começaram a estudar uma maneira de transportar voz na rede de dados a fim de reduzir os custos. A transmissão de voz pela Internet surgiu pela primeira vez em fevereiro de 1995 quando a Vocaltec lançou um software chamado *InternetPhone*. Esse software fazia a compressão da voz e transmitia por pacotes IP sendo que era necessário o usuário ter instalado no computador uma placa de som, um microfone e caixas de som.

A utilização das redes de dados para a comunicação de voz é chamada de VoIP (*Voice over Internet Protocol*). VoIP, consiste na utilização de redes de dados para transmissão de voz em forma de pacotes em tempo real. Como já foi dito anteriormente, o transporte desses dados são utilizadas as redes IPs. Com a evolução da Voz sobre IP, surgiu a telefonia IP com a proposta de prover serviços de telefonia utilizando redes IPs para o estabelecimento de chamadas telefônicas.

Em um curto espaço de tempo, houve uma evolução muito grande da telefonia IP. Segundo Oliver Hersent, autor do livro IP TELEPHONY, a transmissão de voz pela Internet cresce a uma taxa superior que a telefonia móvel. Mas, como toda nova tecnologia que cresce a passos largos, podemos observar que não existe uma padronização na forma de transmissão da voz.

Para transmitir a voz, seria necessário desenvolver um conjunto de protocolos de sinalização de chamadas para permitir e garantir uma boa qualidade, bem próxima da qualidade fornecida pelas redes convencionais de telefonia móvel. Existem vários protocolos, dentre eles o H.323 e o SIP merecem mais destaques. Uma visão comparativa entre os protocolos será analisada na seção 2.

Ressalta-se que, mesmo tendo vários grupos que estão pesquisando sobre estes protocolos, existem outros problemas que necessitam ser analisados para se obter uma boa qualidade na transmissão de voz. Dentre eles, vale destacar a confiabilidade e a qualidade de serviço. Isto ocorre principalmente pela pequena largura de banda disponível na Internet pública. Por isso, muito dos usuários usam essa tecnologia em *intranets*, por terem uma maior largura de banda e com isso uma melhor qualidade. Uma visão sobre qualidade de serviço será discutida na seção 3.

Mas, mesmo com todos estes problemas, a utilização da Telefonia IP continua evoluindo rapidamente. Utilizando VoIP em uma *intranet* dentro de uma empresa, pode-se conseguir uma grande redução nos custos das ligações telefônicas. Por exemplo: se a matriz de uma grande empresa esta situada na Inglaterra e, esta empresa possui filiais espalhadas pelo mundo, pode-se usar o link existente de comunicação de dados entre elas para o serviço de telefonia, reduzindo assim o gasto com ligações internacionais entre as mesmas. Estatísticas mostram que em um futuro próximo, a maioria das informações trafegadas em redes SDH e SONET serão dados e que em breve, 99,9% dos dados transmitidos por indivíduos, corporações e equipamentos eletrônicos que trabalham em rede serão IP [HERSENT *et alli*, 2000]. Sabemos que, com a evolução da tecnologia xDSL, cada vez mais esta tecnologia irá ser utilizada nas residências e em pequenas empresas. Isto significa que, com uma maior banda disponível para o usuário, conseguiremos obter uma ótima qualidade na transmissão de voz podendo, inclusive, superar em pouco tempo, as atuais redes ISDN. E sem falar na infinidade de serviços que poderão ser agregados a essa tecnologia. Várias empresas já estão adotando o serviço de telefonia IP. Pesquisas mostram que as empresas que adotaram essa tecnologia estão economizando de 30 a 40% em relação ao sistema antigo de telefonia, ou seja, estão reduzindo custos operacionais e aumentando o faturamento. O BANK BOSTON ARGENTINA é uma prova disso. Conseguiu um retorno de investimento em apenas cinco meses e uma economia de \$ 2 milhões mensais [AVAYA, 2004].

Pelo exposto, nota-se um campo em aberto para estudos e aplicações de VoIP, sendo necessário estabelecer parâmetros que possam comparar os diversos protocolos existentes e com isso encontrar-se uma padronização para este tipo de comunicação. Enormes desafios têm que ser vencidos para a implantação comercial do sistema. Na seção 4 é apresentada a rede e os equipamentos de Telefonia IP da PUC MINAS – *campus* Poços de Caldas e as devidas considerações finais a respeito desta.

2. PROTOCOLOS

Como foi dito anteriormente, a padronização dos protocolos utilizados pela telefonia IP está ainda em processos de desenvolvimento.

2.1 H.323

O H.323 foi desenvolvido com o intuito de descrever a arquitetura e operação de mecanismos de transportes multimídias em uma rede local. Define aspectos de transmissão, estabelecimento e capacidade de chamadas. Ele é considerado como um “protocolo guarda-

chuva” pois define todas as operações e sinalizações necessárias para o estabelecimento de chamada sobre uma rede de pacotes. O H.323 não foi desenvolvido para trafegar só por IP, podendo sim utilizá-lo sobre IPX/SPX ou ATM. Ele define uma série de outros protocolos como, por exemplo, o H.225 para o setup das chamadas, o H.245 para troca de capacidades e o RTP/RTCP para transporte e controle em tempo real. Para um estudo inicial da chamada H.323 será considerado um caso mais simples, onde dois usuários estão conectados em terminais IP distintos.

2.1.1 Estabelecimento de uma chamada – Aspectos Básicos

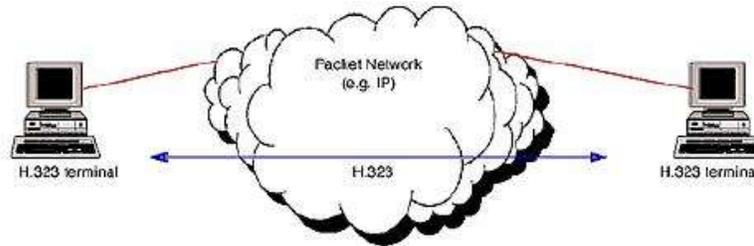


Figura 1 Chamada simples de voz - terminal A para o terminal B

Para estabelecer uma chamada são necessárias duas conexões TCP. Uma conexão para o estabelecimento de chamadas e uma outra pra troca de informações sobre as capacidades. A primeira conexão TCP é estabelecida a partir do terminal chamador, aqui chamado de terminal A. Ela utiliza as mensagens definidas no H.225.0. Esta primeira conexão também é conhecida como Q.931 ou canal de sinalização de chamadas. A segunda conexão TCP é responsável pelo controle e troca de informações sobre as capacidades. Essas mensagens de controle são definidas no H.245. Após a confirmação da primeira conexão TCP, o terminal A envia para o B o número da porta para ser estabelecida a segunda conexão TCP.

Como foi dito anteriormente, para estabelecer uma chamada é necessário primeiramente estabelecer uma conexão TCP. Essa conexão pode ser chamada de canal de sinalização de chamadas ou canal Q.931. O protocolo Q.931 é utilizado também em redes ISDN (Integrated Services Digital Network). As mensagens a seguir fazem parte do protocolo:

- *Setup*
- *Alerting*
- *Connect*
- *Release Complete*
- *Status Facility*.

A primeira mensagem que A envia para B é uma mensagem de *SETUP*, onde o terminal A informa sobre a capacidade de transporte do canal e do tipo de chamada a ser realizada (áudio e vídeo). O terminal A, envia na porta de sinalização de chamadas (1720).

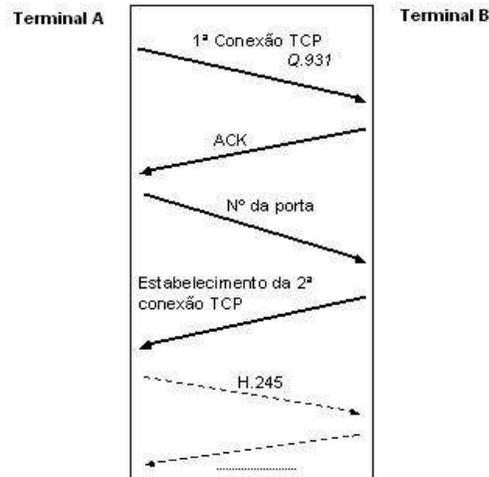


Figura 2 - Estabelecimento das Conexões TCP

Após o terminal B aceitar a chamada, ele envia mensagens de *RELEASE*, *COMPLETE*, *ALERTIN*, *CONNECT*. A mensagem *CONNECT* enviada de B para A contém as seguintes informações:

- Discriminador de protocolo Q.931.
No PDU H.323 contém as seguintes informações:
- Identificador de protocolos;
- Endereço IP para conexão H.245;
- Informação de destino para saber se tem *gateway* ou não;
- ID de conferência copiado da mensagem Setup;
- Identificador de chamadas copiado da mensagem Setup.

O canal de controle é estabelecido na segunda conexão TCP e se mantém ativo durante todo o tempo da chamada. As mensagens que são enviadas nesse canal são definidas no H.245. A primeira mensagem enviada pelo canal de controle é a *TERMINALCAPABILITYSET*. As seguintes informações são enviadas:

- Um número de seqüência
- Tabela de capacidades
- Descritores de capacidades.

A tabela de capacidades informa a configurações de *codecs* que o terminal suporta. Informa quais são os *codecs* que podem ser utilizados simultaneamente e alternativamente. Para cada envio de mensagem, um “ACK” é enviado de volta para a confirmação do recebimento. Para se iniciar uma chamada é necessário abrir canais lógicos de comunicação entre os terminais. Os canais lógicos, em sua maioria, são canais unidirecionais, exceto canais que transportam dados. Para iniciar um canal lógico do terminal A para o terminal B, A envia uma mensagem H.245 *OpenLogicalChannel*. Esta mensagem contém vários parâmetros, entre eles:

- O tipo de informação que será enviada;
- O número da porta UDP, se a informação enviada for áudio ou vídeo;
- O número da porta no qual B enviará os RR (*receiver reports*) RTCP;
- O número de quadros de *codecs* que serão enviados em cada pacote RTP.

Logo que B recebe a mensagem de A, B envia uma mensagem *OpenLogicalChannelAck* para confirmar. Esta mensagem contém os números das portas UDP onde A enviará os pacotes RTP e os pacotes RTCP.

Após ter estabelecido todas as conexões entre o terminal A e o terminal B, A pode conversar ou ver o terminal B, dependendo do tipo de informações que eles estejam trocando. Os dados são enviados em pacotes RTP. As mensagens RTCP contém as seguintes informações:

- a fração de pacotes que foram perdidos entre A e B
- a perda acumulativa de pacotes
- o *jitter* entre as chegadas
- o maior número de seqüências recebidas.

As informações contidas no pacote RTCP SR são para que B sincronize múltiplos fluxos RTP, estimar a taxa esperada de dados RTP e medir a distancia do transmissor. A mensagem RTCP RR serve para A medir a qualidade de serviço entre A e B.

A finalização da chamada H.323 não é tão simples. O terminal A envia para B uma mensagem *CloseLogicalChannel* para cada canal lógico que A abriu. B envia um *ACK* confirmando o recebimento. Após fechamento de todos canais lógicos, A envia para B uma mensagem *endSessionCommand* e espera receber a mesma mensagem de B para fechar o canal de controle H.245 (segunda conexão TCP). Logo em seguida, A envia para B e B envia para A uma mensagem H.225 *ReleaseComplete*. Com isso, o canal de sinalização (primeira conexão TCP) é fechado assim como a chamada.

2.1.2 Estabelecimento de chamadas – um caso mais complexo

No caso anterior, foi mostrada o procedimento de uma chamada H.323 com dois endereços IPs conhecidos. Mas esse caso é praticamente impossível, visto que a maioria dos IPs são dinâmicos. Para se realizar uma chamada para um telefone comum a partir de um telefone IP, são necessários novos equipamentos. Entre eles, o MCU, o *Gateway* e o *Gatekeeper* (GK), que é o mais complexo da estrutura H.323. Eles são componentes diferentes, mas podem ser implementados em um mesmo dispositivo físico.

O *MCU* é o equipamento responsável por prover a conexão de três ou mais terminais H.323. Para se realizar uma conferência, é necessário que todos terminais participantes estejam conectados em um MCU. Ele prove vários recursos, entre eles recursos de gerenciamento de conferências e negociação entre os terminais para a escolha de um *CODEC*.

O *gateway* é um equipamento que conecta duas redes H.323 ou duas redes distintas, como por exemplo, redes H.323 com redes ISDN (Integrated Services Digital Network). Esta integração entre redes distintas é alcançada graças a um serviço do *gateway* que traduz os protocolos H.323 para informações que possam ser entendidas por uma outra rede que esteja conectado a ele. O *gateway* traduz estes protocolos de forma transparente, não sendo percebidos pelos terminais. Pode suportar um grande número de chamadas simultâneas entre redes H.323 e redes externas. Pode também agregar serviços de tarifação.

O *Gatekeeper* foi idealizado no H.323v1, mas foi somente no H.323v2 que ele foi bem esclarecido. Ele pode ser considerado como o cérebro de uma rede H.323. Utiliza um protocolo chamado RAS, que prove o registro, admissão e status de dispositivos conectados a rede. Ele não é um equipamento obrigatório em uma rede H.323. Mas, uma vez utilizado, realiza serviços obrigatórios que não podem ser realizados nos terminais H.323, como por exemplo, tradução de endereços e controle de acesso dos terminais e *gateways* H.323 na LAN. Fornece serviços de tradução de endereços, controle de admissão de chamadas, gerenciamento de largura de banda e gerenciamento de zona. O GK também pode autenticar terminais e *gateways*, localizar *gateways* e ajudar na implementação de terminais e

gateways, pois todas as alterações são feitas em um ponto central, onde o GK é o ponto central.

2.2 SIP – Protocolo de Inicialização de Sessão

O SIP virou uma RFC apenas em março de 1999. A sua função é permitir que voz, vídeo e dados sejam integrados em uma mesma rede. Ele permite a integração com as redes TDM existentes, com e-mail, com as redes da próxima geração assim como mensagens instantâneas e redes móveis.

Para explicar os aspectos básicos de uma chamada SIP, consideraremos que o terminal A, onde partirá a chamada (aqui chamado de cliente SIP), conhece previamente o endereço IP do terminal B, terminal que será chamado, também chamado de servidor SIP.

Para estabelecer uma chamada SIP, primeiramente deve-se abrir uma conexão UDP ou TCP para ser usada com serviços de sinalização. Se a conexão for TCP, esta pode ser usada para todos os pedidos e respostas SIP. Se for uma conexão UDP, uma informação terá que ser enviada no cabeçalho informando o endereço e a porta para serem usados para pedidos e respostas SIP. O terminal A conhecendo o endereço do terminal B, envia uma mensagem *INVITE*. Esta mensagem, geralmente, contém todas as informações suficientes para o estabelecimento da chamada, como por exemplo, informações sobre capacidades, endereço de transporte.

Após ter recebido a mensagem *INVITE* de A, confirma o recebimento com uma mensagem OK. Esta mensagem também contém informações sobre capacidades e endereço de transporte. Após A ter recebido a mensagem OK, o terminal envia um *ACK* para confirmar o recebimento e então começar a conversação. A figura abaixo representa as mensagens trocadas no estabelecimento da chamada SIP.

É válido dizer que as mensagens *INVITE* e OK contém informações sobre o tipo de codificação que o terminal esteja usando. Por exemplo: o terminal A envia a mensagem *INVITE* informando que utiliza o canal de áudio codificado em *PCM m-law*. Mas, o terminal B envia uma mensagem informando que utiliza codificação *GSM*. Ou seja, ocorre uma incompatibilidade entre os terminais. Para solucionar este problema, o terminal A reinicia a conexão utilizando o codificador adequado ou utiliza-se um proxy de transcodificação. Este proxy, transcodifica o padrão PCM para GSM e vice-versa.

Para finalizar uma chamada, o terminal que deseja finalizar envia uma mensagem *BYE* e aguarda uma mensagem OK para confirmação.

Se o terminal B não pode atender a chamada, o terminal SIP pode enviar mensagem contendo o motivo pelo qual não pode atender, ou simplesmente recuar.

Existem alguns equipamentos nas redes SIP que possibilitam a realização do tratamento de chamadas. São eles:

- **SIP user agent:** usuário SIP. Qualquer cliente SIP pode inicializar ou encerrar uma sessão. Isto inclui o telefone IP, o softphone (software de voz que utiliza um PC) ou um *gateway* SIP.
- **SIP proxy server:** Servidor proxy SIP. Equipamento de controle de chamada que pode prover vários serviços como, por exemplo, o roteamento de mensagens SIP entre os terminais.
- **SIP redirect server:** Servidor de redirecionamento SIP. Um servidor de redirecionamento pode ser usado em conjunção com um *registrar* para redirecionar chamadas para a localização atual do originador de chamada. Ele também pode atuar como uma forma primitiva do sistema de distribuição de chamadas.

- **SIP registrar server:** Servidor registrar SIP. É um equipamento que aceita pedidos Register. Mantém a localização atual de um usuário, fazendo um mapeamento entre os endereços SIP e endereços IP. Isto é necessário visto que em muitas situações os endereços IP são endereços dinâmicos. Para fazer um registro no *SIP registrar server*, o terminal envia uma mensagem do tipo *Register Multicast* para um endereço previamente definido.
- **SIP location services:** Serviços de localização SIP. É um serviço adicional que pode ser usado pelos servidores proxy, registrar e redirect para achar a identidade e a localização dos usuários em uma rede.

2.3 PROTOCOLO H.323 x SIP

As discussões sobre os protocolos usados na telefonia IP estão longe de chegar ao fim. Os protocolos estão em constante desenvolvimento e os grupos de pesquisas estão em constante debate sobre o assunto. Mas qual o melhor protocolo para a telefonia IP? É válido dizer que cada um apresenta vantagens e desvantagens.

Em relação a velocidade, o protocolo SIP apresenta uma vantagem significativa em relação ao H.323 versão 1. Para fazer a autenticação da chamada, o SIP necessita de apenas uma transação podendo estabelecer uma conexão UDP. Em contrapartida, o H.323v1 necessita de pelo menos quatro transações para estabelecer a conexão, sendo estabelecida conexões TCP para o canal de controle e de sinalização. É válido dizer que o H.323 versão 2 trouxe novidades em relação ao estabelecimento de chamadas. A opção *fastconnect* foi introduzida para revolver este problema. É válido dizer também que a opção de se utilizar uma conexão UDP está sendo discutido nas RFCs relativas ao protocolo H.323.

O endereçamento é uma outra vantagem do SIP. Em um primeiro momento não há grande diferença entre as formas de endereçamento:

- ★ Endereçamento H.323: ronaldo@dominio.com.br
- ★ Endereçamento SIP: `sip:ronaldo@dominio.com.br`

A grande diferença entre os endereçamentos é que o SIP especifica no seu endereço que ele está sendo utilizado. Em um primeiro momento parece uma especificação óbvia, mas quando um terminal SIP recebe um outro tipo de endereço, ele pode redirecionar a chamada para um servidor não SIP de maneira flexível. No caso do H.323, o terminal recebe uma chamada como se fosse H.323, perdendo assim tempo e processamento.

Como foi visto na tabela, a arquitetura do protocolo SIP é modular, isto é, o SIP abrange sinalizações básicas de chamada, localização de usuários e registros. Outras funções se encontram em protocolos diferentes. Já o protocolo H.323, que tem uma arquitetura monolítica, é composto por um mix de serviços, como, por exemplo, troca de informações sobre capacidades, controle de conferencia, sinalização básica, QoS, que são concedidos por outros componentes H.323.

É válido dizer que, em uma arquitetura monolítica, a expansão e o *upgrade* se torna muito complicado, visto que são vários protocolos envolvidos nas aplicações.

	SIP	H.323
Codificação	textual	binário
Uso em redes de terceira geração	Sim	Não

Atraso na chamada	1,5 RTT ¹	1,5 RTT – Pode atingir até 7 RTT, dependendo do protocolo que está sendo utilizado.
Complexidade	Adequado. Parecido com o http	Alta. O H.323 utiliza muitos diferentes protocolos (H.225, H.245, etc.)
Capacidade de extensão	O SIP está aberto para novos atributos	Têm códigos específicos pré-definidos.
Arquitetura	Modular	Monolítico
Suporte a mensagens instantâneas	Sim	Não
Suporte a firewall	Comparáveis	Comparáveis
Endereçamento	Algumas URLs, incluindo endereços de e-mails, http, etc.	Host (sem nome de usuário), gatekeeper (com alias determinado), números de telefone
Protocolo de transporte	UDP e TCP, sendo mais implementado em UDP.	UDP e TCP, sendo mais implementado em TCP.
Integração com a web	Integração com serviços de internet	Não
Roteamento de chamadas entre domínios	Hierárquica por DNS	Estática por Annex G
Padronização de serviços	Padronização dos protocolos. Não padronização dos serviços.	Padronizado. Serviços são bem padronizados.

Tabela 1 - Quadro comparativo. SIP x H.323

3. PARÂMETROS RELACIONADOS À REDE

No projeto inicial do protocolo Internet (IP), o conceito de QoS foi amplamente ignorado. Como outras tecnologias de redes de pacotes, o IP foi construído para transportar dados, e não voz e vídeo. Para isso, a qualidade de serviço exigida era apenas a de entrega íntegra de pacotes. Com o desenvolvimento da tecnologia de redes, tornou-se possível a transmissão de dados em tempo real sobre uma rede IP. Para esse novo tipo de tráfego, é

¹ RTT – Round Trip Time. Medida de atraso em uma rede.

essencial a caracterização e o controle de flutuações de tráfego na rede. O controle dessas flutuações é importante para o dimensionamento de um buffer que faça com que a taxa de entrega de bits seja constante.

A taxa de perda de pacotes também é um parâmetro importante para QoS em redes de pacotes. Esta perda normalmente acontece quando há congestionamento na roda de dados, causando uma sobrecarga no buffer do roteador. Em conexões TCP, esse congestionamento causará atraso; já em conexões UDP, só haverá atraso caso haja algum esquema de confirmação e retransmissão ou um método direto de correção de erro seja usado.

Atualmente os roteadores implementam diversos mecanismos que combinados ou mesmo usados separadamente oferecem um certo grau de qualidade para o seu tráfego. Um exemplo de mecanismo é o RED (*Random Early Detection*) tão comumente utilizado para controle de congestionamento, mesmo na arquitetura de serviço de Melhor Esforço.

Outro exemplo é o uso de mecanismos para compartilhamento de enlace, como o escalonador CBQ (*Class Based Queuing*), usados para a implementação de um serviço de Melhor Esforço com garantia de banda e aproveitamento de banda ociosa.

A combinação destes mecanismos e a adição de outros componentes como controle de admissão, classificação de pacotes, etc, leva à construção de arquiteturas para a obtenção de QoS para diversos tipos de tráfego.

A QoS oferecida pelas redes pode ser representada através de parâmetros que indicam o comportamento do tráfego. Portanto, a garantia de serviços oferecida por estas arquiteturas é medida através de parâmetros de qualidade de serviço. Os principais parâmetros de QoS do ponto de vista da rede são:

- Largura de banda: A capacidade dos canais de comunicação disponível para aplicação em todo caminho do seu fluxo de dados.
- Atraso de transferência: O tempo que as informações geradas em uma aplicação levam para chegar ao destino.
- Variação do atraso (*Jitter*): é causada principalmente pelo aumento da carga de tráfego nos roteadores, mas pode ser causada também por modificações de rota devido a falhas ou durante as alterações nas tabelas de rota. Outros fatores relacionados com as aplicações podem influenciar o aumento do *jitter*, como sistema operacional e processos de codificação.
- Perda de pacotes: Normalmente é consequência de congestionamento na rede.
- Padrão de perdas (*loss pattern*) ou Período de perdas (*loss period*): Fornece dicas importantes sobre o comportamento do tráfego para os desenvolvedores de *codecs* e aplicações.

Por outro lado, as aplicações requisitam um modelo de qualidade que reflita suas necessidades. E nem sempre seus indicadores de qualidade são objetivos, mas dependem da percepção, da experiência, da tarefa a ser desempenhada pelo usuário final. Os parâmetros de QoS da perspectiva da aplicação são:

- Vazão: A largura de banda efetiva recebida da rede.
- Latência: O atraso fim-a-fim percebido pela aplicação.
- Disponibilidade e continuidade do serviço que são influenciados por diversos fatores, tais como:
- Perda de dados (não necessariamente a mesma percepção de perda do nível de rede)
- Variação de atraso. A variação de atraso fim-a-fim pode ser removida se a aplicação implementar um esquema de armazenamento, mas isso pode causar um aumento na latência.

- *Denial of Service (DoS)* e segurança: O DoS pode causar interrupção do serviço porque a rede não será capaz de atender aos requisitos da aplicação. Também a segurança é um fator importante para a qualidade de serviço ao nível da aplicação, dessa forma ter-se-á um serviço de comunicação confiável fim-a-fim.

3.1. Arquiteturas de Serviço

Atualmente existem três modelos de arquitetura para QoS utilizados nas redes IP. O primeiro, e mais antigo, corresponde à arquitetura original da Internet que provê o serviço de Melhor Esforço (BE – Best Effort). O segundo modelo de arquitetura é a de Serviços Integrados (IntServ – Integrated Services). É baseado no esquema de reserva de banda para fluxos de tráfego e objetiva oferecer uma infra-estrutura robusta para aplicações com requisitos especiais de QoS. A terceira arquitetura, a de Serviços Diferenciados (DiffServ – Differentiated Services), pretende oferecer qualidade de serviço baseado na priorização de classes de serviço. A seguir serão apresentados cada um destes três modelos.

3.1.1. Melhor Esforço

O serviço de melhor esforço, que é o serviço original oferecido pela Internet, é baseado na transmissão de informações denominadas de datagramas, nas quais cada unidade de dados possui informações suficientes para chegar ao seu destino. Ele não garante nem a entrega dos dados nem a sua ordenação. Não há distinção de tratamento para os datagramas recebidos por um roteador. Todos os datagramas são encaminhados para as suas respectivas filas de saída, determinadas a partir de consulta à tabela de roteamento e são retirados das mesmas de acordo com a ordem de chegada (FIFO).

Por não fazer distinção entre os datagramas que necessitam de tratamento prioritário e por não ser provido nenhum tipo de reserva de recursos, não é adequado para aplicações de tempo real com requisitos exigentes de QoS.

3.1.2. Arquitetura de Serviços Integrados

A arquitetura de serviços integrados foi construída a partir da extensão do modelo de “Melhor Esforço”, com o objetivo de adicionar mecanismos que oferecessem um serviço de redes adequado para as aplicações de tempo real emergentes, sem causar grande impacto ao serviço de redes que funcionava sem modificações desde 1974. A arquitetura de serviços proposta é dividida em duas partes: Um modelo de serviço estendido, chamado de Serviços Integrados e uma estrutura de referência para a implementação do serviço.

O modelo estendido é composto por dois tipos de serviço: garantido e de carga controlada, que serão descritos a seguir.

O Serviço Garantido, concebido para aplicações de tempo real, provê funcionalidades para a garantia do tempo de entrega dos datagramas. Para isso é controlado o atraso máximo de enfileiramento em cada roteador.

O Serviço de Carga Controlada foi criado para aplicações elásticas e está próximo do serviço melhor esforço quando em leve sobrecarga. A entrega de pacotes é garantida (baixa perda) e o atraso de trânsito para um percentual alto de pacotes não irá exceder muito o atraso mínimo de trânsito. A diferença entre este serviço e o de melhor esforço é que os pacotes sob este serviço não são deteriorados quando a carga da rede aumenta.

A estrutura de referência para implementação do modelo é composta por quatro elementos: o escalonador de pacotes, a rotina de controle de admissão, o classificador e o protocolo de reserva de recursos. O escalonador tem a função de reordenar a fila de saída dos pacotes com base em diversos mecanismos. Um exemplo destes mecanismos é o enfileiramento com prioridades (*Priority Queuing*) que atribui prioridade de atendimento absoluta a alguns pacotes em relação aos demais.

O controle de admissão possui a funcionalidade de determinar se há recursos suficientes para o estabelecimento do serviço. Se ele recebe uma requisição de serviço para um novo fluxo de dados e a rede não possui recursos suficientes para atender a QoS especificada, a requisição é rejeitada. Caso a reserva seja aceita, o escalonador e classificador de pacotes são acionados para auxiliar na reserva de recursos. O controle de admissão é realizado em todo caminho do fluxo e a reserva só é feita se a solicitação for aceita por todos os roteadores envolvidos.

O classificador faz a identificação dos pacotes que irão receber o tratamento com QoS e os mapeia para a classe de serviço correspondente. A escolha da classe de serviço é baseada nos endereços IP origem/destino e porta do cabeçalho do datagrama IP. O protocolo de reserva de recursos (*Reservation Protocol - RSVP*) é o protocolo de sinalização utilizado pelo *IntServ*, para realizar o gerenciamento de recursos em todo o caminho por onde passará o tráfego. Ele cria uma espécie de circuito virtual na rede.

A *Figura 6* ilustra de maneira geral o funcionamento deste serviço com o *RSVP*: inicialmente a aplicação cliente envia uma mensagem de “*RESV*” com a solicitação de reserva de recursos para aquele fluxo. A mensagem vai passando de roteador em roteador até o *host* servidor da aplicação. Se em todos os nós do caminho até a aplicação fonte tiverem recursos disponíveis, o *host* origem envia uma mensagem “*PATH*”, com a especificação do fluxo que vai sendo armazenada nos roteadores, até chegar ao *host* destino. Só então os dados da aplicação podem ser transmitidos.

3.1.3. Arquitetura de Serviços Diferenciados

A arquitetura de serviços diferenciados está baseada no controle de QoS para fluxos agregados, que são classificados através de uma marca no cabeçalho dos datagramas, o DSCP (Differentiated Service Code Point) existente no chamado campo DS (byte TOS do IPv4 e Classe de Serviço do IPv6). As garantias oferecidas por esta arquitetura são estáticas e permanecem fixas nos roteadores, dessa forma os aplicativos não precisam fazer reserva de recursos para seu fluxo de dados. Todas as redes capazes de diferenciação de serviços oferecerão uma QoS específica para aquele fluxo, a depender da classe de serviço para a qual ele foi mapeado.

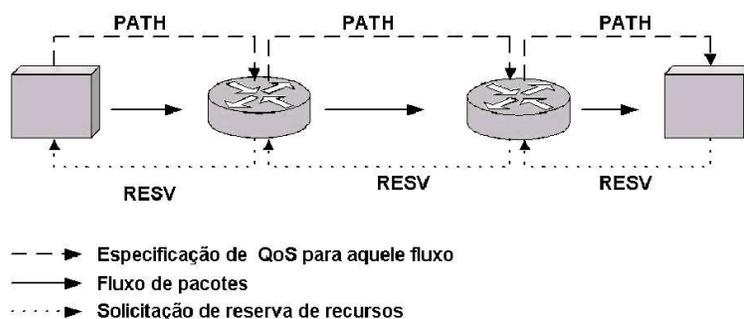


Figura 3 – Funcionamento Gera da Arquitetura IntServ

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi visto nas sessões anteriores, os campos para pesquisa nas redes de Telefonia IP se encontram em desenvolvimento. É difícil dizer nos dias atuais qual será o protocolo que irá ser o padrão para a telefonia IP. Uma tendência forte seria da existência de um

gateway de SIP para H.323. Talvez o SIP seja utilizado em domínios privados enquanto o H.323 garantiria a interoperabilidade com outros serviços e soluções. Um ponto que é muito favorável ao SIP, é que ele foi desenvolvido para interagir entre redes de terceira geração (3gpp) o que possibilita em muito a sua possibilidade de crescimento e expansão.

Fazendo um levantamento da rede de Telefonia IP utilizada pela PUC MINAS – *campus* Poços de Caldas, foi visto que a rede estava em um processo de reestruturação. A rede de telefonia estava sendo trocada por um PABX digital. Vários motivos foram encontrados pela opção da troca de tecnologia. O primeiro motivo foi o custo. O serviço de PABX digital prestado pela concessionária local tem um custo menor, pois esta utiliza *links* ociosos para a prestação de serviço. Foi observada também uma má qualidade nas ligações do sistema *VoIP*, ou seja, uma baixa qualidade de serviço. Isto requer uma melhoria do sistema e, talvez, uma pesquisa para a reestruturação da arquitetura da qualidade de serviço utilizada pela concessionária local.

Este trabalho desenvolveu-se no âmbito do curso de Engenharia Elétrica ênfase em Telecomunicação da PUC Minas campus de Poços de Caldas dentro dos objetivos da disciplina “Orientação de Projeto Intermediário”. A disciplina propõe a elaboração e desenvolvimento de um projeto através de simulação ou montagem de protótipo e sua avaliação é realizada através dos resultados obtidos e da redação de um artigo, que está sendo aqui apresentado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - HERSENT, O. – GURLE, D. – PIERRE PETIT, J. IP TELEPHONY 2000; Pearson Education Limited (Addison-Wesley)
- 2 – AVAYA, 2004.

IP PROTOCOLS STUDY AND VoIP NETWORK ANALYSIS

Abstract: This work presents a study on the involved technology for Telephony IP. Presents a comparison more enters the used protocols (H.323, SIP) how much to metric of performance, presenting a study on the voice technology and the quality of service (QoS). A case survey, in loco, of the network and the equipment used for the Catholic University at Poços de Caldas, for the use of Telephony IP is carried through. The migration of the traditional telephony switch to circuits for telephony switch to packages already is happening. This work developed in the scope of the course of Electric Engineering emphasis in Telecommunication of the Catholic University at Poços de Caldas inside of the objectives of disciplines of Intermediate Project. It disciplines it considers the elaboration and development of a project through simulation or assembly of archetype and its evaluation is carried through the gotten results and of the writing of an article, that is being presented here.

Keys Words: Telephony, Protocols, Voice on IP, and Quality of Service.