

# ESTUDO DE FERRAMENTAS DE *SOFTWARE* LIVRE NA CONSTRUÇÃO DE REDES DE TELEFONIA IP

---

Fabio Tybuchski<sup>1</sup>

Marcos Aurélio Carrero<sup>2</sup>

## RESUMO

A evolução da internet possibilitou que novos serviços possam ser elaborados. Além dos serviços clássicos de *e-mail* e acesso às páginas *web*, serviços de telefonia também estão sendo disponibilizados pela *internet*, chamados de telefonia IP. A construção de um sistema de telefonia de baixo custo deve levar em consideração o tipo de licença utilizado pelos *softwares* aplicativos. Neste contexto existem diferentes abordagens que utilizam *software* livre na construção de serviços de telefonia, não havendo a necessidade de se pagar pelo uso do *software*. Este trabalho irá descrever quais as principais ferramentas de *software* livre existentes para a construção de uma infraestrutura de telefonia IP.

Palavras-chave: *Software* Livre. VoIP Gnu/Linux. Telefonia IP. *Software* VoIP. Serviços de Telefonia.

---

<sup>1</sup> Aluno do 3º ano de tecnologia em redes de computadores da FAE São José dos Pinhais. Bolsista do Programa de Apoio à Iniciação Científica (PAIC 2013-2014). *E-mail*: fabio@vinisul.com.br.

<sup>2</sup> Mestre em Informática pela UFPR. Professor da FAE Centro Universitário. *E-mail*: marcos.carrero@fae.edu.

## INTRODUÇÃO

A evolução das redes de computadores e da internet possibilitaram novas funcionalidades além das que estamos habitualmente acostumados. Os computadores em rede possibilitaram que máquinas possam estar interconectadas de forma a compartilhar recursos. Por outro lado, a internet viabilizou que redes de diferentes partes do mundo pudessem estar interconectadas, como se fossem uma única rede.

A infraestrutura da internet foi criada a partir do uso de padrões livres definidos por órgãos regulamentadores independentes, que são adotados pela indústria. Essa padronização possibilitou a evolução da internet, fazendo com que cada fabricante de *hardware* ou de *software* desenvolva soluções seguindo este padrão. Estes padrões incluem protocolos de comunicação de rede, muitos deles desenvolvidos a partir de soluções em *software* livre.

A consolidação de redes e da internet possibilitou que novos serviços fossem agregados aos que já são utilizados. Por exemplo, além do uso de *e-mail*, das redes sociais e outros serviços, está-se utilizando esta rede para fornecer serviços de dados, vídeo e telefonia. Ou seja, é possível utilizar as redes existentes para prover aos seus usuários a possibilidade de realizar ligações telefônicas, sejam elas ligações locais ou de longa distância em vez de uma linha telefônica comum. A este tipo de telefonia dá-se o nome de telefonia IP, também chamada de Voz sobre IP (VoIP).

Diante deste cenário, há uma enorme área para o estudo de tecnologias, padrões e ferramentas desenvolvidas em *software* livre que podem ser utilizadas na construção de uma rede de telefonia IP. Pretende-se evidenciar dentre as diversas abordagens levantadas pelo referencial teórico, quais as características fundamentais para a construção de um sistema real.

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A primeira transmissão de voz foi realizada em 1876 conectando-se dois dispositivos através de um fio. Inicialmente, esse mecanismo não possibilitava a comunicação simultânea de voz entre os interlocutores, ou seja, apenas um dos interlocutores falava enquanto o outro passivamente o escutava. Esse modelo então evoluiu para o atual sistema em que ambos podem falar e escutar ao mesmo tempo (SINGH; KHAN, 2013).

Atualmente grande parte das redes de comunicação de voz evoluíram das ideias iniciais utilizadas na primeira transmissão e se estruturaram em uma tecnologia conhecida como comutação de circuitos. Um exemplo desta tecnologia é a rede de telefonia convencional, também conhecida como rede pública de telefonia. Uma rede

de comutação de circuitos é capaz de interligar centenas e até milhares de usuários espalhados em diferentes cidades, estados, países ou continentes. Nessa rede os requisitos de tráfego de voz são fixos, sendo a latência controlada e a largura de banda fixa. Por outro lado a taxa de utilização dos recursos é baixa, uma vez que não é possível o compartilhamento de um circuito que está previamente alocado para o estabelecimento da comunicação entre dois dispositivos (SILVA, 2003).

Com a constante evolução da internet novos aplicativos e serviços são oferecidos. E na área de telecomunicações não foi diferente. Essa evolução proporcionou o surgimento de um novo serviço que se utiliza da base já consolidada da internet, como por exemplo os serviços VoIP.

Além disso, a rede de telefonia IP tem as seguintes vantagens (YOSHIOKA, 2003; SINGH; KHAN, 2014):

- Baixo custo;
- Melhor aproveitamento de banda da rede IP;
- Integração de serviços;
- Interoperabilidade com a rede pública de telefonia;
- Escalabilidade.

Diferentemente de uma rede de telefonia convencional, uma rede VoIP converte a voz em um sinal digital que viaja através da internet. Segundo a *Federal Communications Commission* (FCC), o uso da tecnologia VoIP possibilita a realização de chamadas diretamente através de um computador, de um telefone VoIP especial ou de um telefone tradicional ligado a um adaptador especial. Além disso, os pontos de acesso à internet disponíveis em aeroportos, parques e cafés possibilitam outra forma de serviço denominado de VoIP sem fio. A FIG. 1 ilustra três cenários possíveis para a realização de chamadas VoIP.

- a. PC para PC: a comunicação entre uma chamada de origem e uma de destino é realizada através de computadores conectados pela rede de internet. Nesse cenário é comum o uso de algum *software* nos computadores de origem e destino que faça o gerenciamento da chamada.
- b. PC para Telefone: nesse cenário a comunicação ocorre entre um computador e um telefone analógico. Assim como no cenário anterior, o computador executará um *software* de gerenciamento da chamada.
- c. Telefone para Telefone: nesse cenário um telefone convencional, conectado a um adaptador, pode realizar uma chamada para um telefone VoIP.

FIGURA 1 – Cenários de comunicação VoIP



FONTE: *Federal Communications Commission* (2009, adaptado)

## 2 PROTOCOLOS VOIP

Para o estabelecimento de chamadas telefônicas através da internet, um protocolo de sinalização é de fundamental importância, pois permite que os componentes de rede comuniquem-se uns com os outros, iniciando e finalizando as chamadas (SINGH; KHAN, 2014; KAPARANTAZIS; PAVLIDOU, 2009). H.323 (ITU-T, 2009) e SIP (*Session Initiation Protocol*) (ROSENBER, 2002) são os dois protocolos dominantes na área de tecnologia VoIP.

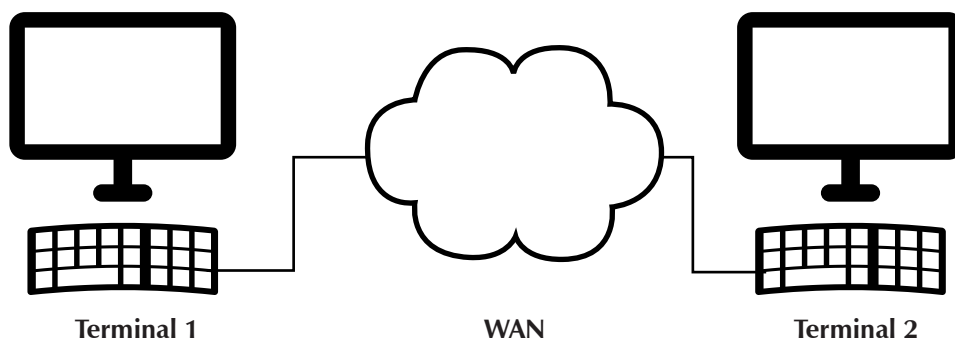
O protocolo H.323 é mais antigo e é normalmente encontrado em organizações que empregam tecnologias VoIP e soluções em algum período de tempo. Por outro lado, o SIP é mais novo do que o H.323 e ganhou impulso significativo desde sua concepção devido à sua menor complexidade.

## 2.1 PROTOCOLO H.323

O protocolo H.323 é uma recomendação do ITU-T (International Telecommunication Union). É usado para a transmissão de conteúdo multimídia, ou seja, voz, dados e vídeo. Pode ser usado em diferentes estruturas de redes, tais como em redes locais, redes corporativas e redes WANs. Além disso, esse protocolo evoluiu e adaptou-se às necessidades mais complexas de telefonia via internet.

A realização de uma chamada telefônica envolve a sinalização entre os participantes, como ilustra a FIG. 2.

FIGURA 2 – Sinalização H.323



FONTE: Silva (2003)

A sinalização realizada pelo protocolo H.323 é feita em cinco fases:

- Fase 1: inicialização da chamada
- Fase 2: comunicação inicial e troca de funcionalidades
- Fase 3: estabelecimento de comunicação audiovisual
- Fase 4: serviços da chamada
- Fase 5: finalização da chamada

## 2.2 PROTOCOLO SIP

SIP é um protocolo de camada de aplicação que foi inicialmente especificada pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*), em 1999, e atualizado pelo SIP WG em 2002. É usado para criar, modificar e terminar sessões com um ou mais participantes, e foi concebido para ser independente do protocolo de transporte. O protocolo SIP ganhou forte adesão por ser um protocolo mais simples e mais adaptável para ligações via internet.

## 2.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PROTOCOLOS

No trabalho de Fernandes (2003), os protocolos foram comparados em termos de complexidade, extensibilidade, escalabilidade e características: SIP foi projetado para fornecer um conjunto de serviços semelhantes, embora menos complexo que o protocolo H.323. Além disso, os autores do estudo chegaram à conclusão de que o SIP fornece extensibilidade mais rica e melhor escalabilidade. Além destas vantagens o SIP ainda tem uma adaptação a novos *codecs* de áudio e vídeo, mesmo que em desenvolvimento. A maior desvantagem deste protocolo é o endereçamento, pois o padrão de endereçamento é feito por nome como `usuario@dominio_sip`.

Por outro lado, o protocolo H.323 é mais complexo, dividido em várias normas, além de suportar *codecs* que estão somente homologados pela ITU-T (*International Telecommunication Union*), enquanto que o protocolo SIP é definido por apenas uma especificação. Apesar de o tipo de mensagem enviada ser mais complexa e maior no H.323, verifica-se que estas mensagens são mais completas e com mais detalhes. As mensagens são enviadas em formato binário, com várias seções e subseções. Já o SIP envia uma mensagem em formato texto, podendo então deixar ligeiramente o arquivo com maior número de *bytes* na hora da transmissão (SILVA, 2013).

## 3 CODECS DE ÁUDIO

Os *codecs* são usados para transformar o sinal de áudio analógico em digital, compactando os dados. Os *codecs* variam na qualidade de transmissão e na largura de banda utilizada. Normalmente a relação entre largura de banda utilizada e qualidade de transmissão são inversamente proporcionais, porém com tanta opção de *codecs* desenvolvidos podemos escolher o que oferece melhor benefício de transmissão. Alguns *codecs* necessitam de pagamento de *royalties* para que seu uso seja permitido. Vejamos alguns exemplos de *codecs* atualizados no sistema VoIP:

- AMR Codec;
- *Wideband BroadVoice Codec*;
- CELP DoD;
- GIPS;
- GSM;
- iLBC;

- ITU G.711;
- ITU G.722;
- ITU G.722.1;
- ITU G.722.1C;
- ITU G.722.2;
- ITU G.723.1;
- ITU G.726;
- ITU G.728;
- ITU G.729;
- LPC10;
- Speex.

A grande maioria dos *codecs* acima apresentados são de propriedade intelectual de algumas empresas nas quais devem ser pagos *royalties* por uso de seus *codecs* e alguns ainda apresentam funções adicionais, como a integração de vídeo para uma vídeo-chamada (como o codificador ITU G.723.1). Neste trabalho será abordado o uso dos *codecs* ITU G.711 e ITU G.729, os quais são de uso livre.

A escolha do *codec* influencia diretamente no desempenho do sistema. Antes de se optar pelo *codec* mais adequado, é necessário levar em consideração diferentes características de cada um deles. Por exemplo, como ilustra o QUADRO 1, a coluna MOS indica o índice de qualidade de voz de cada protocolo. Quanto maior o índice, melhor a qualidade. Nesse quesito o protocolo G.711 é o melhor entre os *codecs* analisados. Por outro lado, se for analisado o critério de consumo de banda, o *codec* G.729 utiliza uma compressão melhor que o G.711. Por isso o uso do protocolo G.729 é mais adequado em redes com baixa velocidade de transmissão (FERNANDES, 2003).

QUADRO 1 – Comparação entre os *codecs*

Codec	Ano	Consumo de banda	Codificação	MOS
G.711	1972	64 kbps	PCM	4,1
G.729	1996	8 Kbps	CS-ACELP	3,9
G.729A	1996	8 Kbps	CS-ACELP	3,7

FONTE: KAPARANTAZIS; PAVLIDOU (2009, Adaptado)

## 4 FERRAMENTAS DE *SOFTWARE* LIVRE

Nesta seção serão discutidas as principais ferramentas desenvolvidas em *software* livre usadas na construção de redes de telefonia IP.

### 4.1 GNU GATEKEEPER – GNUGK

O GNU Gatekeeper (GnuGk) é um *software* de telefone IP que implementa o protocolo H.323. É um *software* livre composto de vários recursos, disponível gratuitamente sob a licença GPL. De acordo com a recomendação H.323, um *gatekeeper* deverá prover os seguintes serviços:

- Tradução de Endereço
- Controle de Admissão
- Controle de Banda Passante
- Gerenciamento da Zona Administrativa
- Sinalização de Controle das Chamadas
- Autorização de Chamadas
- Gerenciamento da Banda Passante
- Gerenciamento das Chamadas

De acordo com as informações da página *web* do *software* GNUGK, várias organizações estão utilizando o GNUGK. Pode-se citar a organização europeia para a pesquisa nuclear (CERN), a corte Austríaca, a Telefônica Alemanha, entre outras.

### 4.2 SIP EXPRESS ROUTER – SER

O Sip Express Router (SER) foi desenvolvido por uma equipe de programadores da Fraunhofer Fokus, um instituto de pesquisa alemão. O objetivo do projeto era construir um *site* contendo informações sobre VoIP e oferecer um serviço de VoIP gratuito.

O SER é um servidor que implementa o protocolo SIP, cujas principais características são o alto desempenho, a possibilidade de configurações e o fato de ser distribuído sob a licença de *software* livre GNU. O SER tem suporte completo de funcionalidades, como integração com banco de dados (MySQL, Oracle, PostgreSQL), e está disponível e testado em diferentes versões do sistema operacional UNIX, como o Linux, o BSD e o Solaris.



Devido a sua capacidade de configuração, o SER atende às necessidades de uma ampla gama de cenários, incluindo o uso em pequenos escritórios que buscam a substituição da telefonia tradicional. Os testes de desempenho têm mostrado que o *software* é capaz de suportar até 5.000 chamadas simultâneas. Por outro lado, se houver a necessidade de integração com a telefonia tradicional, faz-se necessário o uso de um *software* que implementa as características de uma central telefônica, que é o Asterisk (BIANCHI, 2006).

### 4.3 ASTERISK

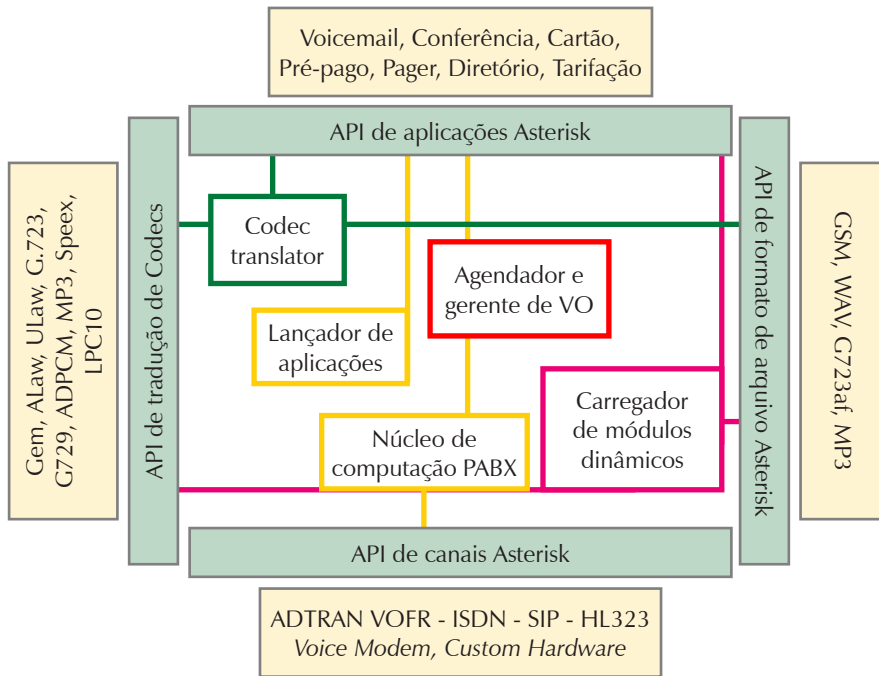
A tecnologia de voz sobre IP (VoIP) é, muitas vezes, vista como um simples método para a realização de chamadas gratuitas de longa distância. No entanto, seu valor real é que ele permite que serviços de voz possam ser disponibilizados como outro aplicativo de rede.

O Asterisk é o projeto mais popular de telefonia desenvolvido em código livre. Em desenvolvimento desde 1999, o Asterisk é um *software* livre de código aberto que transforma um computador comum em um servidor de comunicações de voz rico em recursos. O *software* torna simples a criação e implantação de uma ampla gama de aplicações e serviços de telefonia.

Um dos pontos fortes do Asterisk é que há uma grande rede de colaboradores ligados ao desenvolvimento e ao suporte do produto. Um dos efeitos mais fortes causados pela comunidade Asterisk é a cooperação que tem gerado entre os profissionais de telecomunicações e os profissionais de tecnologia da informação que compartilham uma grande paixão por este fenômeno.

O *software* Asterisk pode ser utilizado como uma central telefônica ou para interligação com a rede de telefonia tradicional através de dispositivos de *hardware* facilmente encontrados no mercado. Segundo Gonçalves (2005), a arquitetura do Asterisk é formada basicamente por canais, *codecs* e aplicações, como ilustra a FIG. 3.

FIGURA 3 – Arquitetura do Asterisk



FONTE: Gonçalves (2003)

Um canal é um circuito de voz de digital similar a uma linha telefônica. O *codec* é o meio pelo qual a voz analógica pode ser convertida para um sinal digital e, conseqüentemente, transportada através da Internet. A escolha do *codec* deve levar em consideração o compromisso entre a taxa de compressão e a qualidade do sinal digital. Os canais que podem ser usados pelo Asterisk são descritos pelo QUADRO 2:

QUADRO 2 – Licenças de uso

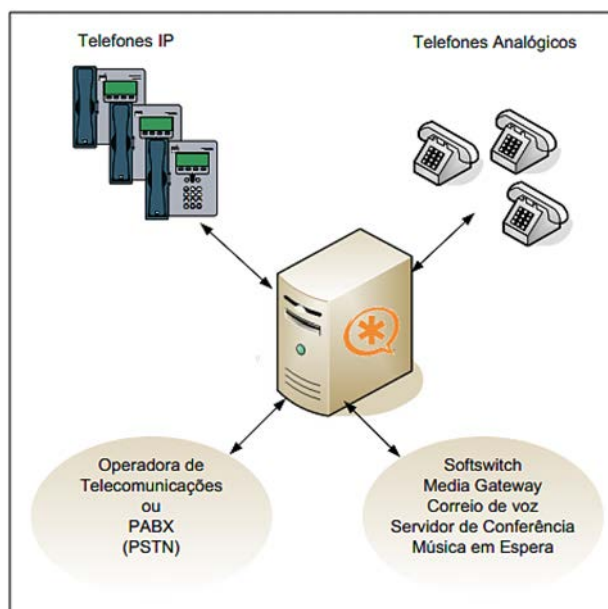
Codec	Taxa de transferência	Licença
G.711	64 Kbps	Não
G.726	16, 24, 32 ou 40 Kbps	Não
G.729A	8 Kbps	Não. Se não houver conversão entre codecs

FONTE: Van Meggelen e Madsen (2007, adaptado)

As aplicações referem-se aos diferentes tipos de funcionalidades do *software*, tais como correio de voz, conferência, filas de chamadas, música em espera e chamada em espera.

O Asterisk pode ser usado em diferentes cenários. Em uma aplicação de propósito geral, como ilustra a FIG. 4, o *software* é usado como uma central telefônica híbrida que integra a infraestrutura de telefonia convencional com a telefonia IP.

FIGURA 4 – Visão de um cenário de propósito geral de uso do Asterisk



FONTE: Gonçalves (2005)

Nesse cenário pode-se observar que haverá redução de custos nas chamadas telefônicas. Isso se deve ao fato de que as ligações de longa distância podem ser migradas da telefonia tradicional para a telefonia VoIP.

## 5 PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS VOIP

Nessa seção serão discutidos alguns exemplos de projetos de implantação de sistemas de telefonia IP usando-se *software* livre. Foi realizado um levantamento de projetos descritos na literatura que usaram ferramentas de *software* livre para a implantação de projetos de telefonia IP, mostrando diferentes alternativas para cada necessidade.

No trabalho de Harff (2008), foi elaborada uma proposta para a implantação de um serviço de telefonia IP, descrevendo a possibilidade da inclusão em uma rede existente até sua integração com a telefonia convencional. Nesse projeto o *software* Asterisk foi utilizado como meio de interligação entre a matriz e suas filiais através da Internet, gerando comunicação a custo zero. A autora comenta que o processo de desenvolvimento de uma solução é trabalhosa, pois necessita de conhecimentos técnicos, dos protocolos de comunicação e sobre os impactos que poderão ocorrer após a implantação.

No projeto elaborado por Bianchini (2006) foi apresentada a implantação de um sistema VoIP na Universidade Federal de Lavras utilizando-se *softwares* livres. Esse sistema utiliza os *softwares* descritos anteriormente, como o Asterisk, o GnuGK, o SER e o banco de dados PostgreSQL. Esses *softwares* são os responsáveis pelas chamadas utilizando os protocolos H.323 e SIP. A ideia é compartilhar o uso da infraestrutura da rede de dados com o uso do serviço de VoIP pela universidade. O autor observou que, segundo dados da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), grande parte dos gastos em ligações telefônicas são para celulares locais, algo em torno de 60%. Nesse contexto, esse modelo proporciona redução de gastos nas ligações telefônicas realizadas pelo modelo de telefonia tradicional.

No Instituto Politécnico de Bragança, em Portugal, Rodrigues e Alves desenvolveram em 2006 um projeto VoIP após identificarem que a rede atual de voz estava saturada. Por outro lado, a rede de dados era tecnologicamente avançada, o que possibilitaria o desenvolvimento de novos serviços. Para usar as potencialidades da rede de dados, foi desenvolvido o projeto chamado VoIP@IPB. Os autores concluíram que com a finalização do projeto espera-se uma melhoria significativa nos serviços de telefonia e uma redução de custos a médio prazo nas ligações telefônicas.

No trabalho elaborado por Sant'Anna (2010), foi proposta uma solução de baixo custo para a expansão de ramais telefônicos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro com o objetivo de eliminar a demanda reprimida. Foi elaborado um estudo sobre as tecnologias, os equipamentos e um protótipo de projeto VoIP para a implantação da solução.

## CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou um levantamento bibliográfico sobre ferramentas de *software* livre utilizados na elaboração de sistemas de telefonia VoIP. Foram descritos os aspectos teóricos necessários para a compreensão desta tecnologia, bem como quais são as principais ferramentas discutidas pela literatura que possibilitam a aplicação prática desta abordagem.

Para exemplificar o uso de sistemas VoIP de maneira prática, buscou-se na literatura diferentes projetos desenvolvidos que possibilitaram um melhor entendimento sobre a aplicabilidade dos conceitos. Observou-se que os projetos de sistemas VoIP são desenvolvidos de maneira específica para cada cenário, dependendo de conhecimento técnico, dos protocolos envolvidos e da infraestrutura de rede do local onde o projeto será implantado.

Por fim verifica-se que, apesar das dificuldades inerentes ao processo, as soluções VoIP em *software* livre são viáveis, pois podem ajudar na redução de custos em ligações telefônicas. Isso possibilita menor dependência das soluções proprietárias existentes no mercado, provendo maior autonomia e escalabilidade necessárias para a manutenção e expansão da rede de infraestrutura de telefonia.

## REFERÊNCIAS

BIANCHINI, R. L. **Implantação de sistema VoIP na Universidade Federal de Lavras utilizando softwares livres**. 2006. 66p. Monografia de graduação (Curso de Ciência da Computação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FERNANDES, N. L. L. **Relação entre a qualidade das respostas das recomendações G.723.1 e G.729, e o comportamento da rede IP de suporte**. 2003. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2003.

FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION – FCC. **Voice over Internet Protocol**. Disponível em: <<http://www.fcc.gov/voip>>. Acesso em: 5 de mar. 2014.

GONÇALVES, F. E. de A. **Asterisk PBX – guia de configuração: como construir e configurar um pabx com software livre**. Florianópolis, 2005.

GNU GATEKEEPER: manual do usuário. Disponível em: <<http://www.gnugk.org/gnugk-manual-pt.html>>. Acesso em: 10 maio 2014.

HARFF, S. **Requisitos e proposta para Implantação de um servidor VoIP**. 2008. 80p. Trabalho de Conclusão (Curso de Especialização em Tecnologias, Gerência e Segurança em Redes de Computadores) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Recomendação ITU-T H.323: Packet-based Multimedia Communications Systems**. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323/en>>. Acesso em: 5 de mar. 2014.

KAPARANTAZIS, S.; PAVLIDOU, F. VoIP: a comprehensive survey on a promising technology. **Computer Networks**, Oxford, v. 53, n. 12, p. 2050-2090, 2009.

MEGGELEN, J. van; MADSEN, L.; SMITH, J. **Asterisk: the future of telephony**. 2nd. ed. Beijing: Farnham, O'Reilly, 2007.

RODRIGUES, N. G.; ALVES, A. Implementação de serviços de telefonia IP numa Instituição de Ensino Superior. In: WORD CONGRESS ON COMPUTER SCIENCE ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, 2006, Santos. **Anais...** Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2006. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1279/1/nrodrigues.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2014.

ROSENBER, J. et al. **SIP: Session Initiation Protocol – RFC 3261**. Internet Engineering Task Force. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>>. Acesso em: 05 de mar. 2014.

SANT'ANNA, I. P. **Implantação de telefonia VoIP no Centro de Tecnologia da UFRJ**. 2010. 43f. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Eletrônica e de Computação) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, D. G. da. **Implementação de um sistema SIP para o sistema operacional Linux**. 2003. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

SINGH, H. P.; SINGH, J.; KHAN, S.A. VoIP: state of art for global connectivity – a critical review. **Journal of network and computer applications**, London, v. 37, p. 365-379, 2014.

THE SIP ROUTER PROJECT. Disponível em: <<http://sip-router.org/>>. Acesso em: 10 de abr. 2014.

TELECO – Inteligência em telecomunicações. **Seção:** tutoriais VoIP. Disponível em: <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmondesvoip/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmondesvoip/pagina_3.asp)>. Acesso em: 14 abr. 2014.

YOSHIOKA, Y. **Protocolos para Telefonia IP**. 2003. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

