



Estudo e Proposição de uma Solução VoIP para o IFPB

Adan Miller Agostinho Pereira¹, Michel Coura Dias², Suzete Élide Nóbrega Correia³, Adaildo Gomes D Assunção Jr⁴

¹Graduando em Engenharia Elétrica- IFPB. Bolsista do PIBITI/CNPq. E-mail: adanmiller@ieec

²Professor do IFPB. E-mail: michel.dias@ifpb.edu.br

³Professor do IFPB. E-mail: suzete@ifpb.edu.br

⁴Professor do IFPB. E-mail: adaildo@ifpb.edu.br

Resumo: Com a evolução das tecnologias IP e a melhoria de seus dispositivos, é possível propor uma solução VoIP com aspectos que atendam às necessidades de telefonia dos campi do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), permitindo que seja criada uma rede telefônica intercampi integrada e de baixíssimo custo, como também gozar dos benefícios que essa tecnologia proporciona, como a qualidade de voz, segurança e novos serviços disponíveis. O trabalho aborda parcialmente o estado da arte referente à tecnologia VoIP, abrangendo seus protocolos de sinalização utilizados no projeto elaborado, como também a implantação de uma solução de segurança adequada fundamentando sua importância. Paralelamente, é feito um dimensionamento do consumo de telefonia do campus, para que fosse levantado um perfil de consumo de telefonia e, com isso, ser capaz de apontar diretrizes de atuação e precisar o impacto que esse serviço causará em sua rede interna em termos de consumo de vazão. O estudo permitiu elaborar uma solução de telefonia IP para todos os campi do IFPB.

Palavras-chave: asterisk, iax, sip, telefonia ip, voip

1. INTRODUÇÃO

Diante do atual crescimento das tecnologias IP e da melhoria dos dispositivos que compõem a Internet, como também sua popularização na última década, mais serviços passaram a compor a camada de aplicação do conjunto de protocolos TCP/IP usado pela rede mundialmente. Voz, dados e vídeo passaram a compartilhar o mesmo meio de transmissão e conjunto de protocolos de comunicação. Dentre os serviços que passaram a ser oferecidos, destaca-se a telefonia, que está ganhando interesse e atraindo investimentos cada vez maiores, tanto para aplicações de uso pessoal quanto empresarial.

O conceito de utilizar a Internet como uma rede telefônica surgiu por volta de 1995, onde foi concebido o primeiro *softphone* capaz de realizar essa tarefa (QADEER, 2008). O novo meio de comunicação traria a redução dos custos de chamadas telefônicas de longas distâncias bem como o surgimento de novos serviços à telefonia. Desde então, vêm sendo desenvolvidos uma série de protocolos e práticas que permitiram que esse serviço seja implantado de forma segura e eficiente (SPINSANTE, 2008) (WALSH, 2005).

Porém, transportar voz digitalizada pela rede não é uma tarefa tão simples quanto o seu conceito. Uma série de fatores estão envolvidos em uma chamada VoIP (*Voice over Internet Protocol*, em português: Voz sobre IP), dentre esses fatores podemos citar o codec de fala, o processo de empacotamento da voz digitalizada, perda de pacotes durante a transmissão, atraso (*delay*), variação do atraso (*jitter*), a arquitetura da rede, os protocolos de sinalização da chamada, questões de segurança, entre outros (GOODE, 2002). Podemos citar o atraso como um fator determinante para uma boa QoS (*Quality of Service*), pois até mesmo os processos necessários para uma chamada VoIP incluem atrasos, e, caso o atraso fim-a-fim for muito longo, a inteligibilidade da voz é comprometida.

A Figura 1 mostra, de forma simplificada e abstrata, o princípio de funcionamento de uma chamada VoIP, abordando as etapas básicas necessárias para que a voz seja transmitida por uma rede IP.



Figura 1 – Diagrama simplificado de uma chamada VoIP

Há várias vantagens que o sistema de telefonia VoIP proposto proporciona em relação ao atual sistema telefônico implantado atualmente no campus de João Pessoa do IFPB, dentre os quais podemos destacar, segundo (ZOURZOUVILLYS, 2010):

a) Uma infraestrutura compartilhada. Com o atual sistema, é necessária duas infraestruturas distintas, uma para o tráfego telefônico, e outra para o tráfego IP. Com um sistema VoIP, a voz e dados compartilham da mesma rede e, conseqüentemente, os mesmos equipamentos responsáveis para prover tal serviço, gerando uma redução de custo na aquisição de equipamentos;

b) A “gratuidade” das ligações. Se comparado o custo das chamadas telefônicas geradas pelo atual sistema telefônico, que são tarifadas por chamada, com a taxa fixa mensal da Internet, podemos ver claramente essa redução de custos por chamada;

c) Qualidade superior de chamada. Com o sistema atual, é feito o uso de apenas um codec, o G.711, o qual limita severamente a fidelidade da voz. Em contrapartida, VoIP permite uma série de codecs, como também a negociação desse codec, oferecendo assim, uma qualidade maior na chamada;

d) Flexibilidade. O motivo de pacotes VoIP serem apenas outro tipo de dado, sistemas VoIP podem oferecer serviços integrados com a voz, como vídeo, mensagem instantânea, status de presença, entre outros que por ventura vierem a ser desenvolvidos.

Para o papel da CPCT (Central Privada de Comutação Telefônica) foi utilizado o Asterisk, um *software* de código aberto que utiliza a linguagem de programação C que opera em sistemas Linux (QADEER, 2008). Como PBX (*Private Branch Exchange*), pode ser configurado como um PBX híbrido, trocando chamadas, gerenciando rotas, habilitando recursos, como também permitindo a conexão externa, seja IP, conexões analógicas e digitais (E1). Asterisk tem desempenhado um papel muito importante na popularização e no desenvolvimento da tecnologia VoIP, suportando vários protocolos e codecs, solucionando alguns problemas de interoperabilidade entre eles (MONTORO, 2009).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi levantada a topologia de interligação entre os *campi* e as tecnologias de interconexão de redes utilizadas. Foi constatado que os campi do IFPB estão conectados à Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – RNP (www.rnp.br), a qual sua infraestrutura alcança todas as 27 unidades da federação, provendo a comunicação entre as instituições e o *backbone* nacional, visando aplicações em atividades de apoio a educação, pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico. Então, a RNP será o enlace de comunicação entre os campi do Instituto Federal da Paraíba para a criação da rede telefônica VoIP.

Além disso, fez-se um levantamento do perfil de tráfego de telefonia sainte, para que fosse previsto o impacto do fluxo adicional que esse serviço causará na rede. Idealmente, esse estudo se estenderia a todos os campi do IFPB, mas por questões de praticidade, o estudo se restringiu particularmente ao campus João Pessoa. A escolha se deu pelo fato do campus ser o de maior espaço físico, maior número de professores e alunos, maior tráfego de chamadas telefônicas. Além disso, o campus abriga a reitoria do Instituto Federal paraibano e compartilha a mesma central telefônica.



A partir deste ponto, foi feita uma extensa revisão bibliográfica procurando por soluções tecnológicas que atendam aos seguintes aspectos: redução dos custos de telefonia, segurança, escalabilidade, mobilidade intercampi, interface disponível para as centrais privadas de comutação telefônica existentes e fácil atualização tecnológica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora VoIP envolva a transmissão de voz digitalizada em pacotes pela rede IP, o telefone em si pode ser digital (telefones IP) ou analógico (GOODE, 2002). Para conectar a interface de um telefone analógico à rede, é necessária a utilização de um ATA (Adaptador para Telefone Analógico) em série com o terminal telefônico analógico, que funciona como um *gateway* de VoIP, apresentado na Figura 2 a seguir:



Figura 2 – Diferentes interfaces de conexão VoIP

As redes IP do IFPB apresentam características semelhantes, em termos de topologia. Portanto sua topologia interna não foi detalhadamente estudada, o que não apresentou malefícios ao desenvolvimento da solução VoIP, pois para tal, o fundamental a ser considerado são os protocolos permitidos e métodos de segurança que essas redes adotam.

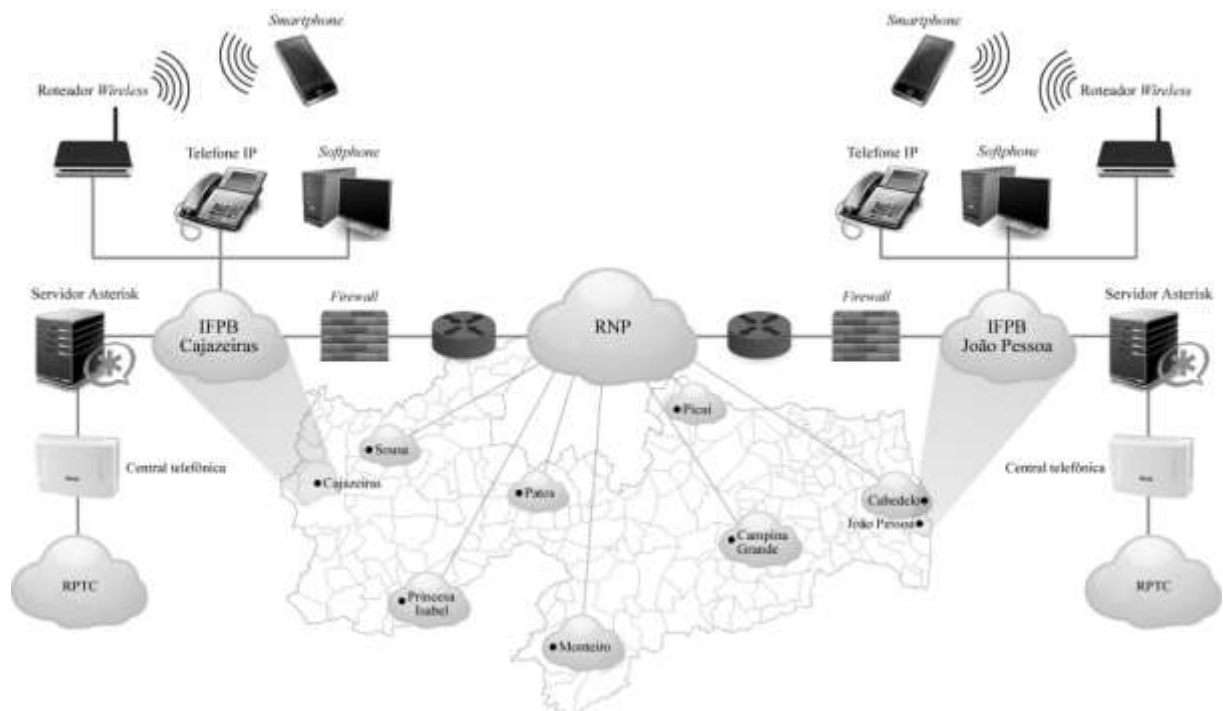


Figura 3 – Topologia da solução VoIP proposta



Para melhor metodologia e transcorrimento do projeto, o estudo foi dividido em diferentes cenários, de acordo com a natureza das chamadas. As possibilidades de chamadas encontradas a partir de um terminal IP são as seguintes: 1) Entre terminais IP na mesma rede; 2) Entre terminais IP em redes distintas; 3) Chamadas a partir de um terminal IP para a Rede Pública de Telefonia Comutada (RPTC); 4) Originadas de um terminal IP destinadas a um telefone móvel.

3.1. CENÁRIO 1: CHAMADAS INTRACAMPUS

Neste cenário consiste em uma chamada entre terminais IP dentro de uma mesma rede lógica, atendendo aos aspectos de escalabilidade, redução de custos e segurança. Na questão da escalabilidade, a implantação de novos ramais IP é feita de forma facilitada, sem a necessidade de aquisição de recursos para a ampliação do sistema telefônico existente, tornando qualquer ponto de acesso à rede um potencial ponto de presença VoIP e promovendo uma redução de custo com infraestrutura e equipamentos.

Dentre os diferentes tipos de cenários analisados, esse se caracteriza o mais simples em termos de topologia dos demais. Sua topologia consiste em um servidor Asterisk, que fará o papel da CPCT, ligado à rede do IFPB, sendo o *gateway* das chamadas VoIP. Podemos analisar essa topologia na Figura 3.

Como protocolo de sinalização, o mais adequado para esse cenário é utilizar o SIP/SRTP que traz os benefícios do protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*), onde é caracterizado por ser mais eficiente no período de estabelecimento da chamada, a facilidade de suas mensagens usarem a sintaxe HTTP/1.1 e o mais utilizado na telefonia IP atualmente. O SRTP (*Secure Real-Time Transport Protocol*) provê os mesmos serviços que o RTP (*Real-Time Transport Protocol*), acrescido de soluções de segurança que proporcionam a confidencialidade, mensagens de autenticação e proteção de reenvio para o controle de tráfego RTP (BAUGHER, 2004). O SRTP é um protocolo baseado em UDP (*User Datagram Protocol*) e foi criado para serviços que não necessitam de um transporte confiável, como serviços de transmissão em tempo real.

Como a solução pretende conviver com a rede telefônica existente até a completa migração uma interligação foi proposta entre o servidor asterisk e a CPCT de cada campus. Assim, é possível ligar tanto para os ramais VoIP como para os ramais da CPCT.

3.2. CENÁRIO 2: CHAMADAS INTERCAMPI

Trata-se de chamadas entre ramais IP localizados em redes em campus diferentes. Por se tratar de redes diferentes, o tráfego VoIP terá que atravessar soluções de segurança, por exemplo, *firewalls*. Na Figura 3, observamos que nesse modelo simplificado de topologia, uma chamada de João Pessoa com destino a Cajazeiras passaria, no mínimo, por dois *firewalls*.

Para esse cenário, a utilização do conjunto de protocolos SIP/SRTP poderia ser inviável, pois esse conjunto de protocolos trabalham em portas distintas, e como um dos métodos de segurança de um *firewall* é realizar o filtro por portas, a porta destinada à SRTP poderia não passar por essa filtragem, por se tratar de um protocolo baseado em UDP e, por questão de segurança, existe uma restrição nessas portas com o intuito de evitar inundações provenientes de ataques de DoS (*Denial of Service*).

Então, o ideal é transportar as mensagens de controle da chamada juntamente com o fluxo de voz. Um protocolo que realiza um transporte nesse aspecto é o IAX (*Inter-Asterisk eXchange*). Um protocolo da camada de aplicação que apesar de ser um protocolo robusto, ainda é considerado simples (SPENCER, 2010).

Uma solução de segurança ideal para esse cenário é a utilização de VPN (*Virtual Private Network*). O uso de VPN é uma alternativa para oferecer confidencialidade e integridade no transporte de informações através de redes públicas.

Segundo (CHIN, 1998), são características básicas de uma VPN:

- a) Autenticação de Usuários, restringindo o acesso de pessoas não autorizadas;
- b) Gerenciamento de endereço, onde o endereço do cliente na sua rede privada não é divulgado, adotando endereços fictícios para o tráfego externo;



c) Criptografia dos dados. Os dados trafegam na rede pública ou privada num formato cifrado e caso sejam interceptados, não são decodificados, garantindo a privacidade da informação. O reconhecimento do conteúdo das mensagens é restrito à usuários permitidos.

d) Gerenciamento de chaves. A chave de segurança das mensagens criptografadas é conhecida exclusivamente pelas partes envolvidas. O gerenciamento dessas chaves garante sua troca periódica, mantendo a comunicação mais segura.

No estudo das contas telefônicas do campus João Pessoa, quando analisadas as chamadas de longa distância nacional (LDN), que seriam as chamadas destinadas aos municípios paraibanos, um dado interessante foi identificado que uma grande parte das chamadas LDN efetuadas eram destinadas aos municípios que possuem campus do IFPB, como mostra a Figura 4. Certamente, com a solução VoIP já implementada e em funcionamento, o custo com esse tipo de chamada será extinto, pois a rede telefônica VoIP permitirá a comunicação direta entre os campi do Instituto,

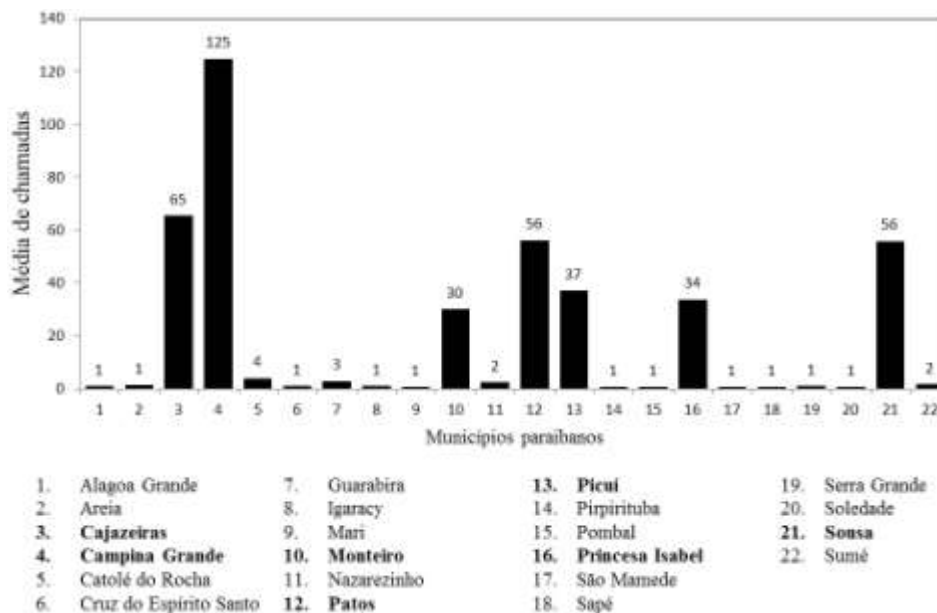


Figura 4 – Média de chamadas de longa distância nacional para os municípios paraibanos

3.3. CENÁRIO 3: CHAMADAS PARA A RTPC

Essa configuração permite a comunicação entre a rede telefônica VoIP com a Rede Pública de Telefonia Comutada (RTPC). A topologia desse cenário consiste em criar um enlace de comunicação entre a atual central telefônica do campus ao servidor Asterisk, onde as chamadas destinadas à RTPC serão encaminhadas para a central telefônica de cada campus que, por sua vez, completará a chamada. Com esta solução também é possível efetuar chamadas de uma ramal de qualquer campus para telefones locais das cidades onde há campus do IFPB. Como a chamada é encaminhada para a RTPC pela CPCT do local de destino, em vez de pagar o custo de uma LDN teríamos apenas a tarifa de uma ligação local gerando redução de custos.

3.4. CENÁRIO 4: MOBILIDADE

Observando a Figura 5, percebe-se que praticamente 50% das chamadas originadas no campus João Pessoa tem destino telefones móveis. O que representa a atual massificação da telefonia móvel em todo o globo.

Uma solução para atenuar o custo, que é relativamente alto, com esse tipo de serviço é proposto na Figura 3, que consiste na implantação de uma rede sem fio pelas dependências to campus, onde atenderia aos usuários de aparelhos móveis (*smartphones*) com suporte à interface sem fio e com um aplicativo VoIP ativo.

Teríamos três vantagens neste caso:



- 1) Possibilidade de realizar ligações em qualquer um dos campi do IFPB que implantassem sua rede sem fio, através de *smartphones* ou similares;
- 2) Mobilidade intercampi e intracampi. Seria possível, a título de exemplo, a um funcionário do campus de João Pessoa “levar” seu ramal para o campus de Cajazeiras e tanto realizar como receber ligações;
- 3) Redução do custo de chamadas locais para celular. Um levantamento preliminar mostrou que boa parte destas ligações são feitas para funcionários que estão no próprio campus ou em outro campus em viagem.

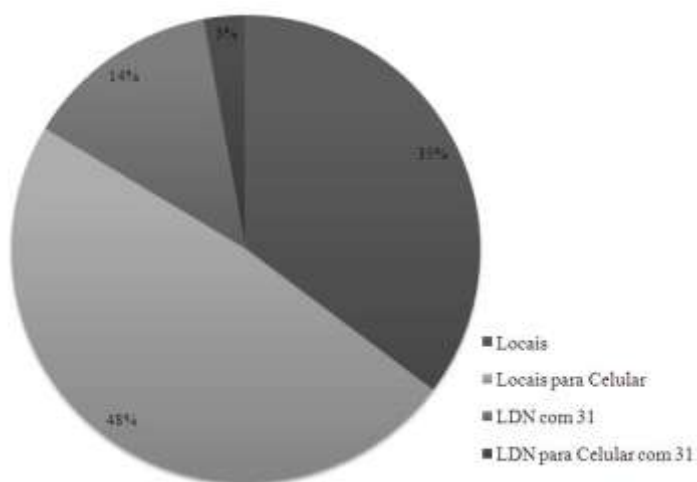


Figura 5 – Média quantitativa por tipo de chamada

3.5. REGISTRO DAS LIGAÇÕES

Todas as ligações seriam registradas na forma de CDR (*Call Detail Record*) em um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) em cada servidor Asterisk. Periodicamente, estes registros seriam sincronizados com um SGBD em João Pessoa e relatórios personalizados poderiam ser obtidos e fornecidos aos gestores. Como cada usuário em um sistema Asterisk tem uma identificação e senha próprias, poderia-se facilmente construir este relatório gerencial por usuário.

3.6. CENÁRIO DE TESTE

Foi montado um cenário de testes no laboratório de telefonia e redes convergentes (LTCON) do Campus João Pessoa/IFPB. O cenário da Figura 3 foi montado em menor escala, contemplando apenas dois Campi. Todas as funcionalidades citadas foram testadas com exceção do registro das ligações. As ligações foram cursadas normalmente e não houve comprometimento da inteligibilidade da voz. Para o papel da CPCT de cada campus foram utilizadas centrais Impacta 68 da Intelbrás.

4. CONCLUSÕES

É de fundamental importância para um órgão público zelar pelo bom aproveitamento de seus recursos. O VoIP propicia uma redução considerável de custos com o serviço de telefonia, ainda trazendo melhorias em relação à qualidade do serviço prestado como facilitando os meios de comunicação entre os usuários, tendo em vista a importância que uma comunicação de qualidade proporciona em termos de melhorias para o Instituto Federal. O projeto elaborado atende à todas as necessidades atuais do IFPB, em todos os aspectos mencionados no decorrer do artigo.

Como trabalhos futuros, ter-se-ia um protótipo da solução contemplando inicialmente dois Campi e avaliação de suas funcionalidades tanto em ambiente real como em ambiente simulado.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo programa PIBITI/CNPq/IFPB.



REFERÊNCIAS

BAUGHER M.; MCGREW D.; NASLUND M.; CARRARA E.; NORRMAN K. **The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP)**. Internet Engineering Task Force (IETF), Request for Comments (RFC) 3711, mar. 2004. Disponível em: <<http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3711.txt>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

CHIN, L. K. **Rede Privada Virtual – VPN**. Boletim bimestral sobre tecnologia de redes. v. 2, n. 8, nov. 1998. Disponível em: <<http://www.rnp.br/newsgen/9811/vpn.html>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

GOODE, B. **Voice Over Internet Protocol (VoIP)**. In: Proceedings of the IEEE, v. 90, n. 9, p. 1495-1517, set. 2002.

MONTORO, P.; CASILARI, E. **A Comparative Study of VoIP Standards with Asterisk**. In: Fourth International Conference on Digital Telecommunications. Colmar, França. p. 1-6, jul. 2009.

QADEER, M. A.; IMRAN, A. **Asterisk Voice Exchange: An Alternative to Conventional EPBX**. In: International Conference on Computer and Electrical Engineering, 2008. ICCEE 2008. Phuket, Tailândia. p. 652-656, dez. 2008.

REDE NACIONAL DE ENSINO E PESQUISA, RNP. **Mapa do backbone da rede ipê**. Disponível em: <<http://www.rnp.br/backbone/index.php>>. Acesso em: 19 jul. 2012.

SPENCER, M.; B. CAPOUCH; F. MILLER; K. SHUMARD. **IAX: Inter-Asterisk eXchange Version 2**. Internet Engineering Task Force (IETF), Request for Comments (RFC) 5456, fev. 2010. Disponível em: <<http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5456.txt>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

SPINSANTE, S.; GAMBI, E.; BOTTEGONI, E. **Security solutions in VoIP applications: State of the art and impact on quality**. In: IEEE International Symposium on Consumer Electronics. p. 1-4, abr. 2008.

WALSH, T. J.; KUHN, D. R. **Challenges in securing voice over IP**. In: IEEE Security & Privacy, v. 3, n. 3, p. 44-49, mai./jun. 2005.

ZOURZOUVILLYS, T.; RESCORLA, E. **An Introduction to Standards-Based VoIP: SIP, RTP and Friends**. In: IEEE Internet Computing, v. 14, n. 2, p. 69-73, mar./abr. 2010.