



## **ESTUDO DAS TECNOLOGIAS DE TRANSMISSÃO DE VOZ SOBRE IP**

### **(VoIP) e DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO VoIP**

**Aida A Ferreira (1); Glória A V C Brandão (2);**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco: [aida\\_mary@yahoo.com.br](mailto:aida_mary@yahoo.com.br)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco, e-mail: [brandaogloria@yahoo.com.br](mailto:brandaogloria@yahoo.com.br)

#### **RESUMO**

Voz sobre IP (VoIP) é uma tecnologia que permite a digitalização e codificação da voz e o empacotamento de dados IP para a transmissão em uma rede que utilize IP. O movimento de integração entre voz e dados na mesma infra-estrutura de rede, há alguns anos já é esperado. As vantagens são claras, os custos envolvidos na manutenção de equipes técnicas, infra-estruturas diferenciadas e ligações internacionais são reduzidos com a integração. O aumento do leque de novas aplicações, a disseminação dos computadores pessoais e o aumento da banda de transmissão disponível para o usuário, contribuíram para Voz sobre IP (VoIP) tornar-se uma realidade. O termo Software Livre refere-se à liberdade do usuário de executar, copiar, distribuir, estudar, modificar e aperfeiçoar o software. O objetivo da pesquisa é estudar as tecnologias existentes para transmissão de Voz sobre IP e desenvolver um aplicativo VoIP utilizando software livre. Para isso, a metodologia adotada foi a divisão do objetivo principal em objetivos específicos de modo que cada atividade desse embasamento teórico para a próxima, levantando os aspectos relativos aos requisitos teóricos e práticos para a implementação da tecnologia VoIP ;

**Palavras-chave:** VoIP, Software Livre, Java

## 1. INTRODUÇÃO

Com a atual e rápida convergência das redes de dados e redes de voz, as tecnologias de comunicação via IP vêm se tornando cada vez mais viáveis. O suporte à transmissão em tempo real e à qualidade de serviço oferecido pelos protocolos atuais garante uma base firme para a implementação de serviços de VoIP. A utilização da tecnologia de telefonia IP, ou VoIP – Voz sobre IP, foge da forma tradicional de taxação por pulsos, e desperta muito interesse pela economia gerada e também pelos novos serviços inteligentes e versáteis que ela traz agregado. O objetivo deste trabalho é apresentar o estudo e o desenvolvimento de um aplicativo VoIP baseado no protocolo SIP.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 VoIP e Software Livre

Voz sobre IP (VoIP) é uma tecnologia que permite a digitalização da voz para transmissão numa rede de computadores. Na situação tradicional, voz e dados trafegam por redes independentes, ambas otimizadas para atender às características de cada serviço, como mostrado na figura 1. A tecnologia VoIP, permite o tráfego de voz e dados em uma mesma rede, possibilita estabelecer ligações telefônicas utilizando a rede de dados. Esta tecnologia abre um novo horizonte para as aplicações integrando-se voz e dados num mesmo equipamento terminal de usuário, aproximando pessoas geograficamente distantes, aumentando a interatividade de aplicativos e diminuindo os custos de comunicação quando comparada às convencionais ligações telefônicas interurbanas. A comutação por circuito é uma técnica de comutação em que os recursos permanecem alocados para a comunicação até o término da chamada. É uma técnica conveniente para chamadas de voz que precisam ser tratadas em tempo real.

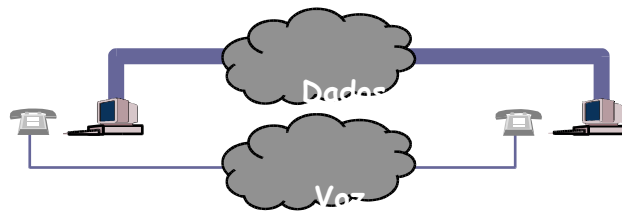


Figura 1- Rede de dados e voz separadas

A necessidade de um circuito físico está acabando em função da utilização de redes de comutação de pacotes para tráfego de voz. A voz é empacotada e transmitida em redes compartilhadas, juntamente com dados.

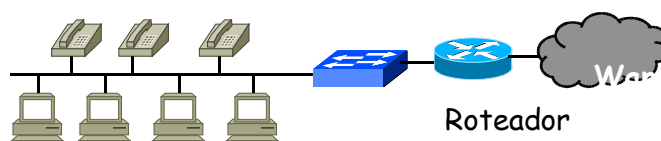


Figura 2- Única infra-estrutura para dados e voz

Como hoje qualquer que seja a instituição pública ou privada precisa usar programas de computadores para agilizar seus processos, causando grande demanda por softwares. No entanto, a aquisição deste programas não é barata, tornando-se inviável a aquisição ou a atualização do software para algumas organizações. O Software Livre poder ser instalado em quantas máquinas forem necessárias sem ter pagar pela licença, permite o acesso ao código fonte, o que possibilita realizar alterações que visem adequar melhor o programa às necessidades do usuário e oferece grande variedade de programas em quase todos os campos de aplicação de softwares. Para que seja possível realizar uma ligação VoIP, é necessário que se estabeleça uma sessão entre o emissor e o receptor. Uma sessão pode ser simplesmente uma ligação entre duas pessoas ou pode ser uma conferencia multimídia. No caso do VoIP, os dois principais protocolos de estabelecimento de sessão são o H 323, MGCP/Megaco e o SIP. Esta etapa da pesquisa destina-se a estudar os principais protocolos responsáveis por estabelecer comunicação entre dois terminais, os protocolos de sinalização.

## 2.2 Os protocolos de comunicação

Protocolo é conjunto de regras responsável por controlar o formato e o significado dos pacotes ou mensagens trocadas entre entidades de uma mesma camada. Ele define as opções de serviço como a solicitação do início da comunicação, a confirmação do pedido, a configuração da transmissão de dados ou mídia, a resposta ao envio de informações e a desconexão definindo também subprotocolos responsáveis por controles específicos. Como a implementação de sistemas de telefonia IP começa a ocorrer mundialmente, uma série de protocolos têm surgido, com a função de possibilitar a comunicação de outros sistemas de telefonia com o sistema VoIP. Isto pode ser feito através de um gateway ou envolvendo agentes de chamadas em conjunto com gateways. São três os protocolos principais para gateway de VoIP, o H.323, o SIP (Session Initiation Protocol) e o MGCP (Media Gateway Control Protocol). Estes protocolos são utilizados para gerenciamento e estabelecimento de chamadas, negociação de mídia e encerramento de chamada. Uma coisa que eles têm em comum, é o protocolo de transporte que utilizam: o RTP/RTCP para o transporte básico de pacotes de voz e vídeo, uma vez que a chamada tenha sido estabelecida. Então estes protocolos são referenciados como protocolos de sinalização de telefonia IP. A sinalização pode ser dita como o estabelecimento, supervisão e terminação de uma sessão (conexão) entre dois pontos finais, na mesma ou em redes diferentes. Se for considerado o sistema de telefonia tradicional, é utilizada a comutação de circuito e a sinalização é feita através do SS7 ou Sistema de Sinalização 7, cujas funções básicas são:

1. Estabelecimento de chamada
2. Transferência de dados/voz
3. Encerramento de chamada

No caso de VoIP, onde a comutação de pacotes é usada, são usados padrões de sinalização fim-a-fim (como SIP e H.323). O protocolo de sinalização para VoIP deve especificar a codificação da voz, a configuração das chamadas, o transporte de dados, o modo de autenticação, segurança, métodos utilizados na comunicação, cabeçalho, endereçamento, sintaxe da mensagem.

## 2.3 Os Protocolos utilizados para Sinalização em Voz sobre IP

### Órgãos responsáveis pela padronização no transporte de dados e voz

- ITU-T (União Internacional de Telecomunicações) : Define recomendações técnicas para interfaces de comunicação de dados, telégrafo e telefone. É responsável pelo Protocolo H.323.
- IETF (Internet Engineering Task Force) ou Força Tarefa de Engenharia da Internet: A IETF é a autoridade responsável pela engenharia e desenvolvimento de protocolos da Internet. É responsável pelo Protocolo de Inicialização de Sessão.

Suas recomendações são publicadas na Internet nos RFCs que são os request for comments (pedidos de comentários) podem descrever técnicas, algoritmos e protocolos de comunicação ou então podem descrever resultados de deliberações públicas sobre a melhor maneira de executar certas operações relativas ao processo de padronização. Em um nível inferior ao RFC, a IETF mantém um diretório para projetos e propostas que

ainda não atingiram a maturidade de um RFC chamado “Internet-Drafts”. O Protocolo SIP é regulamentado pela RFC 3261 de 2002.

### 2.3.1 O protocolo SIP

Assim como na comunicação entre homens, entre máquinas, certas regras têm de ser seguidas para que haja comunicação, essas regras, em redes de computadores são dispostas em forma de Protocolos- que é a padronização de leis e procedimentos que são dispostos para execução de uma determinada tarefa.

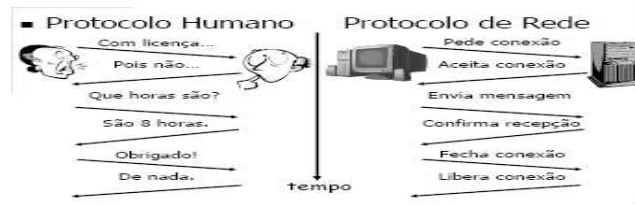


Figura - Protocolo humano e de redes de computadores

Figura 2 - Protocolo humano e de redes de computadores

A utilização de protocolos se faz necessária devido à grande quantidade de fabricante e fornecedores de redes, sem coordenação, a comunicação seria complicada, são adotados como padrão para que haja comunicação em nível mundial. Nas redes VoIP antes que os pacotes de voz possam trafegar pela rede IP é necessário estabelecer uma conexão entre os pontos extremos de comunicação. São alguns protocolos utilizados, para este fim, específicos de sinalização e configuração de chamadas. Depois do estabelecimento da conexão esses protocolos ainda controlam a chamada, e quando ela é encerrada, eles indicam que os recursos da rede podem ser liberados. Eles desempenham ações como registro, admissão e localização de usuários, negociação das capacidades dos pontos finais (já que estes podem apresentar diferentes capacidades de execução de mídia), estabelecimento e encerramento da chamada, etc. Dentre os protocolos de sinalização existentes, os que mais se destacam são o H.323, desenvolvido no âmbito do ITU-T, e o protocolo SIP (Session Initiation Protocol), desenvolvido no âmbito do IETF. A recomendação H.323 do ITU-T é uma especificação que descreve de maneira completa a arquitetura e a operação de um sistema de sessões em tempo real de voz, vídeo e dados. As especificações do protocolo SIP foram primeiramente definidas pelo IETF (Internet Engineering Task Force) no RFC 2543, em março de 1999. Em 2002, uma segunda publicação das especificações desse protocolo foi apresentada no documento RFC 3261. É um protocolo de controle, pertencente à camada de aplicação, que permite a criação, modificação e finalização de sessões multimídia, como chamadas telefônicas, com um ou mais participantes. Usuários podem ser convidados para uma nova sessão ou para uma sessão multimídia já existente. Apesar do SIP possuir independência de funcionamento e operação, ele pode utilizar alguns protocolos para oferecer recursos extras. Para reserva de recursos, por exemplo, opera em conjunto com o RSVP. O SIP é um protocolo baseado em texto, o que permite sua fácil implementação em linguagens como Java e apresenta arquitetura cliente-servidor, ou seja, as requisições são geradas pelos clientes e enviadas ao servidor. O servidor processa essas requisições e envia as respostas de volta aos clientes. Permite também a interação entre dispositivos através de mensagens de sinalização e controle. Estas mensagens atendem a muitos propósitos, incluindo:

- Registro e localização de um usuário no sistema;
- Convite para participar de uma sessão multimídia;
- Negociação dos termos e condições de uma sessão multimídia;
- Estabelecimento de um fluxo de mídia entre dois ou mais pontos finais.
- Encerramento de sessões multimídias;

O protocolo H.323 é um protocolo mais maduro e utilizado estando presente na maioria das soluções de mercado. No entanto, o protocolo SIP, embora mais recente, tem sido considerado, por especialistas e fornecedores de equipamentos e soluções VoIP, como um protocolo que pode disputar a hegemonia do mercado com o H.323 devido às suas particularidades.

## 2.4 Java

Java é uma linguagem orientada a objeto cujo projeto foi desenvolvido pela Sun Microsystems no início de 1991. Por volta de 1995, quando houve a aumento no uso da Internet, notou-se que Java era uma linguagem de programação ideal para este tipo de aplicação, uma vez que ela endereçava muitas questões de softwares distribuídos através de redes, tais como: “interoperabilidade”, “portabilidade” e segurança [Tilley]. Java é uma linguagem de programação que apresenta uma sintaxe próxima ao C e C++, sendo porém menos complexa que o C++ por abstrair do programador detalhes como por exemplo ponteiros que são muito usados em C++. Estas características a tornam familiar à maioria dos desenvolvedores. Ela provê “garbage collection”, tornando disponível um mecanismo que “desaloca”, automaticamente, da memória todos os objetos que não estão mais sendo referenciados, suporta herança de classe simples e não usa ponteiros [Deitel].

## 2.5 Bibliotecas para comunicação

Devido à grande quantidade de bibliotecas disponíveis para desenvolvimento de aplicativos VoIP foi necessário que uma parte da pesquisa fosse voltada à conhecer melhor algumas delas.

### 2.5.1 Sofia Sip

Biblioteca SIP user-agent com vários recursos para implementação de clientes SIP, escrita em ANSI C, sob licença LGPL. Pelo tamanho pequeno e requer pouco poder de processamento. Foi desenvolvida pelo Nokia Research Center; Não é apenas um interpretador do protocolo, mas uma pilha completa, suportando do transporte à API user-agent de alto nível.

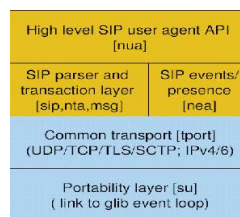


Figura 3- Arquitetura Sofia-SIP

### 2.5.2 Sockets

Um socket representa um ponto de conexão para uma rede TCP/IP. Quando dois computadores querem manter uma conversação, cada um deles utiliza um socket. Um computador é chamado servidor, ele abre um socket e presta atenção às conexões. O outro computador denomina-se cliente, ele chama o socket servidor para iniciar a conexão. Para estabelecer uma conexão, é necessário apenas um endereço de destino e um número de porta. Cada computador em uma rede TCP/IP possui um endereço exclusivo. As portas representam conexões individuais dentro desse endereço. Cada porta de um computador compartilha o mesmo endereço, mas os dados são roteados dentro de cada computador pelo número da porta. Quando um socket é criado, ele tem de estar associado a uma porta específica – o processo é conhecido como acoplamento a uma porta. Os sockets possibilitam a comunicação entre aplicações. Java oferece dois modos de utilização de sockets: o modo orientado à conexão que utiliza o protocolo TCP e o modo orientado a datagrama, que funciona sobre o protocolo UDP, ambos sobre o protocolo IP. O modo orientado à conexão TCP/IP oferece serviços confiáveis, sem perda de dados na rede e com garantia de ordenação dos pacotes tornando o serviço mais lento. No modo orientado à datagrama UDP/IP as mensagens podem ser perdidas e a ordem não é garantida, mas é mais rápido que o modo orientado à conexão. O pacote Java.net contém duas classes- Socket (implementa o cliente) e ServerSocket (implementa o servidor). Uma aplicação servidor é executada numa determinada máquina e tem um socket ligado a uma porta específicas desta máquina. O servidor espera que um cliente faça um pedido de ligação através desse socket como mostrado na figura:

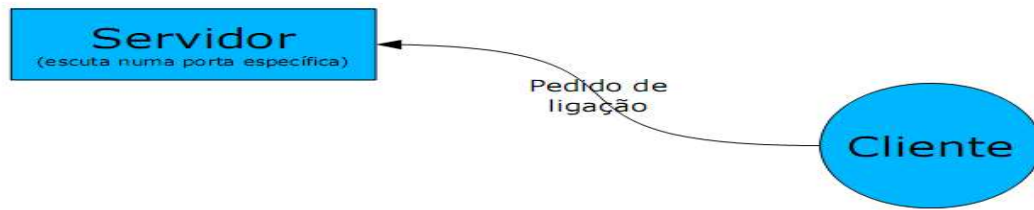


Figura 4- Cliente faz requisição para início da conexão

Ao aceitar a ligação cria um novo socket para uma porta diferente (para permitir novas ligações). No lado do cliente um socket é criado e é usado para comunicar com o servidor (numa porta disponível no cliente). O cliente e o servidor podem então se comunicar lendo e escrevendo nos seus sockets. A figura mostra a interface do chat implementado usando sockets em Java:

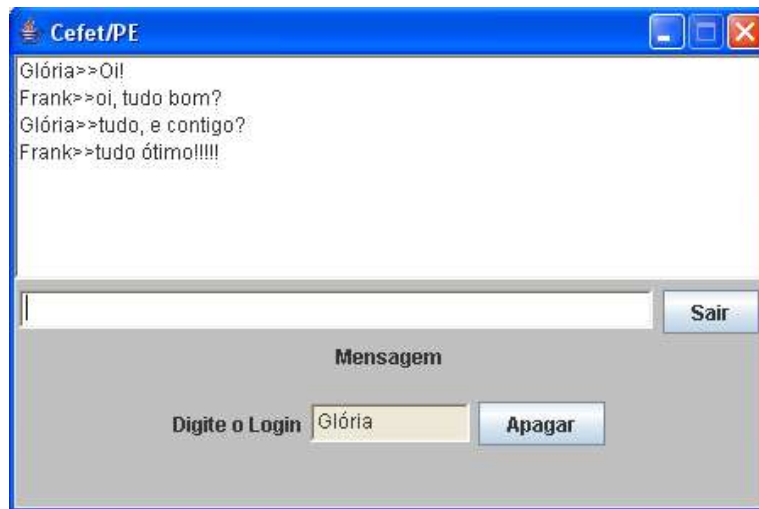


Figura 8- Interface do chat

### 2.5.3 Java Sound

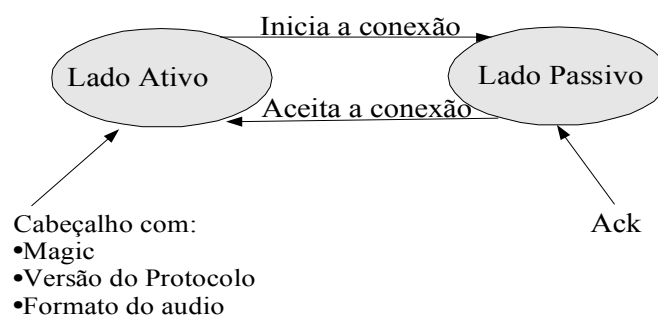


Figura 9- Arquitetura Java Sound

É uma API de baixo nível para efetuar e controlar a entrada e a saída de áudio. Como o som é assim fundamental, o Java API sadio cumpre as necessidades de grande parte de desenvolvedores. Algumas áreas são:

- Estruturas de uma comunicação, tais como conferência e telefonia;

- Sistemas de entrega End-user, tais como players de música;
- Programas interativos, tais como os jogos e Web site com conteúdo dinâmico;
- Ferramentas e toolkits;

Java Sound oferece o nível o mais baixo de suporte para som na plataforma de Java. Fornece programas de aplicação com uma quantidade grande de controle sobre operações de som, e é extensível. Oferece, por exemplo, mecanismos para instalar e manipular através de mixers de áudio, leitores e escritores de arquivos, e conversores do formato do som. O Java Sound não inclui editores de som sofisticados ou ferramentas gráficas, mas oferece recursos para que possam ser implementados. Enfatiza o controle de baixo nível além daquele esperado geralmente pelo usuário. Há outras APIs de Java que tem elementos som. A Java Media Framework (JMF) é um API alto-nível disponível como uma extensão padrão à plataforma de Java. JMF especifica uma arquitetura unificada para controle de som. A implementação mais completa do projeto foi feita com base nessa biblioteca visto que é a que possui as ferramentas necessárias para transmissão de voz e também é a mais simples.

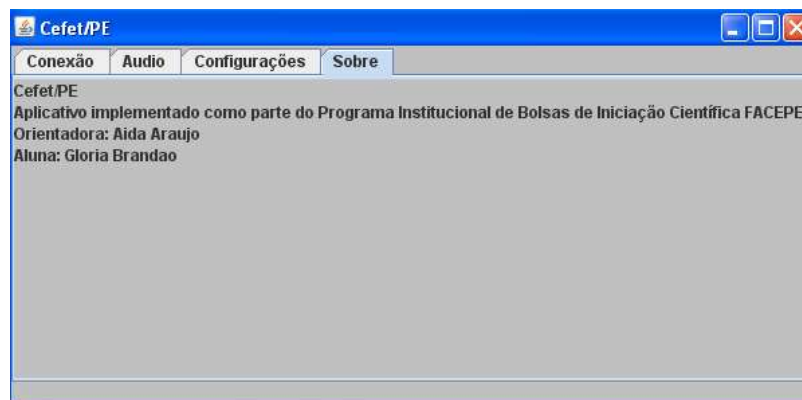


Figura 10 – Implementação do exemplo com Java Sound

#### 2.5.4 JTAPI - Java Telephony API

Biblioteca Java cujo objetivo é integrar computador-telefone. Elementos:

- Provider : Representa o software que serve de interface com o sistema telefônico. O subsistema telefônico pode ser um PBX conectado ao servidor ou uma rede com IP.
- Call: Representa uma chamada telefônica.
- Address: É o que se costuma pensar como número telefônico. Numa rede IP é representado pelo endereço IP da máquina.
- Connection: Responsável pela ligação entre os objetos Call e Address descrevendo a ligação entre eles.
- Terminal: Representa o hardware ligado ao telefone. Um exemplo clássico é um telefone mas computadores desempenham essa função.
- TerminalConnection: Representa a conexão entre um Connection e um terminal.

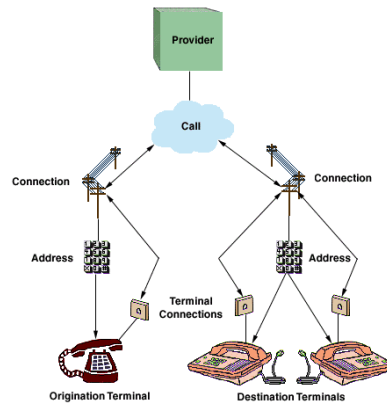


Figura 11 - Elementos da JTAPI

Os testes demonstraram que a API é muito complexa para o problema pois o objetivo era somente ligar máquina-máquina não sendo necessário haver telefone entre elas. Os resultados podem ser vistos na figura



Figura 12- Implementação básica JTAPI

### 2.5.5 Jain Sip

A API JAIN-SIP, desenvolvida pelo laboratório NIST implementa a pilha de protocolos SIP/SDP e os métodos necessários para a criação de um agente de usuário (UA). A API possibilita a criação de requisições SIP, quando atuando como cliente (UAC), e respostas, quando na função de servidor (UAS). Isto é suficiente para o estabelecimento de sinalização SIP entre dispositivos.

### 2.5.6 Java Media Framework

JMF (Java Media Framework) é uma API que permite a manipulação de áudio, vídeo e outras mídias em aplicações Java como applications e applets. Com ela é possível capturar stream de áudio e vídeo e codificá-lo em diversos formatos como também a transmissão das mídias pelo padrão RTP (Real time Transport Protocol) para o desenvolvimento de aplicações que utilizem vídeo sob demanda.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia adotada na pesquisa foi partindo do tema principal: o estudo de VoIP para implementação utilizando Software Livre, dividi-lo em tópicos de forma que cada atividade desse embasamento necessário para a seguinte, formando assim, o cronograma que foi seguido durante toda pesquisa cujos resultados estão expostos nos tópicos ao longo deste artigo.



#### 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

O início foi difícil pelo desconhecimento de bibliotecas sobre o assunto. A escolha da biblioteca JAIN SIP do Java foi feita pois era a biblioteca mais documentada que foi encontrada. Porém, houveram alguns problemas nas bibliotecas que atrasaram a instalação. O nível de programação das bibliotecas em geral é muito baixo, e a especificação de seus componentes muito numerosa. A maior parte do tempo foi gasto para entender como elas funcionavam. Dentre as possibilidades de tecnologias aplicáveis à transmissão de voz, as bibliotecas Sofia, JTAPI e JAIN-SIP. Para determinar a tecnologia aplicável à solução do foram levadas em consideração alguns itens que estão demonstrados na tabela:

Características	Sofia-Sip	JTAPI	Jain-Sip
Atende as necessidades	Sim	Sim	Sim
Complexidade para ser entendida	Complexo	Simples	Simples
Complexidade de implementação	Complexo	Complexo	Simples
Documentada	Sim	Sim	Sim

Tabela: Comparação entre as bibliotecas estudadas

#### 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível aprimorar os conhecimentos de rede e de telefonia utilizando redes baseadas em IP. O estudo das bibliotecas consolidou a teoria vista sobre voz sobre IP e principalmente sobre o protocolo SIP.

#### Referências Bibliográficas

- DANG, Luan. Pratical VoIP Using Vocal. Primeira Edição. O.Reilly & Associates, Inc. 2002
- JENNINGS, Cullen.
- KELLY, David.
- [Deitel, H. M.] Java, H. M. Deitel e P. J. Deitel; tradução Carlos Arthur Lang Lisboa.- 4.ed. -  
Como programar Porto Alegre : BookMan, 2003
- TANENBAUM, Andrew S. Computer Networks. Terceira Edição. Prentice Hall
- PTR. 1996.
- TORRES, Gabriel. Curso Completo, Redes de Computadores. Primeira Edição. Axcel Books. 2001
- Marco Aurélio Análise do protocolo SIP em Ambiente VoIP, monografia, CEFET GO

- Cunha Jane Os desafios para implementação de VoIP. Recife,2003. Monografia
- Coriolano Alice Voz sobre IP: Implementação e Teoria. Goiânia, 2003. Monografia
- Jonathan Davidson,James Peters Voice over IP Fundamentals Cisco Press.
- Mark A. Miller,P.E Voice over IP Technologies: Building the Converged Network.  
M&tT Books.
- Tilley, S. Java. Disponível em <<http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/java.html>>.
- Introduction to the Java Sound API Disponível em :  
[http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/guide/sound/programmer\\_guide/chapter1.html#111814](http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/guide/sound/programmer_guide/chapter1.html#111814)
- Mestre Jadiel Avaliação Tecnológica VOIP na Rede Pública de Telefonia
- Motoyama, Shusaburo UNICAMP disponível em:  
<http://www.dt.fee.unicamp.br/~motoyama/ee981/ee981.html>

## AGRADECIMENTOS

Ao CEFET/PE e à FACEPE.