

**LIGA DE ENSINO DO RIOGRANDE DO NORTE**  
**FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO**  
**GRANDE DO NORTE**

**CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**WERNECK BEZERRA COSTA**

**COMUNICAÇÃO UNIFICADA UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE ELASTIX.**

**NATAL/RN**

**2009**

**WERNECK BEZERRA COSTA**

**COMUNICAÇÃO UNIFICADA UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE ELASTIX.**

Monografia apresentado como exigência do Curso de Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte para obtenção do título de Bacharel.

**Orientador:** Aluizio Ferreira da Rocha Neto (Msc. )

**NATAL/RN**

**2009**

Catálogo na Publicação – Biblioteca da FARN  
Setor de Processos Técnicos

Costa, Werneck Bezerra

Comunicação unificada utilizando o software livre elastix./ Werneck  
Bezerra Costa – Natal: FARN, 2009.  
71 f.

Orientador: Aluizio Ferreira da Rocha Neto (Msc.)

Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Faculdade  
Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

1. Comunicação unificada – Monografia. 2. IP PABX – Monografia. 3.  
Elastix – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

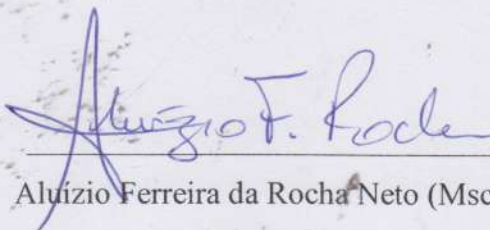
CDU 004.4

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO**  
**NORTE**  
**CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**WERNECK BEZERRA COSTA**

**COMUNICAÇÃO UNIFICADA UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE ELASTIX.**

Monografia apresentada e aprovada em 18 de Novembro de 2009, pela banca examinadora  
composta pelos seguintes membros:



Aluizio Ferreira da Rocha Neto (Msc. )

Orientador

---

Gleydson Lima  
Membro examinador

---

Ricardo Wendell  
Membro examinador

Natal/RN, 18 de Novembro de 2009.

## DEDICATÓRIA

Dedico esta obra às pessoas que me ajudaram a ser o que sou: caráter, índole e personalidade.

Pessoas estas que foram responsáveis pela minha criação quando longe de meus pais.

Tio Wastenilson, Tia Nenen, vovó Mariquinha, tia Wilma, Tio Neto, vovó Conceição e Ana

Cristina, Tias Josielma e Joelma, Tio Wanderley e Tio Willian.

Este trabalho não é só meu, ele é nosso. Vocês estão presentes do início ao fim dele e também de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso pai. A Jesus Cristo, nosso guia e modelo. Aos amigos como Tio Neto e Vovó Judith, que mesmo materialmente ausentes se mantiveram espiritualmente presentes, com certeza, em momentos cruciais.

Agradeço a Washington, meu pai, por ser um verdadeiro homem e me ensinar o mesmo.

Painho, você é o cara!

À minha verdadeira mãe, Mônica, pelo longo caminho até este momento. Certamente valeu à pena.

Ao amigo, quase irmão, Jailson dos Santos pelo apoio incondicional. Amigo, forças na caminhada, você nunca estará sozinho. À sua esposa Gélia e sua filha Letícia pela fiel amizade.

À minha namorada Cícera Damiana que, com certeza hoje conhece mais de VoIP e Elastix do que eu. Paciência é uma conquista, meu amor!

Agradeço também aos colegas de turma com os quais aprendi várias lições dentro e fora do campo profissional. Pessoas como Raniere “Milho” Viana, Erasmo Claret, Joelma Alencar, Adriana Alves, Júlio Cesar, deram verdadeiras lições de vida durante toda a graduação. A graduação findou, nossa amizade não!

Aos mestres, que sempre fizeram questão de dar o melhor de si dentro e fora suas aulas.

Dentre os vários, posso representá-los através de alguns como Carlão, Josué Vitor, Robson Pacheco, Luiz Gonzaga Damasceno, Alexandre Damasceno, Aluizio Rocha, Gleydson Lima, dentre outros.

Agradeço também aos amigos Camilo de Lelis, André Jadson e demais integrantes do suporte na SINFO, pela oportunidade de aplicar meu projeto em seu setor e mexer um pouco com o seu dia a dia.

E por fim, a todos os familiares e amigos que com certeza contribuíram muito positivamente neste trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho demonstra um estudo seguido de implementação de tecnologias em tempo real e tempo quase real (voz, serviços e Instant Messaging) em forma de comunicação unificada, no ambiente de suporte operacional aos sistemas SIGAA, SIPAC e SIGPRH da superintendência de informática (SINFO) da UFRN, sob a rede comutada por pacotes. Estas tecnologias foram integradas utilizando como base o software livre Elastix. As soluções de telefonia utilizadas no ambiente da SINFO ainda não cobriam todas as necessidades deste setor da instituição, que ficou por diversas vezes dependente de fabricantes ou empresas de prestação de serviço (demandando muitas certas vezes de licitações) quando necessitavam de soluções mais inteligentes. O Elastix foi escolhido para ser utilizado como solução por possuir as ferramentas necessárias à resolução dos problemas atuais da SINFO. Como resultado final, temos a demonstração da robustez do Elastix mesmo que os aplicativos clientes não dêem suporte total ao desejado como solução.

**Palavras-chave:** Comunicação unificada. IP PABX. Elastix

## ABSTRACT

This paper demonstrates a study followed by implementing technologies in real time and near real time (voice, services and Instant Messaging) in the form of unified communications, the environment of the operational support system continues, SIPAC SIGPRH and oversight of information technology (SINFO) UFRN under the packet switched network. These technologies were integrated using as a base Elastix free software. Telephony solutions used in the environment of SINFO still did not cover all the needs of this sector of the institution, which was several times dependent on manufacturers or companies providing service (some times requiring many bids) when needed smarter solutions. The Elastix was chosen to be used as a solution for having the tools needed to solve the current problems of SINFO. As a final result, we demonstrate the robustness of Elastix even if the client applications do not give full support to the desired solution.

**Key-words:** Unified Communications. IP PABX. Elastix

**LISTA DE SIGLAS**

AA - Atendimento Automático  
ACELP - Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction  
ADPCM - Adaptive Differential Pulse Code Modulation  
BRI - Basic Rate ISDN  
CAS - Channel-Associated Signaling  
CPCT - Central Particular de Comutação Telefônica  
CS-ACELP - Conjugate- Structure Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction  
DAC - Distribuidor Automático de Chamadas  
DCELP - Low-Delay Code Excited Linear Prediction  
DID - Direct Inward Dialing  
DISA - Direct Inward System Access  
DTMF - Dual-Tone MultiFrequency  
IAX - Inter Asterisk Exchange  
IEC - Internet Engineers Consortium  
IETF - Internet Engineers Task Force  
IM - Instant Messaging  
IP - Internet Protocol  
ISDN - Integrated Services Digital Network  
ITSP - Internet Telephony Service Provider  
ITU - International Telecommunication Union  
IVR - Interactive Voice Response  
Kbps - Kilobits por segundo  
LP - Link ou linha privada  
MOS - Mean Opinion Score  
MP - Módulos de processamento  
MP-MLQ - Multipulse Maximum Likelihood Quantization  
MTA - Mail Transfer Agent  
PABX - Private Automatic Branch eXchange  
PCM - Pulse Code Modulation  
POTS - Plain Old Telecom System  
PRI - Primare Rate ISDN  
RTPC - Rede Pública de Telefonia Comutada  
SF - Single Frequency  
SINFO - Superintendência de Informática  
TI - Tecnologia da informação  
TIC - Tecnologia da informação e comunicação  
UC - Unified Communication  
URA - Unidade de resposta audível  
VOIP - Voice Over IP  
XMPP - Extensible Messaging and Presence Protocol

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 01: Exemplo de teclado DTMF– Junção de duplas frequências.....                 | 9  |
| Figura 02: Exemplo de Ligação LP.....                                                 | 19 |
| Figura 03: Exemplo de VPN .....                                                       | 20 |
| Figura 04: Arquitetura do Asterisk – Fonte: GONÇALVES (P. 07) .....                   | 28 |
| Figura 05: Codecs suportados pelo Asterisk 1.4.26.2 .....                             | 30 |
| Figura 06: Asterisk como PABX .....                                                   | 32 |
| Figura 07: Asterisk Apenas Gateway.....                                               | 33 |
| Figura 08: Interface FreePBX 2.5.10 .....                                             | 38 |
| Figura 09: Interface Spark 2.6 Beta 2 .....                                           | 40 |
| Figura 10: Componentes do Elastix - Comunicaciones Unificadas, Volume 1 (p.94). ..... | 43 |
| Figura 11: Interface Elastix.....                                                     | 43 |
| Figura 12: Rede Fone@rnp.....                                                         | 47 |
| Figura 13: Localização do Elastix.....                                                | 50 |
| Figura 14: Criação de um tronco SIP .....                                             | 51 |
| Figura 15: Exemplo de digito na URA.....                                              | 53 |
| Figura 16: Filas de suporte .....                                                     | 54 |
| Figura 17: Ramais criados no Elastix para o Suporte .....                             | 56 |
| Figura 18: Interface OpenFire.....                                                    | 57 |
| Figura 19: Asterisk-IM - Conexão com servidor Asterisk.....                           | 58 |
| Figura 20: Desvio para voice-mail .....                                               | 60 |
| Figura 21: Spark discado número SIP.....                                              | 61 |
| Figura 22: Interface Sip-communicator .....                                           | 63 |
| Figura 23 – CouterPath X-Lite.....                                                    | 65 |

**LISTA DE TABELAS**

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 01: Alguns padrões de codificação do sinal de voz .....                | 13 |
| Tabela 02: MOS – Mean Opnion Score. ....                                      | 14 |
| Tabela 03: Exemplo do plano de discagem. Fonte: MEGGELEN (2007, P. 129).....  | 36 |
| Tabela 04: Exemplo do arquivo sip.conf. ....                                  | 37 |
| Tabela 05: Exemplo do arquivo voicemail.conf. ....                            | 37 |
| Tabela 06: Softwares utilizados e suas versões.....                           | 41 |
| Tabela 07: Principais recursos do Elastix .....                               | 46 |
| Tabela 08: Informações para registro de tronco SIP .....                      | 51 |
| Tabela 09: Parâmetro para registro SIP fixo .....                             | 51 |
| Tabela 10: Time Groups no FreePBX.....                                        | 53 |
| Tabela 11: Fila supsisGeral .....                                             | 56 |
| Tabela 12: Configurando um usuário OpenFire, para o Manager do Asterisk ..... | 58 |

## SUMÁRIO

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>1</b>  |
| <b>2. PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>                          | <b>3</b>  |
| <b>3. OBJETIVOS .....</b>                                     | <b>4</b>  |
| 3.1. OBJETIVO GERAL.....                                      | 4         |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                              | 4         |
| <b>4. JUSTIFICATIVA.....</b>                                  | <b>5</b>  |
| <b>5. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                           | <b>6</b>  |
| 5.1. HISTÓRICO DA TELEFONIA .....                             | 6         |
| 5.2. COMUTAÇÃO .....                                          | 6         |
| 5.2.1. COMUTAÇÃO DE CIRCUITOS.....                            | 6         |
| 5.2.2. COMUTAÇÃO DE PACOTES .....                             | 7         |
| 5.3. SISTEMA TELEFÔNICO DE SINALIZAÇÃO .....                  | 7         |
| 5.4. CENTRAIS DE COMUTAÇÃO TELEFÔNICA.....                    | 10        |
| 5.4.1. CENTRAIS TELEFÔNICAS COM COMUTAÇÃO MANUAL.....         | 10        |
| 5.4.2. CENTRAIS TELEFÔNICAS COM COMUTAÇÃO AUTOMÁTICA.....     | 10        |
| 5.4.3. CENTRAIS DIGITAIS .....                                | 11        |
| 5.5. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS CENTRAIS .....                   | 14        |
| 5.6. SISTEMA TELEFÔNICO EMPRESARIAL.....                      | 15        |
| 5.6.1. CENTRAIS EMPRESARIAIS PRIVADAS AUTOMÁTICAS (PABX)..... | 15        |
| 5.6.2. FUNÇÕES DO PABX .....                                  | 15        |
| 5.6.3. SERVIÇOS PROVIDOS PELOS PABX.....                      | 16        |
| 5.6.4. INTERLIGAÇÃO COM A REDE PÚBLICA DE TELEFONIA .....     | 16        |
| 5.6.5. INTERLIGAÇÃO ENTRE PABXs.....                          | 19        |
| 5.7. FAX.....                                                 | 20        |
| 5.8. INSTANT MESSAGING.....                                   | 21        |
| 5.9. SOFTSWITCHES .....                                       | 21        |
| 5.10. VoIP .....                                              | 22        |
| 5.10.1. PROTOCOLO SIP .....                                   | 23        |
| 5.11. MENSAGENS UNIFICADAS.....                               | 24        |
| 5.12. COMUNICAÇÃO UNIFICADA .....                             | 25        |
| <b>6. DESENVOLVIMENTO .....</b>                               | <b>25</b> |
| 6.1. ASTERISK.....                                            | 26        |
| 6.1.1. HISTÓRIA .....                                         | 27        |
| 6.1.2. LICENCIAMENTO .....                                    | 27        |
| 6.1.3. ARQUITETURA .....                                      | 28        |
| 6.1.4. PROTOCOLOS DE SINALIZAÇÃO .....                        | 31        |
| 6.1.5. UTILIZAÇÃO.....                                        | 32        |
| 6.1.6. CONFIGURAÇÕES .....                                    | 36        |
| 6.2. FreePBX .....                                            | 37        |
| 6.3. HylaFax .....                                            | 38        |
| 6.4. Openfire.....                                            | 39        |
| 6.5. SPARK – Cliente IM.....                                  | 40        |
| 6.6. Postfix.....                                             | 41        |
| 6.7. ELASTIX .....                                            | 41        |
| 6.7.1. HISTÓRIA .....                                         | 42        |

|        |                                       |           |
|--------|---------------------------------------|-----------|
| 6.7.2. | COMPOSIÇÃO.....                       | 42        |
| 6.7.3. | CARACTERÍSTICAS .....                 | 43        |
| 6.7.4. | CENÁRIOS DE APLICAÇÃO.....            | 46        |
| 6.7.5. | SITUAÇÃO ATUAL .....                  | 47        |
| 6.7.6. | SOLUÇÃO PROPOSTA .....                | 48        |
| 6.7.7. | APLICAÇÃO .....                       | 60        |
| 6.7.8. | RESULTADOS.....                       | 64        |
| 7.     | <b>CONCLUSÃO .....</b>                | <b>66</b> |
| 8.     | <b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....</b> | <b>67</b> |
| 9.     | <b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>   | <b>69</b> |
|        | <b>Anexos .....</b>                   | <b>71</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de comunicação entre os seres humanos nasce junto com os mesmos. A partir do momento que se começa a transformar a linguagem em fala, a vida realmente se abre em facilidades.

Atualmente a comunicação telefônica ainda é a forma de comunicação mais utilizada pelas pessoas no mundo entre pontos distantes. É proveniente de uma sequência de inventos e investimentos humanos como: telefonia com comutação de circuitos, interligação entre usuários distantes, digitalização de sinais, criação de empresas de telefonia global. Mas, a comunicação telefônica por si só, seja local ou internacional, não atende todas as necessidades de seus usuários.

A forte convergência entre os mundos de Telecomunicações e T.I criou uma nova sigla: T.I.C (Tecnologia da informação e comunicação). Após o advento do transporte de voz sobre arquitetura de redes de dados (VoIP), nasceu a possibilidade de integração da estrutura de telefonia (física e serviços), com a estrutura das redes de computadores (locais e remotas), aproveitando inclusive os terminais dos dois “mundos”: telefones analógicos e computadores.

Os PABX criam uma rede de telefonia local e basicamente, os mais populares, possibilitam que seus usuários comuniquem-se entre si, ou com o mundo através de linhas analógicas ou digitais conectadas à rede pública de telefonia comutada (RPTC). Estas linhas são mantidas e tarifadas pelas prestadoras de serviços de telefonia (Por exemplo, Embratel). No Brasil, em boa parte das empresas ainda existe a distinção entre rede de dados e rede telefônica, ficando mais visível quando se procura os concentradores ou Gateways de cada uma delas, onde temos o PABX para a rede telefônica e os diversos servidores e ativos para as redes de computadores.

A atual demanda por comunicação perpassa a necessidade de comunicação somente por voz. Esta necessidade, impulsionada pelas redes de computadores em especial a internet, criou uma nova realidade onde as pessoas se acostumaram a usar serviços rápidos de texto para pequenos bate-papos, ou até mesmo a extensão de suas funcionalidades como, por exemplo, o envio e recebimento de arquivos. O Instant Messaging (mensagens instantâneas) é o responsável pelo rápido crescimento desta realidade.

As empresas e instituições em geral, precisam de meios que possibilitem o acompanhamento e oferta dos serviços de comunicação disponíveis e suportados pela internet, pois precisam atingir um público sempre crescente de clientes e usuários. Para isso, é necessário que se possua convergência de serviços a nível interno, criando um ponto comum

para estas diversas formas de comunicação. Atualmente este ponto é o IP PABX (central PABX usando o meio físico das redes genéricas de computadores para prover serviços mistos) que pode integrar os serviços de comunicação atuais e ser maleável para novas implementações.

O Elastix é um projeto em software livre, que visa aplicar o conceito de comunicação unificada. Como ele, é possível integrar várias formas de comunicação como telefonia fixa (analógica ou digital), celular, videoconferência, instant messaging, VoIP e Fax, onde os benefícios notáveis vão desde economia em ligações telefônicas, até a criação de um ambiente virtual onde os funcionários ou servidores possuem uma identificação única e, transparentemente, usam todos os serviços de comunicação, estando dentro ou fora do ambiente institucional.

O projeto visa mostrar os principais recursos de comunicação unificada do IP PABX Elastix, como forma de integrar as principais maneiras de comunicação em ambientes mistos, enfatizando a convergência, uma vez que a solução é escalável e inteiramente desenvolvida em software livre e/ou de código aberto, tornando sua manutenção independente de uma empresa em específico e por tanto mais barata.

## 2. PROBLEMA DE PESQUISA

Desde o advento das Telecomunicações (em meados de 1876) até 1965, o limite para as inovações estava baseado em Hardware. Mas ao passo do desenvolvimento do transistor, o sistema telefônico ficou mais inteligente com operações e controle via software.

Seguindo esta linha de evolução, as instituições inserem tecnologia em telecomunicações em seu espaço e começam a demandar ambientes mais diversificados necessitando agregar novos serviços de comunicação. Estes, geralmente demandam altos investimentos, e na maior parte das vezes possuem os mesmos problemas: não se integram com as tecnologias já existentes, não possibilitam melhorias caso mude a tecnologia e não podem ser customizados de acordo com as necessidades.

Neste momento surge a questão: É possível oferecer, às diversas instituições, recursos em telefonia e comunicação ajustáveis de forma dinâmica e escalar, utilizando a estrutura física existente e que possibilite economia no investimento e no uso a curto/médio prazo?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1.OBJETIVO GERAL**

Este projeto tem como objetivo geral conhecer os principais recursos de um PABX de comunicação unificada, baseado no Software Livre ELASTIX, aplicar a integração das principais formas de comunicação de acordo com a necessidade do ambiente institucional da Superintendência de Informática da UFRN (SINFO-UFRN), comparando o obtido com o prometido pelo software.

#### **3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Revisar bibliografia sobre telefonia;
- Realizar estudos técnicos sobre tecnologia VoIP;
- Realizar estudos técnicos sobre o Software Livre ELASTIX;
- Contextualizar convergência de serviços;
- Aplicar o ELASTIX como IP PABX na SINFO-UFRN e demonstrar os resultados obtidos.

#### 4. JUSTIFICATIVA

Atualmente existem várias publicações sobre comunicação unificada utilizando ferramentas proprietárias ou fechadas como as das empresas Microsoft ou Cisco. Estas publicações, em geral, são restritas a serem construídas pelas empresas donas das ferramentas.

Para o campo de software livre, existem publicações com referência a partes componentes do software Elastix. Feitas separadas ou em pequenos conjuntos, estas obras descrevem instalação ou uso de Softwares como o Asterisk e Openfire, por exemplo.

As ferramentas de Software livre trazem grande liberdade para a sociedade seja na utilização, seja na geração e/ou repasse de conhecimento. Elas estão disponíveis e presentes em vários setores (públicos ou privados) e seu nível de qualidade é sempre crescente, uma vez que as melhorias são pensadas e aplicadas por uma quantidade sempre maior de pessoas ao redor do mundo, uma comunidade mundial.

Esta obra tem a intenção de demonstrar de forma prática a aplicação das funcionalidades propostas pelo Software Elastix, na tentativa da utilização do máximo possível do seu conjunto de aplicações de comunicação em relação ao ambiente alvo, unindo todas as experiências em uma mesma publicação.

## 5. REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1.HISTÓRICO DA TELEFONIA

DAVIDSON *et al* (2008, p31) demonstra a simplicidade do início das comunicações vocálicas por comutação:

“A primeira transmissão de voz foi feita em 1876 por Alexandre Graham Bell através de um circuito *direto* (ou circuito *ring-down*). Um circuito direto implica que não havia uma discagem de números, mas sim uma conexão física com dois fios entre dois dispositivos. Basicamente uma pessoa levantava o telefone em uma extremidade e a outra na outra (não havia campainha)”.

Com o passar do tempo, esse desenho simples evoluiu de uma transmissão unidirecional, pela qual somente um usuário poderia falar, para uma transmissão de voz bidirecional, onde ambos os usuários podiam falar.(...)

Também demandava um cabo físico entre cada localidade com a qual o usuário quisesse se comunicar. O conceito de discagem de um número para alcançar certo destino, contudo, não existia nessa época.

### 5.2.COMUTAÇÃO

Todos os processos de comunicação que utilizam redes, se baseiam no princípio da comutação, onde no momento da comunicação as duas partes se interligam, por um circuito ou junção deles, e efetuam a comunicação.

Segundo COLCHER *et al* (2005, p45), O processo de alocação e liberação dos recursos de uma rede para utilização pelos diversos serviços é denominado *Comutação (ou chaveamento)*.

Basicamente, a comutação pode ser efetuada de duas formas, por circuito ou pacotes.

#### 5.2.1. COMUTAÇÃO DE CIRCUITOS

Segundo SIEMENS TELECOMUNICAÇÕES (2009): Comutação por circuito ou *circuit switched* - ocorre quando existe uma ligação quase permanente entre dois participantes, (...). Trata-se de uma ligação ponto-a-ponto. O canal de transmissão utilizado é exclusivamente disponibilizado para a respectiva ligação.

COLCHER (2005, p45) complementa: (...) pressupõe o estabelecimento de um caminho dedicado durante todo o período de comutação entre duas estações e "...Envolve três fases:" Estabelecimento do circuito (...), Transferência da informação (...) e Desconexão do circuito (...).

Nesta modalidade de comutação, não é possível ter mais de dois participantes na comunicação, pois, o circuito é ponto-a-ponto. São exemplos: Ligações telefônicas tradicionais e interligação por protocolo X25.

Em resumo à citação de DAVIDSON (2008, p 47), é necessário citar que chamadas telefônicas comutadas por circuitos demandam um circuito de 64Kbps permanente entre os dois pontos de comunicação. Independente de quem estiver falando, a pessoa que efetuou ou a pessoa que recebeu a chamada, a conexão de 64kbps não pode ser utilizada por outra fonte.

### 5.2.2. COMUTAÇÃO DE PACOTES

Na comutação por pacote, o mesmo meio de transmissão físico é compartilhado entre todas as unidades tendo como melhorias em relação à comutação por circuitos:

Em rede do tipo *store-and-forward* (ou comutada por pacotes), um pacote ocupa uma linha de transmissão apenas durante o seu tempo de transmissão; o tempo restante pode ser utilizado para transmissão de outros pacotes. Desta forma, uma das características mais importante das redes baseadas em comutação de pacotes, e que a capacidade dos meios de transmissão é sempre *dinamicamente alocada*, e essa alocação é feita em cada enlace físico da rede, para cada pacote em particular. COLCHER (2005).

Em resumo, a grande diferença entre as duas formas de comutação está na reserva dos recursos, uma vez que em redes multiplexadas com as por pacotes, é fácil o tráfego simultâneo em ambas as direções ao mesmo tempo, podendo usar a banda disponível para outros fins.

## 5.3.SISTEMA TELEFONICO DE SINALIZAÇÃO

A sinalização é vista como um mecanismo que leva inteligência ao sistema telefônico, e para COLCHER (2005, p 92) é definida como a comunicação de informações especificamente relacionadas a:

1. Estabelecimento, controle e manutenção das conexões;
2. Gerenciamento de recursos e do estado do sistema de telecomunicações;
3. Relatos e avisos referentes à situação do sistema ou a procedimentos em curso.

A codificação das informações de sinalização, tanto para a transmissão do assinante como para transmissão entre juntores (Órgão ou junção de uma central de comutação, responsável pela conexão com o meio de transmissão) de centrais, podem ser realizadas de várias formas.

Exemplos são: seqüências de pulsos elétricos de diferentes durações, sinais de frequências determinadas ou sinais formados por combinações de frequências determinadas, presença ou ausência de sinal na linha, níveis determinados de tensão ou códigos digitais.

Em resumo a COLCHER (2005, p 93-94), os mecanismos de sinalização podem ser classificados em três áreas funcionais:

**Sinalização de supervisão:**

Informações sobre as condições e estado da linha, conexão e equipamentos envolvidos. Sinaliza o início e término da chamada que são informações importantes usadas para a tarifação ou cobrança das ligações aos assinantes.

**Sinalização de indicação ao usuário** - Tem por finalidade informar ao assinante o estado de operação do sistema. Exemplos são:

**Tom de discar:** Sinal recebido pelo assinante chamador, para que o mesmo inicie a marcação dos algarismos;

**Tom de controle da chamada (ringback):** é o sinal recebido pelo chamador ao ser completada a cadeia de comutação interna da rede, indicando que o terminal chamado está na condição de livre e sendo chamado;

**Tom de ocupado:** é o sinal recebido pelo chamador indicando que a chamada, programação ou via de acesso a serviços não foi completada ou permitida.

**Sinal de facilidade de rede inacessível:** seqüência de tons ou opcionalmente mensagem gravada, que indica ao usuário chamador que não é possível o estabelecimento da chamada ou aos usuários envolvidos que a mesma foi interrompida e as facilidades de rede alocadas não estão mais disponíveis;

**Corrente de toque:** Sinalização enviada pela central ao terminal chamado indicando a solicitação para estabelecimento de uma chamada. Esse sinal aciona a campainha do aparelho telefônico nos mesmos intervalos do tom de controle da chamada.

**Sinalização de numeração** - Encaminha pedido de estabelecimento de conexões a partir do usuário chamador até o chamado. Começa nos sinais enviados pelo usuário chamador em seu terminal. A partir daí, a sinalização é passada entre centrais até o terminal do usuário chamado.

Estas informações precisam de um canal para sua circulação. De acordo com COLCHER (2005, p 94), sinalizações do tipo CAS (Channel-Associated Signaling / Sinalização por canal associado) podem ser definidas com *Dentro ou fora da banda (in-band ou out-band)*.

**Dentro da banda (in-band):**

A sinalização Dentro da banda é um tipo de sinalização telefônica que, para as linhas analógicas, utiliza espaços de frequências dentro da própria faixa reservada para o canal de voz (de 0 a 4.000 Hz), para levar informações de supervisão ou sinalização de indicação ao usuário.

Em resumo a DAVIDSON (2008, p. 39), é possível afirmar que por conta da forma como a sinalização in-band é transportada a efetividade da comunicação sofre alguns problemas, o maior deles é a possibilidade de *perda de tons*. Nestes cenários, o uso de alguns serviços da rede como correio de voz, pode ser prejudicado.

Exemplos são:

- SF (Single Frequency). Sinalizava que um canal estava livre sempre que um tom na frequência de 2.600Hz (dentro da banda de 0 a 4.000Hz) era transmitido;
- DTMF (Dual-Tone Multifrequency), Que segundo COLCHER (2005, p. 95), Neste tipo de sinalização o assinante dispõe de um aparelho telefônico residencial que, ao serem pressionados os botões, produzem dois tons simultâneos.

Através do uso do teclado do aparelho telefônico, o assinante envia sequência de dupla-frequência às centrais telefônicas e as mesmas se encarregam de efetuar as comutações necessárias. O conjunto referente a cada tecla pode ser visto na Figura 01.

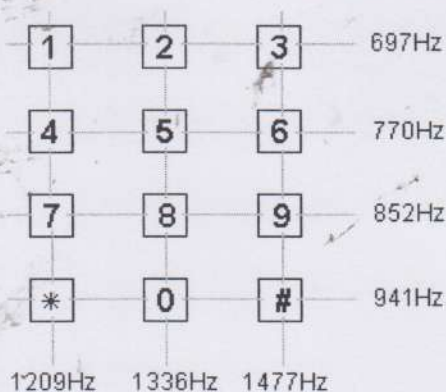


Figura 01: Exemplo de teclado DTMF– Junção de duplas frequências Fora da banda (out-band)

Segundo COLCHER (2005, p. 96), São sinalizações CAS que tem a pretensão de evitar os problemas da sinalização *in-band*, utilizando tons na faixa acima da frequência de 3.400 Hz, normalmente de da faixa 3.600 Hz a 4.000 Hz.

## 5.4. CENTRAIS DE COMUTAÇÃO TELEFÔNICA

São equipamentos que adicionam a idéia de centralização e controle, como forma de delimitar acesso e uso por áreas e facilitar a manutenção.

Segundo SIEMENS TELECOMUNICAÇÕES (2009), uma central telefônica é: Conjunto de equipamentos cujo centro é uma matriz de comutação.

Em resumo a DAVIDSON (2008, p. 32), os principais motivos para a criação de um dispositivo central de comutação foram o alto custo e a impossibilidade de instalar um cabo conectando cada pessoa na terra que quisesse acesso a o telefone de outra. A economia relacionada à montagem física do sistema deu-se na forma de utilização de somente de um cabo conectando-os às centrais de comutação locais, ao invés de um para cada outro assinante, por exemplo.

### 5.4.1. CENTRAIS TELEFÔNICAS COM COMUTAÇÃO MANUAL

Contextualizando a invenção das centrais de comutação, DAVIDSON (2008, p32) cita a forma manual e dependente com que elas operavam:

“Um operador telefônico atuava na função de comutação. Esse operador perguntava ao usuário realizando a chamada para onde ele queria ligar e, então, manualmente, conectava os dois caminhos de voz.”

COLCHER (2005, p. 03) demonstra com mais detalhes que para um usuário informar ao agente comutador humano que desejava efetuar uma ligação, era necessário acionar uma manivela junto ao equipamento em sua casa, e que o mesmo fazia parte de um conjunto chamado *magneto*. Quando a manivela era girada, uma corrente elétrica acionava um alarme na mesa operadora da central.

### 5.4.2. CENTRAIS TELEFÔNICAS COM COMUTAÇÃO AUTOMÁTICA

O desenvolvimento crescente dos serviços de telefonia trouxe alguns problemas surgidos com a comutação manual. Dentre os problemas, podia-se citar o baixo nível de sigilo, pois em certos momentos os operadores necessitavam “entrar” na conversa para saber se a mesma ainda continuava para desfazerem a ligação do cordão, notou-se que era necessária a criação de um método que comutasse a ligação sem uso de agentes humanos.

Segundo COLCHER (2005 p4), a primeira central automática eletromecânica de chaveamento foi inventada em 1891 por Almon Strowger, dispensando os operadores humanos. (...) Com a invenção de Strowger, os telefones passaram a não utilizar mais a antiga

manivela; usuários podiam indicar diretamente o número de destinatário através de um novo tipo de dispositivo de discagem.

No Brasil, a primeira central automática foi inaugurada em 1922 na cidade de Porto Alegre, a segunda três anos depois na também cidade gaúcha de Rio Grande, a terceira, em 1928, em São Paulo, e em 1929 foi a vez do Rio de Janeiro inaugurar sua primeira central automática.

#### 5.4.3. CENTRAIS DIGITAIS

Apesar das melhorias efetuadas na rede telefônica, a demanda do serviço estava crescendo ao ponto das centrais analógicas chegarem ao seu limite e não poderem oferecer qualidade frente à quantidade e distância entre os assinantes.

Segundo DAVIDSON (2008 p33), embora a comunicação analógica seja ideal para a comunicação humana, não é nem robusta nem eficiente do ponto de vista de eliminação ou recuperação do *ruído de linha*.

A forma puramente analógica de transmissão fazia com que ao longo do comprimento do cabo fosse adicionada, por interferência de aparelhos eletrônicos, eletricidade estática e a transmissão ainda sofria amplificações, afim de que chegue mais longe.

DAVIDSON (2008 p33) complementa: “Mas essa prática não amplificava somente a voz, mas também o ruído de linha. Esse ruído de linha resultava muitas vezes em uma conexão inutilizável.”

A primeira central pública de programa armazenado (CPA), a central 1ESS (n.º 1 Electronic Switching System), desenvolvida pela AT&T, foi instalada em New Jersey, EUA, em maio de 1965, dando início a um novo capítulo na história das telecomunicações: As centrais telefônicas digitais.

Estas centrais possibilitaram adicionar controles baseados em softwares onde suas atualizações não ficaram restritas somente as parte físicas e as possibilidades mudaram de forma extrema.

Segundo UFRN (2009, p. 41):

“Esse evento deu início ao interesse mundial pela idéia de controle por programa armazenado (...). Constatamos a evolução do sistema manual para parcialmente manual, combinado com eletromecânico, posteriormente para eletromecânico, eletrônico e finalmente digital...”

Com o emprego de um sistema CPA o tempo médio de troca de sinalização diminuiu sensivelmente, desde que se recebe o “tom-de-discar” até o completamento da

chamada, uma vez que os circuitos que interfaceam toda a "ligação" (juntores), sendo controlados por sistemas digitais, são mais rápidos quando comparados às centrais eletromecânicas convencionais. Desta forma já que as chamadas são completadas mais rapidamente, as linhas permanecem ocupadas por menos tempo, diminuindo o tráfego da central. (UFRN, p. 14)

#### 5.4.3.1. DIGITALIZAÇÃO DE VOZ

Segundo UFRN (p. 22), no sistema puramente analógico, A energia acústica produzida pela voz é transformada em energia elétrica por intermédio de um microfone, também conhecido como transdutor.

Para que a voz humana possa utilizar redes digitais ou de comutação de pacotes como forma de transporte, se faz necessário o uso de algoritmos especiais que transformem o sinal analógico da voz em dados binários.

#### 5.4.3.2. CODECS

Estes algoritmos são conhecidos como CODECs (**COD**ificadores e **DEC**odificadores) que, em resumo a COLCHER (2005, p. 35) são compostos por técnicas de modulação que, geralmente implementa o método PCM ou uma de suas variantes. Baseados no *teorema de Nyquist* que estabelece que se for retirada uma amostra com uma velocidade igual ao dobro da maior frequência utilizada na linha de voz, será possível obter uma boa qualidade de transmissão de voz, para codificação do áudio em forma digital.

O funcionamento do modelo PCM pode ser exemplificado, em linhas gerais, como: captar as amostras de voz, executar uma "limpeza no sinal" para que fique somente frequências abaixo de 4.000 Hz, mapear suas amplitudes e quantificar as mesmas em instantes que possam ser transformados em código binário para trafegarem nas redes até o destino, onde será executado o processo inverso na comunicação.

Em resumo a NELSON (p. 03), a ITU-T iniciou a padronização dos codecs para voz a partir de 1972, com a criação da recomendação G.711 que até a atualidade é o CODEC padrão para as redes ISDN e sistema POT\$ de telefonia, servindo como base para a maioria dos atuais codecs.

Atualmente existe uma boa quantidade de CODECs para voz humana, boa parte sendo fruto das recomendações G do ITU-T (ITU-T, Serie G). A tabela 01 demonstra os principais CODECs utilizados hoje, bem como algumas informações adicionais.

#### 5.4.3.3. CODECS MAIS UTILIZADOS

A tabela 01 demonstra os codecs recomendados pelo ITU-T e mais conhecidos na telefonia atualmente.

| Recomendação | Codificação | Taxa (Kbps)    | Quadro /<br><i>lookahead</i> (ms) | Ano  |
|--------------|-------------|----------------|-----------------------------------|------|
| G.711        | PCM         | 64             | 0,125 / 0                         | 1972 |
| G.726        | ADPCM       | 40, 32, 24, 16 | 0,125 / 0                         | 1990 |
| G.728        | LD-CELP     | 16             | 0,625 / 0                         | 1992 |
| G.729        | CS-ACELP    | 8              | 10 / 5                            | 1996 |
| G.723.1      | MP-MLQ      | 6,3            | 30 / 7,5                          | 1996 |
| G.723.1      | ACELP       | 5,3            | 30 / 7,5                          | 1996 |

Tabela 01: Alguns padrões de codificação do sinal de voz

Em resumo a MEGGELEN e MADSEN et al (2007, p. 15), As diferenças entre os vários codecs são basicamente os níveis de compressão e qualidade que podem oferecer. Codecs com pouca ou sem compressão, utilizam menos CPU, porém, necessitam de mais largura de banda de rede para transferência de pacotes que serão maiores.

### ATRASOS NA TRANSMISSÃO

Segundo FERNANDES (p. 03), o processo de transmissão de voz através de uma rede digital envolve alguns atrasos, caracterizados a seguir:

**Atraso de algoritmo:** é causado pelo tempo necessário para a formação de um quadro, mais o tempo de *lookahead*;

**Atraso total de codec:** refere-se à soma do atraso de algoritmo ao tempo de processamento necessário para codificar o sinal na origem e decodificar no destino (ambos somados). Obviamente o tempo para processamento depende do potencial do equipamento usado, mas é próximo ao tempo de codificação;

**Atraso total de sistema** – refere-se à soma do atraso total de codec aos tempos necessários à serialização e propagação do sinal digital, da origem ao destino, e ao tempo despendido para enfileiramento dos quadros (*buffer* para amenizar o efeito do *jitter*).

#### 5.4.3.4. MOS

A recomendação ITU-T P.800 determina métodos de avaliação da qualidade das chamadas relacionada quando à utilização de CODECs para intermediação das mesmas. Utiliza um método de classificação baseado em entrevistas a grupos de usuários que participam de determinadas interações telefônicas avaliando a experiência com base na clareza e cadência do som.

Segundo FERNANDES (p. 04), este método é denominado MOS (Mean Opinion Score) que está demonstrado na Tabela 02.

| MOS | Qualidade do MOS      | Grau do interferência        |
|-----|-----------------------|------------------------------|
| 5   | Excelente (excellent) | Imperceptível                |
| 4   | Boa (good)            | Perceptível mas não incômodo |
| 3   | Apropriado (fair)     | Pouco incômodo               |
| 2   | Pobre (Poor)          | Incômodo                     |
| 1   | Ruim (Bad)            | Muito incômodo               |

Tabela 02: MOS – Mean Opinion Score.

## 5.5. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS CENTRAIS

**Centro Classe V (Local):** Centro de comutação onde são ligadas a redes de assinantes e os troncos de conexão a outros centros locais, ou mesmo ao centro de trânsito de área. É o centro de comutação hierarquicamente mais baixo.

**Centro de Trânsito Classe IV:** Centros onde ligam-se os centros locais ou linhas de assinantes. São as Centrais Tandem locais ou Mistas.

**Centro de Trânsito Classe III:** Centros onde ligam-se os circuitos que constituem as rotas finais de centros classe IV, centros locais ou ainda linhas de assinantes, podem ser Centrais Mistas ou Tandem Locais.

**Centro de Trânsito Classe II:** Centros onde ligam-se os circuitos que constituem as rotas finais de centros classe III. São as Centrais de Trânsito Interurbano. Necessariamente não têm a função de interligar centrais entre si, apenas são trânsito para o tráfego de comunicação.

**Centro de Trânsito Classe I:** Centro onde ligam-se os circuitos que constituem as rotas finais de centros classe II. Representa o nível mais elevado da rede interurbana. Essa central tem acesso a pelo menos uma central que processa o tráfego internacional.

**Centro de Trânsito Internacional:** Centro onde ligam-se os circuitos que constituem as rotas finais de centros de no mínimo um Centro da Classe I. São responsáveis pelas comunicações internacionais e concebidas com Centrais denominadas Internacionais. UFRN (2009).

## 5.6. SISTEMA TELEFÔNICO EMPRESARIAL

A estrutura das centrais telefônicas não está presente só entre as prestadoras de serviços e seus assinantes residenciais. Após a comprovação dos benefícios de uma central telefônica dentro de uma empresa, os grandes fabricantes passaram a produzir produtos para este crescente mercado.

### 5.6.1. CENTRAIS EMPRESARIAIS PRIVADAS AUTOMÁTICAS (PABX)

Estes equipamentos passaram a ser adquiridos pelas médias e grandes corporações, aos quais foram chamadas de PABX (Private Automatic Branchet eXchange) ou em português CPCT (Central Particular de Comutação Telefônica).

### 5.6.2. FUNÇÕES DO PABX

Os PABX são equipamentos que concentram as chamadas telefônicas recebidas por uma organização, fazendo a sua distribuição e encaminhamento para os ramais devidos, criando uma “rede interna” de telefonia. SIEMENS TELECOMUNICAÇÕES (2009).

A presença de um equipamento PABX nas empresas faz com que seus funcionários possam falar entre si sem cobrança adicional, centralizam as linhas de saída para outras localidades e ainda podem se interligar com outros PABX em suas filiais, através de circuitos dedicados fornecidos pelas prestadoras de serviços em telefonia, geralmente cobrados à parte da conta principal.

A opção mais popular para redes privadas, é a compra de um sistema de PBX ou chaveador próprio a fim de prover aos funcionários um sistema de telefonia local. Esse método apresenta várias vantagens, entre elas:

Sem cobranças adicionais – Possuir um PABX custa menos por mês do que a compra de um serviço de VPN na Rede pública de telefonia comutada;

Controle sobre adições, movimentações e mudanças – Não existe a necessidade de contatar a operadora contratada a fim de adicionar novas linhas, mover um telefone ou mudar dados referentes a um usuário. DAVIDSON (2008, p. 67).

A aquisição de um PABX é decidida pela empresa por ser uma forma mais barata e sem limites de utilização, onde as alterações não iram depender da prestadora local de telefonia, porem, é adicionado outro nível de complexidade. A empresa, ou o usuário empresarial, terá que lidar agora com a manutenção e configuração do roteamento de chamadas através do PABX ou qualquer outra mudança como, por exemplo, adição de novos

ramais para usuários ou troca de componentes físicos do PABX, sendo feito geralmente por empresas terceirizadas.

### **5.6.3. SERVIÇOS PROVIDOS PELOS PABX**

O PABX é o equivalente privado de uma central de comutação pública de Classe 5.

A tarefa básica de uma central de Classe 5 é fornecer telefonia residencial, mas ela também oferece algumas facilidades básicas de negócios como chamada em espera e retorno de chamada. Um PABX, contudo, geralmente oferece mais serviços, incluindo a chamada em espera, chamada em conferencia, transferência de chamadas, auto-atendimento, correio de voz, entre diversas outras. DAVIDSON (2008, p. 67).

Os serviços básicos providos por um PABX são os que as empresas basicamente necessitam como discagem entre ramais, chamada em espera, transferência de chamadas e, algumas, com correio de voz. Para diferentes portes de empresa, novos serviços são demandados, como por exemplo: Centrais realmente interativas, onde o cliente pode obter informações que estão nos sistemas internos da empresa. Apesar de existirem PABX's que implementem este serviço, geralmente são muito caros ao ponto de inviabilizarem a aquisição.

Uma boa vantagem atualmente seria o baixo custo de PABX com funções mais simples. Porém, com certa frequência, uma mudança maior, exigirá a troca física deste simples PABX.

### **5.6.4. INTERLIGAÇÃO COM A REDE PÚBLICA DE TELEFONIA**

Citando as formas de interligação com a rede pública, UFRN (2009, p. 91) contextualiza:

As CPCT (PABX) podem ser interligadas às centrais locais da Operadora através de linhas telefônicas normais que recebem a denominação de linhas-tronco. Normalmente têm a função DDR (discagem direta a ramal) para diminuir o número de telefonistas.

Um PABX pode ser interligado à RPTC (Rede Pública de Telefonia Comutada) através de troncos de comunicação, que podem ser analógicos ou digitais.

#### **5.6.4.1. TRONCOS ANALÓGICOS**

Os troncos analógicos são as linhas telefônicas comuns aos assinantes de telefonia residencial ou de pequenos negócios do tipo SOHO (Small Office / Home Office).

Em resumo a DAVIDSON, *et al.*, UFRN e COLCHER:

A linha analógica é uma linha que representa apenas um tronco, ou seja, possibilita uma única ligação bidirecional por vez. Sua comunicação é feita de forma puramente analógica onde a voz trafega quase como quando capturada, não possuindo nenhuma espécie de proteção, compactação ou supressão de eco. Na linha analógica, pode acontecer o fenômeno de inclusão de outros sinais ao longo da transmissão, influenciando na qualidade da chamada para as duas partes da comunicação.

Segundo DAVIDSON, *et al.* (2008 p. 34), A comunicação analógica é um misto de tempo e amplitude.

Ainda segundo DAVIDSON, *et al.* (2008 p. 34), Em se tratando de entroncamento analógico, quanto maior a distância entra a central de comutação e os usuários participantes da chamada, pior é a qualidade do sinal de voz. Para que a comunicação aconteça, é necessária a presença de amplificadores de energia entre as partes da comunicação, que amplificam o sinal analógico sem tratá-lo. Nesta amplificação, todo o sinal analógico é amplificado, inclusive o ruído adquirido ao longo da transmissão. Este fenômeno só acontece quando se trata de circuitos analógicos de comunicação.

#### 5.6.4.2. TRONCOS DIGITAIS

Os troncos digitais são troncos de comunicação entre as centrais e seus assinantes, onde é possível o envio e recebimentos de voz já em seu estado digital, ou seja, tratada como dados ou informações e não mais a pura onda analógica.

Os troncos digitais permitem que, de acordo com o método de acesso, seja possível uma grande quantidade de ligações simultâneas, variando entre 2 e 30 para os métodos pertencentes às redes ISDN.

### ISDN

De acordo com ITUT - I.112, ISDN é “o acrônimo de *Integrated Services Digital Networks*, um protocolo de interface do assinante para troncos digitais”.

A principal característica do conceito de ISDN é o suporte a um grande conjunto de aplicações de voz ou dados na mesma rede. Um elemento chave da integração de serviços para a ISDN é a provisão de um conjunto de serviços usando um grupo limitado e diferente de conexões em interfaces de rede com o usuário. (ITUT – I.120).

As redes ISDN suportam uma variedade de aplicações incluindo conexões comutadas ou não. Conexões comutadas incluem comutação de circuitos e pacotes ou a junção das duas.

Está disponível ao usuário desde a década de 80, definido pelas recomendações I do ITU. Pelas redes ISDN trafegam voz e dados utilizando o mesmo meio físico.

A ISDN permite que PABXs se conectem às redes públicas de telefonia e criem VPNs, através do transporte de sinalização PABX sobre a rede para o(s) PABX(s) distante(s).

#### 5.6.4.3. MÉTODOS DE ACESSO ISDN

Segundo DAVIDSON (2008, P. 87), para acesso às redes ISDN, existem dois métodos: BRI (Basic Rate Interface) e PRI (Primary Rate Interface).

Antes de entrar nos métodos de acesso às redes ISDN, é necessário entender as denominações referentes a canais:

Canal B: O canal B é um canal de 64Kbps que transporta fluxos de informações de usuário (pacotes). Nenhuma informação de sinalização é transportada no canal B. Fluxos de usuário no canal B incluem voz codificada a 64 Kbps de acordo com a norma ITU-T G.711, dados na taxa de 64Kbps ou em taxas inferiores e voz codificada em taxas de bits inferiores.

Canal D: O canal D é primordialmente utilizado para transportar sinalização para a comutação de circuitos pelas redes ISDN. As taxas de bits no canal D são diferentes dependendo do método de acesso. O canal D também é capaz de transmitir dados do usuário em pacotes em taxas de até 9.6kbps. (DAVIDSON, 2008. p. 88).

Os troncos digitais mais utilizados atualmente são T1 ou E1. Como troncos digitais, sua sinalização é *out-band*, utilizando *bits* de quadros específicos para propósitos de sinalização.

### **BRI**

Em resumo a DAVIDSON (2008. P. 88), A BRI entrega dois canais B de 64kbps bidirecionais e um canal D bidirecional de 16kbps usando linhas telefônicas tradicionais de dois fios. O serviço *Basic Rate ISDN* (BRI) é tipicamente utilizado para aplicações residenciais e de pequenos escritórios (SOHO - Small Office, Home Office). Cada canal B pode transmitir voz ou dados; o canal D transmite a sinalização ou mensagens de controle de chamadas.

### **PRI**

Em resumo a DAVIDSON (2008. P. 88), O PRI associa-se a duas taxas primárias: 1.544Mbps (T1) e 2.048Mbps (E1). PRIs são tipicamente usados em aplicações comerciais de médio ou grande porte. Uma interface PRI é composta de canais B e de um canal D de 64kbps. A estrutura de interface para o T1 é 23B+D (América do norte e Japão). A estrutura de interface para o E1 é 30B+D (Europa, América latina e Austrália).

### 5.6.5. INTERLIGAÇÃO ENTRE PABXs

Para empresas, repartições ou instituições que possuem mais de uma instalação física (filiais ou anexos), é sempre necessário que haja comunicação entre os pontos pertencentes à organização, como forma de integrar setores ou mesmo de tentar controlar e centralizar custos operacionais, montando uma espécie de “Rede Virtual Privada” de telefonia. Virtual, pois os participantes da rede estarão fisicamente distantes e ainda assim estarão compartilhando recursos de um mesmo ambiente, como se estivessem fisicamente nele.

Esta interligação há alguns anos atrás, somente era possível através de circuitos físicos dedicados, ou seja, através de troncos de ida e volta conectando fisicamente e unicamente as centrais telefônicas em forma de LP.

#### 5.6.5.1. LINHA PRIVADA (LP)

Em resumo a UFRN (P. 60), A Linha Privada ou LP é um tipo de conexão especial amplamente utilizada. A LP une dois pontos fixos, sem passar pelos circuitos de comutação central da operadora, e não possui voltagem DC em seus terminais. Naturalmente, esse tipo de linha não permite a ligação do aparelho telefônico tradicional, mas pode ser utilizada para a transmissão de qualquer sinal, desde que este ocupe uma faixa compatível com a resposta em frequência da linha. Normalmente, o seu custo é maior que o da linha comutada convencional, mas tem as vantagens de manter a ligação de modo permanente entre os dois pontos e possui uma qualidade melhor já que não passa pelos circuitos de comutação da central.

Convém destacar que apenas as Operadoras do STFC (Sistema Telefonia Fixo Comutado) (Telemar, Embratel, Brasil Telecom), devidamente outorgadas pela ANATEL, detém o direito de lançar esse tipo de cabos no ambiente público. Exceções são abertas para as concessionárias de TV a cabo. (UFRN, P.60)

As ligações via LP são físicas e únicas por cada localidade, como mostrado na Figura

02.



Figura 02: Exemplo de Ligação LP

#### 5.6.5.2. REDE VIRTUAL PRIVADA (VPN)

A VPN é uma alternativa às LPs por ter um custo mais baixo e não precisar de uma conexão direta entre os pontos de comunicação. Para casos em que a empresa ou repartição possui mais de dois pontos distantes, a VPN é uma solução mais econômica por não precisar que os vários pontos distantes possuam contratos com a mesma operadora. Um exemplo pode ser visto na Figura 03 através da linha em vermelho. Significa dizer que existe uma conexão virtual (usando os vários circuitos das operadoras envolvidas) para que as centrais possam trocar informações.

Centrais públicas de comutação e controle identificam, processam e roteiam chamadas baseadas nos diferentes protocolos e planos de numeração. A identificação de cada VPN é feita através do número de ID de grupos de usuários que são mantidos e transmitidos ao longo da infra estrutura pública via sistema de sinalização. (Cisco 138)

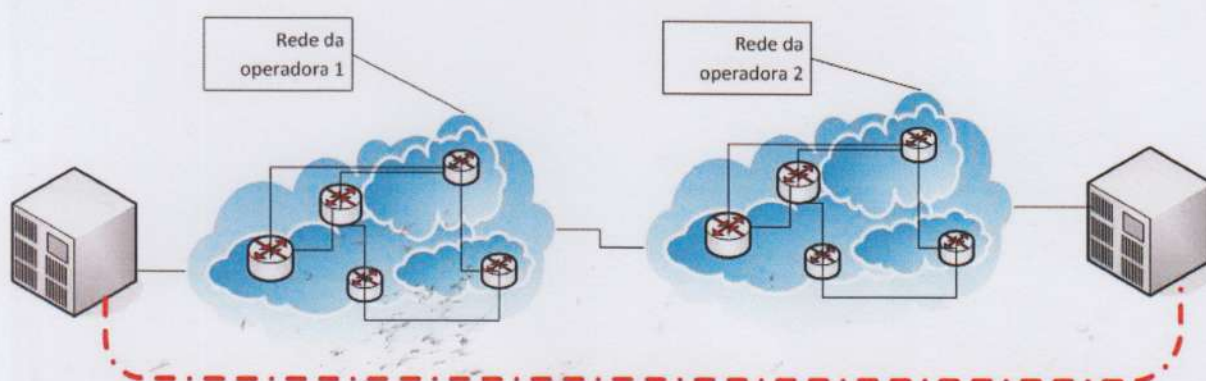


Figura 03: Exemplo de VPN

### 5.7.FAX

Os serviços providos pelo sistema telefônico precisam de alternativas complementares à voz. Algumas vezes, é necessária a utilização da rede de telefonia para transferência de documentos, seja por seu longo alcance e abrangência ou pela exigência de documentos em certas transações.

Para estas necessidades, surgiu o serviço de FAX.

Em resumo a **WIKIPEDIA. Fax**, A idéia de transmitir e reproduzir documentos a longa distância foi patenteada por *Alexander Bain* em 1843. Da união da idéia de *Bain* com aparelho telefônico criado por *Alexander Graham Bell*, o primeiro protótipo do fac-símile, mais conhecido como fax, foi criado nos Laboratórios Bell em 1926.

Uma "máquina de fax" normalmente consiste de uma scanner, um modem, uma impressora e uma linha telefônica em um só equipamento. O scanner converte o arquivo impresso em imagem digital, o modem envia esta imagem pela linha

telefônica para outra máquina de fax e impressora desta máquina produz uma cópia do documento recebido. (Wikipédia FAX)

## 5.8.INSTANT MESSAGING

Segundo Wikipedia IM, Um **Instant Messaging** ou **comunicador instantâneo**, também conhecido por **IM** (do inglês *Instant Messaging*), é uma aplicação que permite o envio e o recebimento de mensagens de texto em tempo real.

Geralmente, se trata de uma plataforma do tipo cliente-servidor, onde de um lado existe um programa instalado em um computador tipo estação de trabalho (que acessa o servidor e interage com outros clientes) e do outro um software do tipo servidor, que controla os usuários pertencentes à sua rede.

O serviço é muito utilizado na internet, por ter a característica de trabalhar com envio de mensagens em tempo real, simulando na via real o que seria um bate-papo.

Normalmente os clientes de IM incorporam diversos outros recursos, como envio de figuras, conversação em áudio, além de vídeo conferência básica (usando a webcam).

O precursor deste tipo de serviço é o ICQ, que deu início a uma verdadeira revolução na internet. Atualmente a rede de IM mais utilizada é a da Microsoft, a MSN. Outras rede famosas são a do YAHOO e da América On Line (AIM).

## 5.9.SOFTSWITCHES

O nome Softswitch significa, em linhas gerais, comutador lógico digital, já que os comutadores de circuitos físicos são conhecidos como Hardswitch.

Um Softswitch é um dispositivo central em uma rede de telecomunicações, ao qual conecta ligações de uma linha telefônica para outra, inteiramente por meio de software executando em um computador. A transmissão é feita via hardware, com placas comutadas físicas para roteamento das ligações pelos diversos canais, físicos ou lógicos. Expandem as funcionalidades da rede e abrem caminho para novas, desenvolvidas inclusive pelo cliente ou usuário, caso se trate de uma aplicação aberta.

A diferença entre um Softswitch e uma central comum, é que o primeiro tem sua arquitetura baseada em computadores comuns e seus maiores recursos são baseados em software, se adequando de forma mais dinâmica às necessidades e novas tecnologias.

Um softswitch é tipicamente usado para controlar as conexões no ponto de junção entre redes de comutação de circuitos e comutação de pacotes. Concentrando em um

mesmo dispositivo (ou conjunto deles) com o propósito de interligar ambas as comutações. WIKIPEDIA, Softswitch (2009).

Fabricantes como SIEMENS, estão deixando os Hardswitches e partindo para geração de receita através de uma arquitetura de Softswitches. Exemplos disso são os PABX da série Hipath 8000.

**HiPath 8000** - Softswitch modular que pode se adequar ao tamanho da sua empresa, não tem hardware: é software puro. Você instala em um servidor e pode gerenciar todos os ramais conectados de forma centralizada. A capacidade é de até 100 mil ramais. O HiPath 8000 é um divisor de águas no mundo da comunicação para empresa e já nasceu totalmente IP. Como utiliza protocolo de comunicação SIP (Session Initiation Protocol), abre a porta para todos os tipos de recursos e funções úteis no mundo de aplicações de comunicação convergente. (SIEMENS, Realtime Communications – Hipath 8000)

## 5.10. VoIP

A telefonia sobre redes IP (ou telefonia VoIP) se utiliza da estrutura, dos terminais telefônicos e dos equipamentos da rede de computadores, para trafegar voz e trazer interatividade quebrando dois paradigmas básicos da telefonia convencional: Comutação pacotes (ao invés de circuitos) utilização da mesma rede (para voz e dados).

VoIP é usado geralmente para se referir às técnicas de empacotamento e transmissão de amostras de voz sobre redes IP e aos mecanismos de sinalização necessários ao estabelecimento de chamadas telefônicas nessas redes. (...) À provisão de serviços de comunicação vocálica sobre redes IP(...)

(...) A telefonia IP é vista não só como capaz de estabelecer chamadas telefônicas e outras facilidades típicas de sistemas telefônicos convencionais – redirecionando e reterendo chamadas por exemplo -, mas também como uma plataforma de integração de serviços.(...)

O conceito de VoIP tomou forma em meados da década de 1990, quando surgiu o 1º softphone comercial – o Internet Phone (da VocalTec Communications) – a permitir a troca de pacotes IP transportando amostras de voz entre computadores pessoais (Apesar de redes de baixa qualidade).

Contudo, naquela época a qualidade de comunicação não chegava nem próxima da qualidade padrão dos sistemas telefônicos convencionais. Mas a tecnologia de VoIP evoluiu rapidamente, e, por volta de 1998, algumas pequenas companhias já eram

capazes de oferecer serviços de VoIP, com certa qualidade, interligando ao serviço de telefonia convencional.

(...) Nesse mesmo período (fim da década de 1990), surgiram os primeiros padrões relacionados a VoIP, tanto por parte do ITU, quanto por parte da IETF(...). (COLCHER 2005, PGs 8 e 9).

A telefonia VoIP possui protocolos próprios para controle das interações multimídia via redes de computadores.

Algumas especificações de protocolos, como a recomendação H323 da ITU-T, adiciona muita complexidade à rede de telefonia, ao ponto que possuem uma documentação muito grande e necessidade de muitos equipamentos específicos na rede, utilizando uma grande quantidade de protocolos, cada um para função específica.

Para que as chamadas fossem efetuadas de forma mais simples, foi proposto a criação de um novo modelo, de um novo protocolo.

#### **5.10.1. PROTOCOLO SIP**

O SIP foi descrito em Março de 1999, pela IETF, através *Request for Comments* nº 2543 (IETF, RFC 2543) para ser um protocolo simples para as funções inerentes a chamadas telefônicas e robusto para suporta uma grande quantidade de sessões simultâneas.

Em resumo a IETF RFC 2543, O SIP (Session Initiation Protocol – Protocolo de iniciação de sessões) é um protocolo da camada de aplicação para criação, modificação e finalização de sessões com um ou vários participantes. Estas sessões utilizam a internet como ambiente e incluem conferências multimídia, ensino à distância, chamadas telefônicas e distribuição de multimídia. Seus membros podem se comunicar via multicast ou via malha de relações unicast, ou ainda a combinação destas.

O SIP trouxe a possibilidade de mobilidade pessoal em telefonia VoIP. A mobilidade pessoal é a habilidade dos usuários de poderem originar ou receber ligações e acessar seus serviços de telecomunicação independente do terminal ou localização e ainda a habilidade da rede identificar os usuários quando os mesmos mudam de local (movem-se).

Segundo IETF, RFC 2543, O SIP suporta cinco aspectos de estabelecimento e finalização de comunicações multimídia:

Localização de usuário: Determinação do sistema final (sistema do usuário) para ser usada na comunicação; (do inglês User location).

Capacidades do usuário: Determinação da mídia e de seus parâmetros para serem usados (CODECs); (do inglês User capabilities).

Disponibilidade do Usuário: Determinação da disposição do usuário chamado em participar da comunicação; (do inglês User availability).

Estabelecimento da chamada: “telefone tocando!” Estabelecimento dos parâmetros entre ambas as partes da chamada; (do inglês Call setup).

Manejo da chamada: Incluindo transferência e finalização de chamadas.

A estrutura das mensagens SIP é baseada em texto (herdada do HTTP e SMTP), a fim de criar um protocolo simples, flexível e escalável. Foi desenvolvido para que a sinalização fosse simples, atendendo somente aos requisitos básicos de um protocolo de sinalização de chamadas. Por ser simples, garante um rápido estabelecimento de chamadas, em relação ao protocolo H.323, por exemplo.

O rápido estabelecimento de chamadas é crucial para uma alta qualidade de serviço (QoS), uma vez que tem uma quantidade menor de “idas e vindas” de informação a circular pela rede.

O protocolo SIP não garante suporte completo a conversações para clientes que estejam por trás de Firewalls de rede (NAT), pois em seus campos internos é necessário ou o endereço do cliente originador ou receptor da chamada, ou um SIP Proxy que fique entre os participantes. (IETF - RFC 2543, P. 68)

## 5.11. MENSAGENS UNIFICADAS

Em resumo a IEC (P. 01), O conceito de Mensagens Unificadas diz respeito à integração de vários meios de comunicação diferentes, como os que o usuário pode enviar ou receber mensagens de voz (voice-mail), fax, e e-mail através de uma única interface, que pode estar em telefones com ou sem-fio, computadores ou Note/Netbooks. Envolve ainda a quebra de barreiras de terminais ou meio de acesso para que pessoas, usando tecnologias diferentes, meios diferentes e terminais diferentes possam se comunicar indiferentemente de onde, como ou quando.

Enquanto tradicionais sistemas de comunicação entregam suas mensagens em tipos de diferentes e separados de armazenamento, como sistemas de correio de voz, servidores de e-mail, e máquinas de fax, com Mensagens unificadas todos os tipos de mensagens são guardadas de um único sistema de armazenamento e visualização. Com Mensagens Unificadas, é reduzida a quantidade de locais que o usuário precisa checar por suas mensagens. Através de uma única interface ele pode verificar suas mensagens de correio de voz, fax e e-mail. (Wikipedia. Unified Messaging)

Existem vantagens para todos os tipos de clientes, desde os que vêm seus e-mails poucas vezes ou aqueles que têm negócios do tipo SOHO ou ainda as grandes companhias com sua demanda de localização e facilidade de acesso a informações por seus colaboradores internos ou externos.

### **5.12. COMUNICAÇÃO UNIFICADA**

A comunicação unificada é a junção dos serviços de Mensagens Unificadas com Serviços de voz e interatividade em tempo-real ou quase-real, onde se deseja que estejam disponíveis em uma mesma interface, no caso para as mensagens em tempo quase-real, como e-mail, fax ou Instant Messaging. As formas de comunicação cobertas por este conceito incluem telefonia, e-mail, chat, voice-mail, serviços de presença (presence services), fax, vídeo-conferência entre outros e pode ser vista como uma tendência para negócios como forma de simplificar e integrar todas as maneiras de comunicação.

Segundo IEC Unified Communications, (P. 02), A comunicação unificada engloba Mensagens unificadas, colaboração e sistemas interativos, comunicação em tempo-real ou quase-real e sistemas transacionais ou informacionais.

Colaboração e sistemas interativos focam em aplicação como calendários, agendamento, controle de fluxo de trabalho (integração com CRM e afins), sistemas de IVR, dentre outras aplicações empresariais que permitem que indivíduos ou grupos de trabalho a se comuniquem de forma eficiente.

Comunicação em tempo-real ou quase-real focam-se fundamentalmente na comunicação entre indivíduos usando aplicações ou sistemas como conferências, mensagens instantâneas e PABX atuais ou de próxima geração.

Sistemas transacionais ou informacionais tratam de prover acesso a informações contidas nos bancos de dados privados com estoques, pedidos, previsão do tempo, dentre outros.

Uma boa implementação para utilização de comunicação unificada, seria o uso do email para acesso às mensagens unificadas e de um cliente de Softphone (que englobe voz e instant messaging) para acesso a mensagens em tempo-real ou quase-real. Partindo desse pressuposto, é necessário ao cliente a rápida identificação de novas mensagens que chegam ao seu e-mail.

## **6. DESENVOLVIMENTO**

Para o correto entendimento de um software como o Elastix, é preciso verificar sua base de softwares componentes, dos quais levam mais consideração: Asterisk, FreePBX, HylaFax, Openfire e Postfix. Além dos softwares do lado servidor, é importante citar o cliente mais indicado para o projeto, o software Spark.

## **6.1.ASTERISK**

O Asterisk é um Software Livre (Open Source) para desenvolvimento de aplicações de telefonia.

A aplicação mais comum é a criação de PABX baseados em computadores, oferecendo possibilidades que antes só poderiam ser encontradas em sistemas fechados de telefonia a um custo muito elevado.

Atualmente é visto como uma plataforma em Software para telefonia convergente de código aberto e baseado em plataforma computacional como a dos computadores residenciais, combinando as funcionalidades de um PABX convencional com as possibilidades das redes de computadores, adequando-se aos diversos ambientes, seja para a telefonia convencional, VoIP, ou ainda a integração das duas.

O Asterisk combina mais de 100 anos de conhecimento na área de telefonia em um conjunto robusto e integrado de aplicações de telecomunicações. Sua força se apóia em sua natureza personalizável, complementada por padrões de conformidade internacional, como os da ISO, ITU-T e IETF. Nenhum outro PABX pode ser implementado de tantas maneiras criativas trazendo uma flexibilidade aos desenvolvedores e técnicos para criarem soluções avançadas em telecomunicações de forma livre.

Sua instalação e manutenção, como é característica de Software Livre, é independente de fabricante ou vendedor. Atualmente, pode ser integrado às plataformas de telefonia existentes oferecendo novos serviços e trazendo novas funcionalidades, ou ainda substituir os PABX empresarias, sem deixar em nada a desejar.

De acordo com ASTERISK (About Asterisk), O Asterisk funciona com uma grande variedade de sistemas operacionais incluindo Linux, Mac OS X, OpenBSD, FreeBSD e Sun Solaris, e implementa todas as características desejadas em um PABX, incluindo ainda, várias características avançadas que geralmente estão associadas com grandes (e caros) modelos de PABX proprietários (fechados).

### 6.1.1. HISTÓRIA

Em resumo a MEGGELEN (2007, P XI), Em 1999, Mark Spencer iniciou sua companhia de suporte técnico, chamada Linux Support Services. Criada para oferecer suporte ao uso de sistemas Linux, passou a atender muitos chamados em pouco tempo, e boa parte deles eram simultâneos. Mark percebeu a necessidade de um sistema telefônico para ajudá-lo em seus atendimentos 24 horas por dia. A idéia era que os clientes pudessem ligar para a companhia, entrar com sua identificação e deixar uma mensagem. O sistema iria repassar a mensagem para um técnico e o mesmo atenderia o cliente no menor tempo possível.

Porem um sistema como este custaria certamente mais do que os \$4.000,00 dólares de capital que Mark possuía na época. Com mais tempo até seria possível obter o capital, mas Mark precisava de algo urgente.

Mark decidiu construir seu próprio sistema telefônico com peças emprestadas e iniciou o desenvolvimento do Asterisk, que desde o começo foi centrado na afirmação: Tudo é somente Software!

Desde o início de sua criação, o Asterisk foi pensado para ser capaz de lidar com tudo o que fosse ligado à telefonia.

Em 1999, Mark já possuía uma plataforma de telefonia livre. Colocou-a na web e em 2001, em contato com Jim Dixon do projeto *Zapata Telefonia*, descobriu que Jim estava criando um modelo de negócio focado no Asterisk, que incluía hardware próprio, para a atual *Linux Support Services*. Mark e Jim criaram seu primeiro hardware de telefonia, porém, o nome *Linux Support Services* não lhes parecia o melhor para a nova companhia.

Surge a Digium. Uma companhia focada em oferecer soluções de telefonia em código aberto (Asterisk + Zapata).

### 6.1.2. LICENCIAMENTO

O Asterisk possui duas formas de licenciamento, a licença comercial e a licença GPL2 (livre para a comunidade). Em ambos os casos, o Asterisk possui as mesmas funcionalidades e mesmas possibilidades, o que realmente muda é a forma de distribuição e controle sobre as alterações.

Ambas as licenças permitem que o código do Asterisk seja explorado, porém no modelo de licença comercial, as empresas podem implantar suas pesquisas e modificarem o Asterisk sem a necessidade de expor as alterações ou especificar que seus produtos possuem base Asterisk, tornando assim o Asterisk um produto da carta de produtos desta empresa.

Na licença GPL2, as alterações feitas pela comunidade devem ser disponibilizadas ao público, onde algumas delas já podem entrar nas novas versões do Asterisk. O modelo baseado na licença GPL2 é o motor de desenvolvimento do Asterisk, pois a partir dele muitas novas aplicações já foram adicionadas ao software e inúmeros problemas corrigidos.

### 6.1.3. ARQUITETURA

A arquitetura do Asterisk foi desenhada visando flexibilidade, de modo que suporta os protocolos para voz sobre IP mais populares do mercado, conservando ainda a compatibilidade com a telefonia analógica e suas derivadas. Possibilita ainda, interagir com a maioria dos equipamentos telefônicos que são baseados nos padrões internacionais, através de hardware relativamente barato.

O Asterisk possui uma arquitetura em camadas, onde cada uma delas é gerenciada por uma API (Application Program Interface). Esta arquitetura pode ser demonstrada na figura 04.

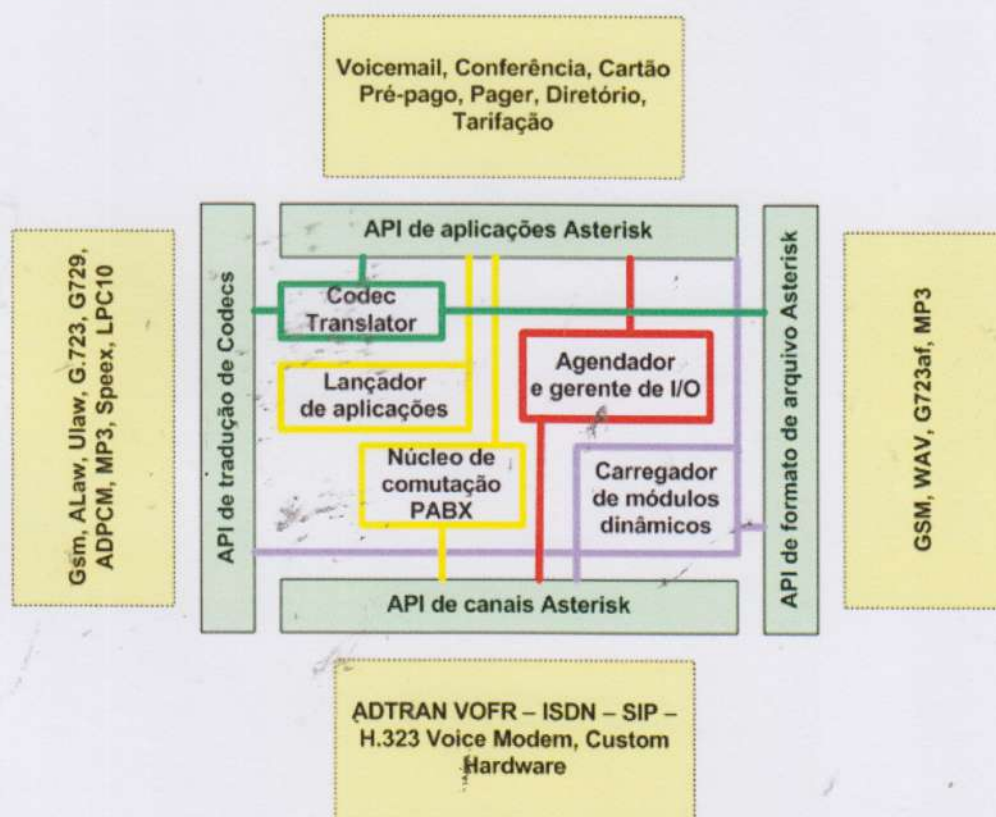


Figura 04: Arquitetura do Asterisk – Fonte: GONÇALVES (P. 07)

Para que todas as funções possam ser utilizadas, internamente o Asterisk efetua a ligação entre as camadas que forem necessárias ao tipo de aplicação ou função solicitada e em certos casos, se utiliza de várias delas, como visto na figura 11, no caso do processo **CODEC TRANSLATOR**.

#### 6.1.3.1. API DE CANAIS

Segundo GONÇALVES (P. 08), Um canal é o equivalente a uma linha telefônica na forma de um circuito de voz digital. Ele geralmente consiste de um ou mais sinais analógicos em um sistema **POTS** ou alguma combinação de CODEC e protocolo de sinalização (GSM com SIP, uLaw com IAX).

A API de canais no Asterisk cuida de todas as funções relacionadas aos canais como: Utilização do canal para abertura ou fechamento de seção, recebimento de chamadas, interligação entre diferentes canais e etc.

Nesta API os canais possuem protocolos distintos. Cada protocolo tem suas particularidades e melhores situações para serem utilizados.

Como os canais podem ser a combinação de hardware + software (com o auxílio de placas) quanto somente em software. Exemplos de canais são:

- IAX e IAX2: Inter Asterisk Exchange (Protocolo do próprio Asterisk);
- SIP: Session initiation protocol;
- H.323: Antigo e ainda utilizado em equipamentos VoIP;
- FXO/FXS, E1, T1: DAHDI (Antigo ZAP): módulo de conexão para as placas genéricas baseadas nas Digium;
- MGCP;
- Skinny: módulo para os telefones IP da Cisco;
- SCCP: Driver alternativo ao Skinny.

#### 6.1.3.2. API DE TRADUÇÃO DE CODECS

A necessidade de codificar o áudio está apoiada em dois pilares: Tentar garantir qualidade às chamadas telefônicas e utilizar o mínimo de banda possível tentando colocar o máximo de chamadas simultâneas.

Esta API é responsável por receber os pacotes de áudio codificados em um determinado CODEC, manejá-los de forma que a comunicação entre partes diferentes possa acontecer sem que, os envolvidos necessitem ter sempre o mesmo codec.

Dentre os processos efetuados por esta API, podem-se destacar os seguintes:

- Decodificação: Retorno do áudio ao formato “humanamente” entendido;
- Transcodificação: Usado quando há mais de um CODEC envolvido, sendo necessária mais de uma codificação/decodificação na comunicação;

A transcodificação é um processo mais custoso, em relação à utilização do processador do computador, pois a quantidade de cálculos é diretamente proporcional à quantidade de codificações e decodificações ao longo do percurso.

#### 6.1.3.3. API DE FORMATOS DE ARQUIVOS

Esta API é responsável por gerar ou ler formatos de arquivos, manejá-los (gravar, tocar e etc.).

A partir da Figura 05 é possível ver o resultado do comando **core show codecs**, que mostra todos os CODECS e formatos de arquivo suportados pelo Asterisk 1.4.26.2.

```

debian*CLI> core show codec
codecs codec
debian*CLI> core show codecs
Disclaimer: this command is for informational purposes only.
It does not indicate anything about your configuration.

```

| INT     | BINARY    | HEX        | TYPE  | NAME     | DESC                       |
|---------|-----------|------------|-------|----------|----------------------------|
| 1       | (1 << 0)  | (0x1)      | audio | g723     | (G.723.1)                  |
| 2       | (1 << 1)  | (0x2)      | audio | gsm      | (GSM)                      |
| 4       | (1 << 2)  | (0x4)      | audio | ulaw     | (G.711 u-law)              |
| 8       | (1 << 3)  | (0x8)      | audio | alaw     | (G.711 A-law)              |
| 16      | (1 << 4)  | (0x10)     | audio | g726aal2 | (G.726 AAL2)               |
| 32      | (1 << 5)  | (0x20)     | audio | adpcm    | (ADPCM)                    |
| 64      | (1 << 6)  | (0x40)     | audio | slin     | (16 bit Signed Linear PCM) |
| 128     | (1 << 7)  | (0x80)     | audio | lpc10    | (LPC10)                    |
| 256     | (1 << 8)  | (0x100)    | audio | g729     | (G.729A)                   |
| 512     | (1 << 9)  | (0x200)    | audio | speex    | (SpeeX)                    |
| 1024    | (1 << 10) | (0x400)    | audio | ilbc     | (iLBC)                     |
| 2048    | (1 << 11) | (0x800)    | audio | g726     | (G.726 RFC3551)            |
| 4096    | (1 << 12) | (0x1000)   | audio | g722     | (G722)                     |
| 65536   | (1 << 16) | (0x10000)  | image | jpeg     | (JPEG image)               |
| 131072  | (1 << 17) | (0x20000)  | image | png      | (PNG image)                |
| 262144  | (1 << 18) | (0x40000)  | video | h261     | (H.261 Video)              |
| 524288  | (1 << 19) | (0x80000)  | video | h263     | (H.263 Video)              |
| 1048576 | (1 << 20) | (0x100000) | video | h263p    | (H.263+ Video)             |
| 2097152 | (1 << 21) | (0x200000) | video | h264     | (H.264 Video)              |

```

debian*CLI>

```

Figura 05: Codecs suportados pelo Asterisk 1.4.26.2

O comando retorna os tipos de arquivo e também todos os CODECs de áudio ou vídeo suportados pelo Asterisk.

#### 6.1.3.4. API DE APLICAÇÕES

No Asterisk, qualquer função executada está ligada a uma aplicação. O gerenciamento das chamadas, a criação de conferências, ou qualquer outra função relacionada à interação com o plano de discagem, estão descritas em aplicações.

No Asterisk 1.4.26.2, compilação básica, existem 163 aplicações registradas. Pode ser visto através do comando **core show applications**.

Algumas das aplicações mais utilizadas são: Dial(), NoOp(), Hungup(), Goto(), Playback() e Background().

#### 6.1.4. PROTOCOLOS DE SINALIZAÇÃO

Os sistemas de telefonia necessitam de protocolos de sinalização, seja o sistema POTS, ISDN ou o VoIP. Estes protocolos são a inteligência dos sistemas de telefonia, e no caso do Asterisk, elas podem adicionar alguns benefícios além de somente sinalização de chamadas.

O Asterisk suporta a sinalização analógica, digital ISDN ou puramente VoIP. Os protocolos VoIP em geral, utilizam estruturas distintas para passagem de informações de sinalização e mídia (SIP e H323), fazendo alusão à sinalização *out-of band*. Porém, nem todos os protocolos seguem esta premissa.

Dentre os protocolos de sinalização suportados pelo Asterisk, estão o SIP e o IAX2. O SIP é atualmente o padrão mundial para as comunicações VoIP. Fabricantes de telefonia e softwares para VoIP tem este protocolo com premissa de desenvolvimento, tornando seus equipamentos compatíveis com qualquer sistema que utilize o SIP.

O IAX (Inter-Asterisk eXchange) é um protocolo criado pela DIGIUM para suprir algumas deficiências do SIP com relação à passagem por Firewalls nas redes corporativas e otimização do uso da banda quando se necessita de uma maior quantidade de chamadas simultâneas utilizando o mesmo canal.

##### 6.1.4.1. PROTOCOLO IAX

O IAX, que atualmente está na versão IAX2, foi um protocolo inicialmente criado para troca de informações entre servidores Asterisk, por possuir a vantagem de trabalho em redes que possuem Firewall (a maioria das redes dentro da internet possuem Firewalls).

Em resumo a MEGGELEN (2007, P. 106), A maior vantagem na utilização do protocolo IAX2 é que ele é mais bem designado para trabalhar com diferentes configurações de rede, especialmente quando estão por trás de Firewalls com NAT. Dessa forma, se mostra como um excelente protocolo para clientes que utilizem SoftPhones em computadores como laptops, que geralmente estão em movimentação por redes diferentes (como os HotSpots de redes Wireless em hotéis, restaurantes e etc).

O IAX é geralmente usado nas comunicações server-to-server; A maioria dos telefones IP utilizam o SIP como protocolo, pelas grandes vantagens em relação ao H323, porém, como visto existem vantagens em utilizar o IAX ao invés do SIP.

Com o SIP, o tráfego de mídia (voz) é passado usando portas diferentes das que são usadas para a sinalização. Por exemplo, o Asterisk recebe a sinalização SIP na porta 5060 e o tráfego de mídia (protocolo RTP) entre as portas UDP 10000 e 20000 (por padrão). O

protocolo IAX se diferencia nisto, pois tanto a sinalização quanto o tráfego de mídia são passados por uma única porta: 4569.

Esta é uma vantagem muito grande para os cenários de comunicação telefônica na internet, pois tira a dependência de domínio de configuração nas redes “clientes”.

### 6.1.5. UTILIZAÇÃO

O Asterisk vem sendo utilizado por empresas de todos os seguimentos, cada uma com necessidades e razões diferentes para a adoção, desde call centers a provedores de internet.

Atualmente, empresas como ITSPs (Internet Telephony Service Provider) já utilizam o Asterisk em suas diversas vertentes, oferecendo serviços de Telecom através de suas redes de dados e levando diferenciais aos seus clientes.

Geralmente é impossível fazer uma clara separação de todas as formas de aplicação do Asterisk, mesmo porque elas se complementam. Porém, serão listadas as mais comuns dentre as prováveis.

#### 6.1.5.1. ASTERISK COMO PABX

Em resumo a **About Asterisk**, O Asterisk pode ser configurado como o núcleo de uma rede de telefonia puramente IP (todos os clientes são telefones IP ou SoftPhones nos computadores) ou como PABX híbrido, efetuando ligações, gerenciando rotas de menor custo, adicionando novas funções, conectando usuários internos como o resto do mundo via IP, telefonia analógica (POTS) ou conexões digitais (T1/E1).

Para acesso às funções do Asterisk como PABX, podem ser usados Softphones (softwares nos computadores que funcionam como telefones virtuais), ATA (Adaptadores de telefonia analógica), telefones IP ou mesmo bancos de canais.

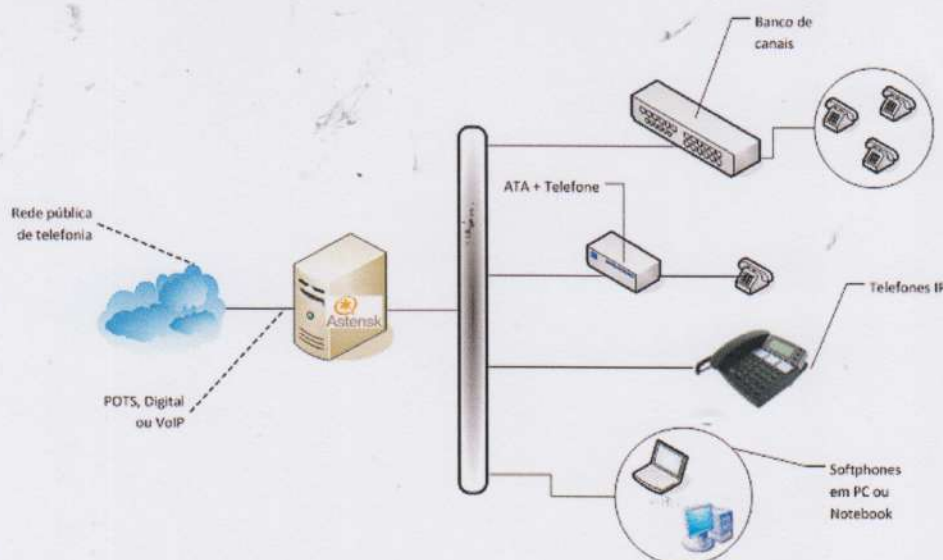


Figura 06: Asterisk como PABX

#### 6.1.5.2. ASTERISK COMO GATEWAY

O Asterisk pode ser usado como uma ponte entre a rede empresarial do atual PBX e a rede VoIP, interligando os usuários nos dois sistemas. Isto basicamente, pode ser implementado de duas formas:

Apenas Gateway: neste modo, o Asterisk teria que ser posicionado entre o PABX legado e a PSTN, para que os usuários do PABX possam, por exemplo, efetuar ligações DDD e DDI economizando através do uso do VoIP.

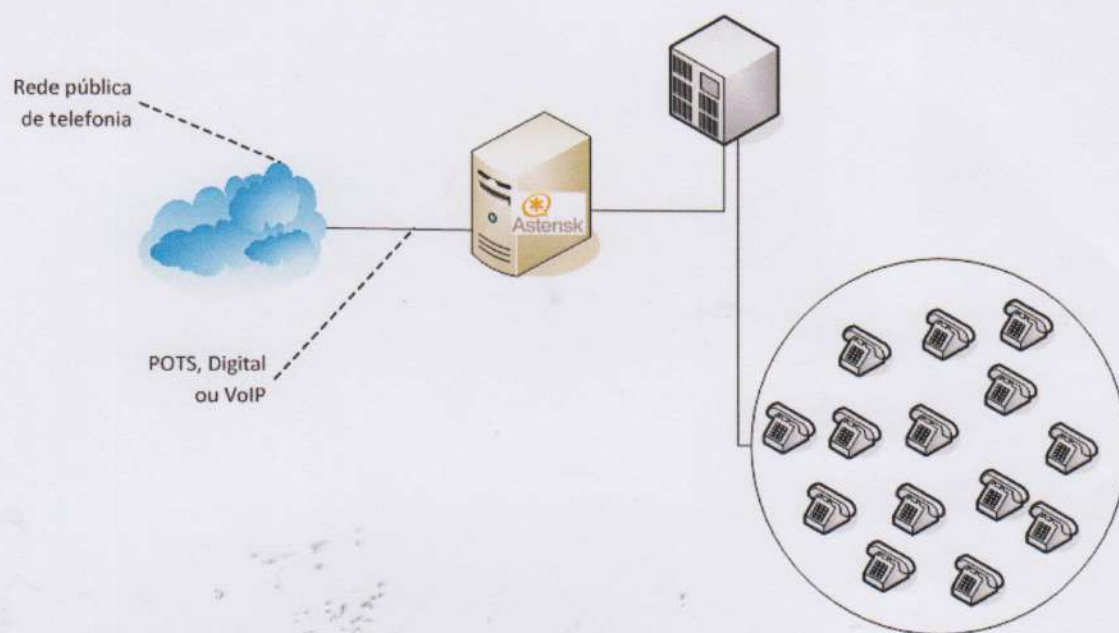


Figura 07: Asterisk Apenas Gateway

Gateway + PABX: O Asterisk suporta a telefonia convencional, seja ela POTS ou ISDN. Para tanto, é necessário a adição de placas de telefonia ao sistema físico do computador servidor, que não será mais puramente VoIP e sim um híbrido entre os protocolos e sistemas de sinalização de telefonia comutada em circuitos e pacotes. Neste modo, os usuários não mais utilizariam o PABX legado para se conectarem. O próprio Asterisk fará todo o trabalho, desde entregar a sinalização de usuário, rotear a chamada e acompanhar seu andamento até a finalização do processo.

A Figura 06 também pode ser usada para ilustrar este cenário.

#### 6.1.5.3. ASTERISK COMO SERVIDOR DE MÍDIA OU APLICAÇÕES

Em uma rede de telefonia, fatores como o avanço da tecnologia e as constantes mudanças impostas por ela, trazem necessidades ao mercado e logo em seguida os fabricantes apresentam respostas para estas necessidades.

No caso das necessidades em telefonia, a demanda maior é de adição de serviços facilitadores para o ambiente interno e neste caso, os novos serviços podem custar, às vezes, mais caro até mesmo do que o próprio PABX, caso o mesmo seja proprietário.

O Asterisk é modular e já vem de “fábrica” com uma gama de serviços, dos mais populares até os mais sofisticados. Este não vem pré-configurados ou habilitados por padrão, mas podem ser adicionados à rede de telefonia com as configurações devidas.

### **Atendimento Automatizado (AA) e Unidade de Resposta Audível (URA):**

Em resumo a MEGGELEN (2007, P. 324), É fácil confundir os dois sistemas (AA e IVR), pois ambos utilizam o atendimento automático feito pelo próprio PBX, porém a diferença está na utilidade de cada um deles.

O sistema de AA é um simples sistema de transferência de chamadas para ramais, baseado em um menu pré-configurado, tendo como exemplo o atendimento de uma empresa: “Para vendas, disque 1; para cobrança, disque 2; para fax, disque 3”.

Segundo GONÇALVES (2005, P. 36) Nos sistemas de URA é necessário o atendimento automatizado, mas com a adição de respostas baseadas nas ações e opções do usuário, informando vocalicamente ao usuário informações retiradas de bancos de dados e afins.

O sistema de URA implementado pelo Asterisk, utiliza o AGI (Asterisk Gateway Interface). É o canal de comunicação entre aplicações desenvolvidas em várias linguagens como PHP, Python, C, C++ dentro outras. É ele que provê as funções de acesso a banco e programação externa ao Asterisk.

### **Teleconferências (salas de conferência)**

A sala de conferência é uma estrutura lógica (estática ou dinâmica) para reunião de pessoas, montada em um sistema telefônico. Uma sala para conferências pode possuir uma senha para restrição de entrada ou pode ser uma sala pública.

### **Correio de voz (Voicemail)**

É um sistema para armazenamento de mensagens de voz, que é ativado quando um determinado usuário estiver ocupado ou ausente. Será gravada uma mensagem de voz para que o usuário possa posteriormente dar um retorno àquela ligação perdida.

Estas mensagens ficam armazenadas por padrão dentro do servidor Asterisk, mas é possível implementar formas alternativas de armazenamento como em servidores IMAP, ou servidores de bancos de dados internos/externos.

### **DISA (Direct Inward System Access)**

De acordo com MEGGELEN (P. 390) Significa Acesso direto ao sistema interno e é um recurso que permite a usuários que estão fora de seu ambiente de trabalho, ter acesso ao sistema telefônico interno da empresa ou repartição, podendo assim, aproveitar os benefícios que lhes for conveniente.

## **Call Center**

As ferramentas mínimas necessárias para atender a um Call Center são o suporte a um discador preditivo e a um DAC (Distribuidor Automático de Chamadas). O Asterisk pode ser adotado por call centers, pelo suporte a estas ferramentas e pela flexibilidade que possui.

Um discador preditivo é um sistema computadorizado que efetua chamadas de forma automática em grandes quantidades e as conecta com agentes humanos, geralmente para campanhas de venda ou cobrança. Discadores preditivos são usados em call centers ao redor do mundo.

A utilização do DAC se dá nas filas de atendimento receptivo. As filas são geradas pela grande quantidade de chamadas entrantes simultâneas. Quando o sistema enfileira as chamadas, o DAC distribui estas chamadas para os agentes de atendimento.

Para todas estas aplicações, o Asterisk pode estar posicionado como nas Figuras 06 e 07.

### **6.1.5.4. COMO PABX REMOTO**

O Asterisk utiliza a internet como ambiente para a interligação entre servidores que trabalhem com os protocolos para VoIP. Através da internet, é possível a interligação de filiais com a matriz, por exemplo, criando um ambiente virtual de telefonia e retirando o custo para chamadas neste grupo que está interligado.

Alguns dos benefícios desta possibilidade são:

- Suporte a escritórios remotos;
- Ramais deslocados (em Roaming);
- Roteamento por ID do chamador (caller ID);
- Entroncamento entre PABX's.

Para a conexão remota entre PABXs com Asterisk, qualquer link de internet pode ser usado, porém, a qualidade das chamadas é totalmente dependente da qualidade deste link.

### 6.1.6. CONFIGURAÇÕES

O poder do Asterisk está atrelado à flexibilidade de sua arquitetura em modelo Open Source, porém sua linha de aprendizado não é das menores.

Qualquer uma destas possibilidades descritas anteriormente pode ser adicionada ao Asterisk através de seus arquivos de configuração, mas, que ainda assim exige um conhecimento, no mínimo, médio do significado de seus arquivos, e da ordem de alteração.

A maior parte da configuração do Asterisk é feita pela edição (manual) dos arquivos que se encontram no diretório `/etc/asterisk`. Os principais arquivos de configuração são:

- `extensions.conf`: Plano de discagem.

Arquivo onde reside a ordem das interações feitas pelo Asterisk nos eventos de atendimento de chamadas ou para quaisquer dígitos discados pelo usuário. O arquivo especifica como as aplicações do Asterisk serão usadas.

```
[incoming]
exten => 123,1,Answer()
exten => 123,n,Background(main-menu)
exten => 1,1,Playback(digits/1)
exten => 1,n,Goto(incoming,123,1)
exten => 2,1,Playback(digits/2)
exten => 2,n,Goto(incoming,123,1)
```

Tabela 03: Exemplo do plano de discagem. Fonte: MEGGELEN (2007, P. 129).

- `sip.conf` e `iax.conf`: Usuários (ramais) e registros em provedores SIP ou IAX.

Estes arquivos carregam todos os usuários SIP ou IAX que o Asterisk irá registrar receber ou enviar requisições. Nele são especificados IP e porta em que o Asterisk aguardará conexões, tipos de CODEC suportados, informações do Host cliente (endereços) dentre outras.

A sintaxe dos dois arquivos é muito parecida.

```
[general]
bindport=5060
bindaddr=192.168.198.136
allowguest=no
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
allow=ilbc
allow=gsm

; Usuário SIP
```

```
[5000]
type=friend
callerid=5000
username=5000
secret=5000
host=dynamic
voicemail=werneck
context=from-internal
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
allow=gsm
allow=ilbc
```

Tabela 04: Exemplo do arquivo sip.conf.

- voicemail.conf: Configura os parâmetros para o correio de voz, como usuário, senha e envio para um correio eletrônico (e-mail).

Exemplo:

```
Número_do_voicemail => senha,nome[,email[,email_pager[,opções]]]
```

Tabela 05: Exemplo do arquivo voicemail.conf.

O correio de voz precisa ser referenciado no arquivo sip.conf, caso se trate de um usuário SIP.

Apesar de todas as funções do Asterisk estarem à disposição pela edição dos arquivos de configuração, em um primeiro momento estes não são muito amigáveis ao usuário iniciante, principalmente aos que não estão acostumados ao uso de interfaces em modo texto como as famosas telas pretas do Linux, ou a do MSDOS por exemplo.

## 6.2.FreePBX

O FreePBX é uma interface WEB, como as dos e-mails ou serviços da internet, mas com a função de controlar todas as aplicações de um servidor Asterisk sem a necessidade de edição manual de seus arquivos de configuração.

A interface do FreePBX possibilita a interação com todas as aplicações presentes no Asterisk, incluindo controle do PABX, funções de Gateway, servidor de mídia ou aplicações, gerenciamento de usuários, registro de provedores SIP, administração de URAs, teleconferências, correio de voz, DISA, Siga-me, Callback, conexões com PABX remotos e dentre outros.

A interface facilita a configuração do Asterisk, de modo que trabalha com os padrões conhecidos de navegação WEB e habilita as funções do Asterisk em poucos cliques,

realocando as várias horas de configurações, para serem investidas em melhorias no core business das instituições, por exemplo.

A interface, como demonstrado na Figura 08, está dividida em quatro partes principais: Admin, Basic, Inbound call control, Internal Options e configurations. Possui ainda, um painel que mostra as informações da situação do servidor em tempo real.

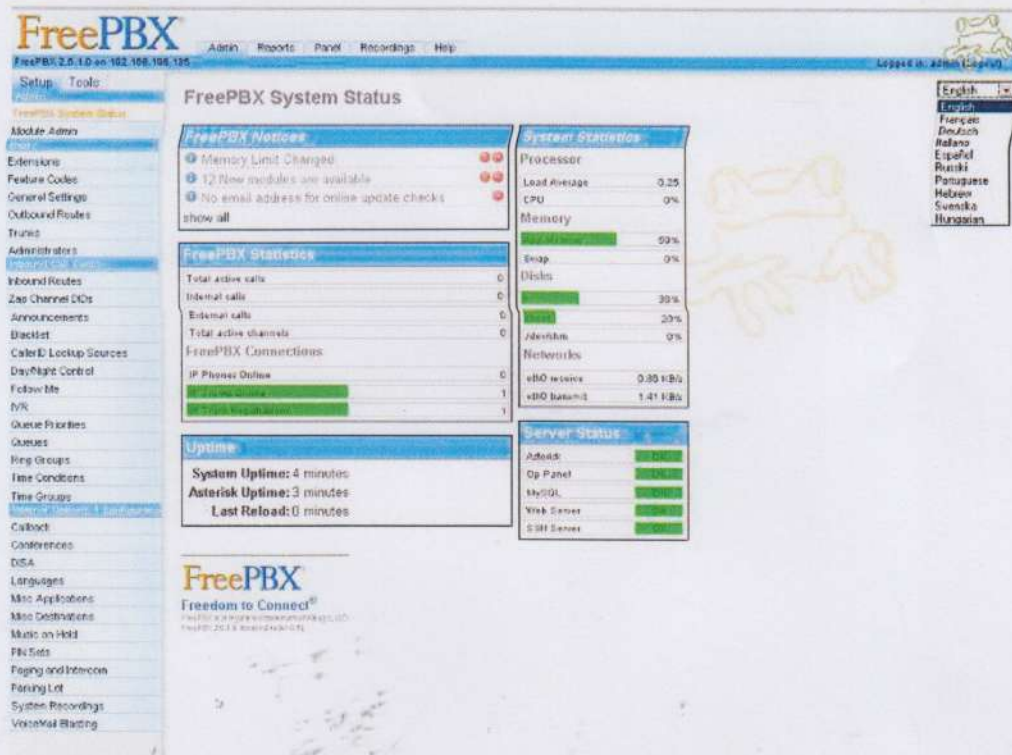


Figura 08: Interface FreePBX 2.5.10

Possui suporte a dez idiomas, porém, o suporte ao português do Brasil ainda não está completo. A tradução pode ser feita pelo usuário, editando os devidos arquivos de configuração.

### 6.3.HylaFax

HylaFax é um sistema Open Source de envio e recebimento de Faxes de que trabalha com a arquitetura cliente-servidor. Um computador com sistema UNIX Like (Linux, solaris, HP-UX e afins) trabalha como servidor e os demais computadores como seus clientes baseados em UNIX, Windows ou Mac'OS.

Ainda é comum ver máquinas de faxes nas empresas e repartições, pois para certas operações dependentes de envio de documentos, ainda é obrigatório o seu uso.

Em sistemas como o HylaFax, um mesmo servidor de fax suporta operações em fila como envio e recebimento em massa, como também o envio dos faxes recebidos para caixas de e-mail.

Todos os documentos criados em um computador cliente podem ser enviados diretamente ao servidor HylaFax e o mesmo converte e envia ao destino. Estes documentos podem ter qualquer formato (Texto puro, imagens ou misto), pois o HylaFax possui regras para entender o conteúdo das páginas e qual o melhor formato a ser usado na conversão (PostScript ou TIFF/F).

O HylaFax é disponibilizado livremente, na forma de código-fonte completo, sob leis de Copyright. Pode ser usado, todo ou em partes, em aplicações comerciais sem mudança em seu licenciamento.

#### 6.4.Openfire

O Openfire é um servidor para IM (Instant Messaging) e chat em grupo (Groupchat) open source, baseado no protocolo XMPP.

O Openfire cria uma rede particular para mensagens instantâneas, de forma que a empresa ou repartição mantenha registro e controle sobre as ações implícitas ao Instant Messaging.

O Openfire é regulamentado pela licença GPL (GNU Public Licence), mas, como possui softwares de terceiros (como plugins), seus termos de licenciamento são encontrados especificamente em cada respectivo código-fonte.

O Openfire possibilita o desenvolvimento de plug-ins. Os plug-ins são pequenos softwares que agregados ao servidor Openfire, estendem suas funcionalidades.

Segundo IGNITE REALTIME, Dentre os plug-ins disponíveis para o Openfire, os mais utilizados são:

- Asterisk-IM: Integração entre o servidor Openfire e o Servidor Asterisk, provendo a funcionalidade de *presence service*, efetuar e receber ligações pelo cliente *Spark*;
- SIP Phone: Possibilita ao cliente de IM *Spark*, o registro em servidores SIP (como o Asterisk) para sessões multimídia;
- Kraken (Antigo IM Gateway): Provê conectividade entre o Openfire e outras redes públicas de IM como ICQ, MSN, AIM, Yahoo entre outras (é possível controlar os usuários que poderão acessar estas redes);
- Broadcast: Envio de mensagem em Broadcast (a todos os usuários conectados);
- Email Listener: Avisa, a certos clientes IM, da chegada de e-mails em sua caixa de entrada (para servidores IMAP).

Através da utilização de plug-ins é possível adicionar funções ao servidor Openfire, visando o conceito de comunicação unificada. Exemplo disso é a utilização de plugins como *E-mail listener* e o *Asterisk-IM*.

O servidor Openfire aceita conexão de vários clientes diferentes, desde que estes sigam o padrão XMPP. Mas, para a interação total com os diversos plug-ins disponíveis, é necessário o uso do cliente *Spark*.

### 6.5.SPARK – Cliente IM

De acordo com SPARK, o Spark é um cliente para IM desenvolvido pela IGNITE REALTIME para compatibilidade e interação total com o servidor Openfire. Apesar de ser, em quase tudo, igual a outros clientes IM, o Spark é tão modular quanto o Openfire. Como com o Openfire, também é possível adicionar plugins ao Spark.

É possível a visualização da interface do Spark versão 2.6 Beta 2, através da Figura 18.

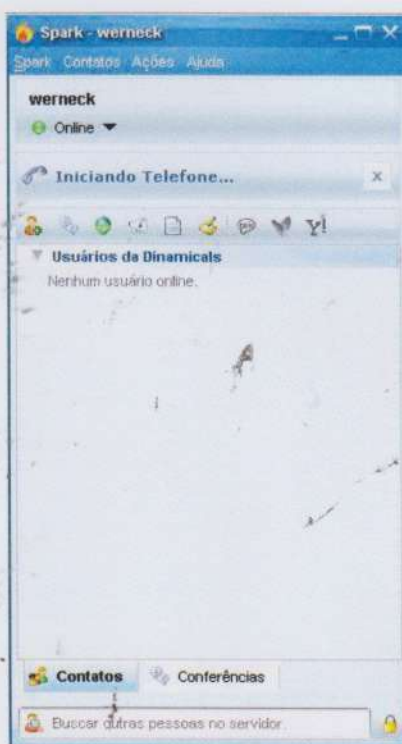


Figura 09: Interface Spark 2.6 Beta 2

Na Figura 09, o Spark está com alguns plugins habilitados. São: SIP Phone e Kraken.

## 6.6.Postfix

E resumo a POSTFIX (2009), O Postfix é um MTA (Mail Transfer Agent). Criado com a intenção de ser mais rápido fácil de administrar e seguro que o Sendmail. É a aplicação que responde pelas funções relativas a envio de e-mails no Elastix.

No Elastix versão 1.6, a maioria das configurações do PostFix precisa ser feitas em linha de comando, como por exemplo, o registro em servidores de e-mail externos.

Para melhor exemplificação e aplicação do conceito de Comunicações Unificadas utilizando tecnologias de software livre, o Elastix fornece um ambiente com grande quantidade de aplicativos pré-configurados com foco em atender o conceito.

Para os exemplos e imagens, serão utilizados os softwares e suas respectivas versões discriminados na Tabela 06.

| Software                        | Versão   |
|---------------------------------|----------|
| <b>Elastix</b>                  | 1.6      |
| <b>Openfire (última versão)</b> | 3.64     |
| <b>Spark</b>                    | 2.6Beta2 |
| <b>Kraken IM Gateway</b>        | 1.1.2    |
| <b>SIP Phone Plugin</b>         | 1.0.5    |

Tabela 06: Softwares utilizados e suas versões

Com exceção do Openfire 3.64, o restante do pacote de Softwares do Elastix 1.6 continuou o mesmo.

## 6.7.ELASTIX

O Elastix é uma distribuição de Software Livre para servidor de Comunicação Unificada, que integra em um só pacote algumas tecnologias de comunicação chave:

- PABX completo baseado em VoIP;
- Correio de voz;
- Fax;
- Mensagens instantâneas;
- Cliente e servidor de E-mails e;
- Colaboração.

A citação "distribuição" significa um conjunto de pacotes de softwares que se distribuem juntos em uma mesma mídia, neste caso um CD, incluindo o instalador do sistema operacional. Ao final da instalação tem-se um servidor de comunicação unificada pronto para produção.

O Elastix cria ambientes lógicos de Comunicação Unificada, onde os clientes (ou funcionários de uma empresa) possuem meios diversos de se comunicarem entre eles ou mesmo com fornecedores ou parceiros externos ao ambiente empresarial, conservando o controle e provendo economia, aproveitando os serviços inerentes às tecnologias envolvidas.

O Elastix implementa grande parte de suas funcionalidades sob cinco softwares. São: **Asterisk**, **Hylafax**, **OpenFire Round Cube** e **Postfix**. Eles trazem as funcionalidades de PABX, Fax, Mensageiro instantâneo e E-mail (cliente e servidor), respectivamente. A parte do sistema operacional é baseada no CentOS, uma popular distribuição Linux largamente utilizada em servidores.

Como se trata de um conjunto de Softwares Livres pode ser aplicado em empresas ou instituições de todos os setores (indústrias, comércio ou serviços), ou mesmo qualquer ambiente onde se possua alguma das necessidades a que o projeto promete suprir.

#### 6.7.1. HISTÓRIA

O Elastix foi criado e é atualmente mantido pela companhia equatoriana PaloSanto Solutions. Foi liberado pela primeira vez em março de 2006 onde não se tratava de uma distribuição, mas sim de apenas uma interface para mostrar os registros detalhados das chamadas de um servidor Asterisk. Porém, no final de dezembro de 2006, foi lançado como uma distribuição, que continha várias ferramentas interessantes integradas e todas administráveis através de uma interface WEB, que se destaca por sua usabilidade. (ELASTIX. Volume 1).

Desde então, esta distribuição não para de crescer em popularidade, sendo atualmente uma das preferidas do mercado em seu segmento. Em 2007 o projeto Elastix ganhou prêmios CCA do site *SourceForge* em duas categorias.

#### 6.7.2. COMPOSIÇÃO

Como o Elastix é uma plataforma em software para integração de diversas formas de comunicação, ele é composto de uma série de softwares, sendo que cada um destes é o que mais se destaca em sua respectiva categoria.

Os principais softwares que compõe o Elastix são:

- Asterisk;
- FreePBX customizado;
- HylaFax;
- Openfire;

- PostFix.

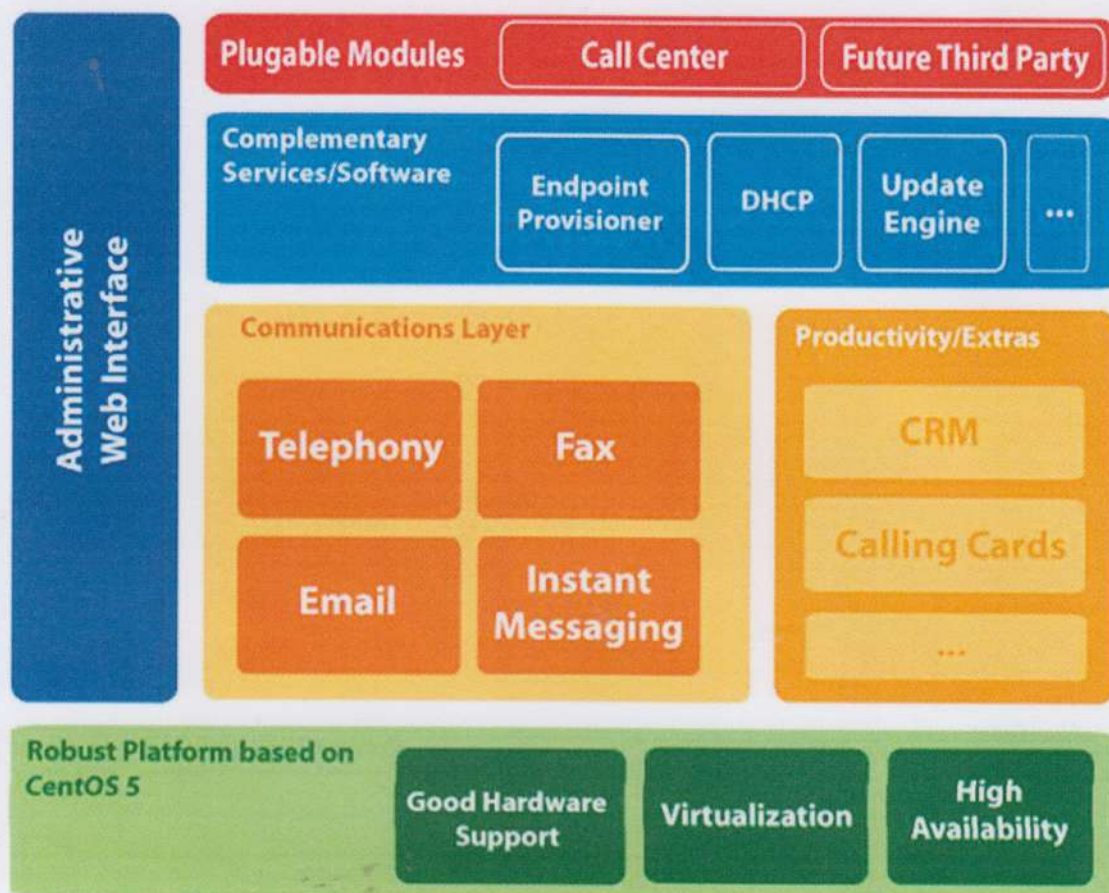


Figura 10: Componentes do Elastix - Comunicações Unificadas, Volume 1 (p.94).

### 6.7.3. CARACTERÍSTICAS

O Elastix possui uma interface própria para gerenciamento do servidor de comunicação unificada. Essa interface está organizada em abas horizontais, e se divide em (versão em inglês): System, PBX, Fax, Email, IM, Report, Extras e Agenda, como podem ser visto na Figura 11.



Figura 11: Interface Elastix

Os principais recursos de cada aba podem ser vistos na Tabela 07:

Aba system:

| Recurso   | Função                                                                                                                                                                      |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dashboard | Esta opção faz com que cada usuário utilize o Elastix como seu próprio escritório virtual. Pelo painel é possível ver as chamadas, e-mails, faxes, voicemails e calendário. |

|                      |                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| System info          | Traz informações dos recursos do servidor, recursos como: quantidade de ligações simultâneas, consumo de processador, memória e disco rígido.                                                   |
| Network              | Configurações dos parâmetros de rede como IP, máscara de rede e servidor DNS.                                                                                                                   |
| User management      | Administração dos usuários e grupos. É possível criar usuários e dar permissões de acesso aos recursos do sistema, através das permissões de grupo.                                             |
| Hardware detection   | Deteção e configuração do hardware de telefonia em apenas um clique (Detecta até mesmo hardware ISDN).                                                                                          |
| Backup/restore       | Copia de segurança dos arquivos de configuração do servidor. Pode ser gerado e baixado para uma outra máquina.                                                                                  |
| Preferences          | Escolha de linguagem (tradução), data e hora, temas e moeda.                                                                                                                                    |
| Aba PBX:             |                                                                                                                                                                                                 |
| PBX Configuration    | Todas as configurações inerentes ao PABX, como criação de usuários (ramais), manejo dos troncos (de entrada e saída), configuração dos serviços (URA, DISA, Siga-me, filas e musica em espera). |
| Flash Operator panel | Painel para as operações de uma secretária, como transferência de chamadas, visualização dos ramais ocupados e etc.                                                                             |
| Voicemails           | Lista das mensagens do correio de voz.                                                                                                                                                          |
| Conference           | Interface própria do Elastix para criação de conferências com mais recursos que a do Asterisk.                                                                                                  |
| Tools                | Interface de acesso aos comandos do Asterisk (Asterisk-Cli) e edição dos arquivos de configuração do asterisk pelo File Editor.                                                                 |
| Aba FAX:             |                                                                                                                                                                                                 |
| Virtual fax list     | Lista de todos os aparelhos virtuais de fax.                                                                                                                                                    |
| New Virtual fax      | Criação dos aparelhos virtuais de fax, cadastramento do e-mail a que o fax será enviado.                                                                                                        |
| Fax Master           | Cadastro de um e-mail padrão, para envio das informações de fax recebidos, erros e registros do servidor de fax.                                                                                |
| Fax Visor            | Lista dos faxes recebidos.                                                                                                                                                                      |
| Template E-mail      | Configuração do corpo do e-mail onde será enviado o anexo do fax.                                                                                                                               |
| Aba E-mail:          |                                                                                                                                                                                                 |
| Domains              | Criação de domínios de e-mail. Os domínios são no formato                                                                                                                                       |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | dominio.com.br (por exemplo).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Accounts              | Usuários do(s) domínio(s) criados. É possível criar, editar ou excluir usuários.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Relay                 | O Elastix pode ser utilizado com um servidor seja utilizado por outras redes para enviar e-mails.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Webmail               | Cliente web para gerenciamento de e-mails baseado no projeto Roudcube. Serve para trabalhar com os contas de e-mail configuradas na opção Accounts.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Antispam              | Ativação ou desativação do serviço de Antispam. Ele é totalmente integrado à contas de e-mail criadas no Elastix.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Aba IM:               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| OpenFire              | Adição e configuração do servidor Openfire. Todo o setup é feito dentro desta aba, e das abas próprias do Openfire. No Elastix, o Openfire tem toda a sua configuração baseada na interface web, onde os principais pacotes que sustentam o servidor já vem pre-compilados, bastando apenas concluir a instalação do servidor e suas configurações.( Todos os plug-ins do Openfire podem ser baixados por sua interface e instalados em poucos segundos. Da mesma forma é a remoção.) |
| Aba Reports:          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| CDR Reports           | Relatório detalhado das ligações. Permite aplicar filtros pro critérios como origem, destino ou canal por exemplo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Channels Usage        | Detalhes do uso dos canais. Podem ser canais físicos (analógicos ou digitais) ou canais VoIP (SIP e IAX).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Billing               | Configurações de tarifação. É possível estabelecer valores para as chamadas baseados em tempo e código de área e troncos de saída diferentes. O relatório de valores cobrados, pode ser visto pela opção CDR Report.                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Report Call           | Registro de chamadas por ramais. É possível filtrar a informação por ramal unico ou datas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Aba extras:           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| vTigerCRM<br>SugarCRM | e Aplicativos do tipo CRM, para montagem de campanhas de atendimento baseadas em bancos de dados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Calling Cards | A2Billing pra gerencia de venda e revenda VoIP.                                                                                                                                                                                                                                        |
| Downloads     | Links para download de softphones, aplicativos para envio de fax e aplicativos de IM.                                                                                                                                                                                                  |
| Text to Wav   | Pequeno sintetizador de voz. Transforma o texto em fala (arquivo WAV ou GSM) e permite baixá-lo pra ouvir e usar.                                                                                                                                                                      |
| Aba Agenda    |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Calendar      | Calendário para compromissos.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Address Book  | Agenda telefônica de contatos internos (todos os ramais cadastrados no Elastix) e contatos externos (números externos, como telefones de outras empresas). É possível efetuar ligações usando os botões por dentro do menu da agenda telefônica, tanto os externos quanto os internos. |
| Recordings    | Interface para gravação de mensagens. Estas mensagens serão tocadas quando um evento do calendário for executado. Por exemplo, reunião daqui a dez dias.                                                                                                                               |

Tabela 07: Principais recursos do Elastix

**Obs.: PBX Configuration** é uma customização do FreePBX feita para se integrar ao pacote Elastix. Ela compatibiliza o FreePBX com o Elastix e remove algumas opções que não são comumente utilizadas. Porém, é possível acessar a interface padrão do FreePBX, clicando na opção **Unembedded freePBX**.

#### 6.7.4. CENÁRIOS DE APLICAÇÃO

O Elastix não é somente um servidor de Comunicações Unificadas. Ele também pode ser usado como cliente para acesso às mensagens unificadas (E-mails, Voice-to-mail e Faxes).

Caso fosse escolhido este cenário hipotético como exemplo, os usuários utilizariam a interface do Elastix para as mensagens unificadas e o cliente Spark para as mensagens em tempo quase-real (IM) e tempo-real (aplicações de voz).

Porém, como a intenção é realmente implementar um Elastix para resolução de problemas de comunicação, o cenário escolhido foi o do setor de **suporte a sistemas** da SINFO-UFRN (Superintendência de Informática da UFRN).

#### SINFO-UFRN

A SINFO é uma divisão da UFRN onde se concentram as tarefas de manutenção da rede e dos sistemas informatizados da instituição.

Nele, está contido um conjunto de computadores responsáveis por processar as demandas dos alunos e servidores (pessoas com vínculo federal) da universidade para os sistemas SIGAA, SIPAC e SIGPRH e ainda o provimento de acesso à internet através do serviço UFRNET.

A SINFO está dividida basicamente em: Gerência Geral, Setor de sistemas (desenvolvimento, suporte e manutenção), Gerência de Redes (Data Center e operações), Gerência de manutenção (manutenção de computadores, atendimento às solicitações UFRNET e afins).

A SINFO hospeda em seu Data Center, o serviço de telefonia sobre redes IP da Rede Nacional de Pesquisa (RNP), denominado Fone@rnp, que cobre o território nacional em suas capitais provendo a interligação entre as universidades participantes da rede.

O serviço Fone@rnp possibilita às instituições a participação em uma rede nacional privada de instituições federais, onde as mesmas podem usufruir de serviços como ligações interurbanas mais baratas, formando uma rota de menor custo.

#### 6.7.5. SITUAÇÃO ATUAL

Basicamente a parte física do serviço Fone@rnp no lado cliente, se constitui de dois computadores servidores, um com o serviço OpenSER (para roteamento e sinalização das chamadas usando o protocolo SIP) e um Asterisk contendo placas de telefonia (conexão com a central da RPTC, fluxo de áudio e conversão da sinalização trabalhando como Gateway de mídias).

Apesar de o serviço Fone@rnp prover facilidades de “troca de redes” entre as instituições participantes, ele não permite que as mesmas usem a estrutura do serviço para adicionar facilidades.

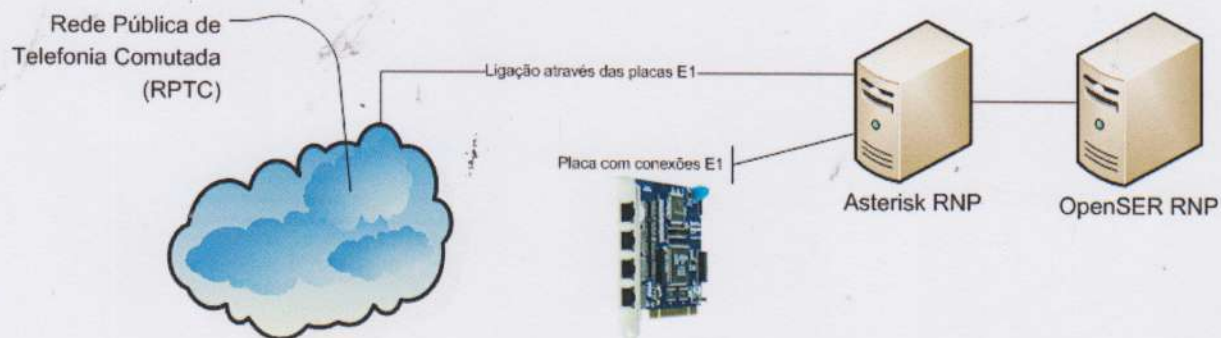


Figura 12: Rede Fone@rnp

Qualquer coisa que seja demandada por parte das instituições para seu uso interno precisa ser adicionado como um anexo aos equipamentos da RNP, pois a RNP efetua o monitoramento em seus equipamentos e restringe a manutenção dos mesmos.

No setor de sistemas da SINFO, existe a divisão de suporte técnico. Esta responde por atender as solicitações de correções ou dúvidas que partem dos alunos e servidores federais antes de serem encaminhadas à divisão de desenvolvimento de sistemas.

A divisão suporte conta com 11 pessoas, entre servidores federais e bolsistas, divididas em três turnos. Além dos dois turnos normais (das 9:00 às 12:00 e das 14:00 às 18:00) existe um terceiro turno, que é o de plantão (das 18:30 às 21:00).

As solicitações são feitas de três formas:

- **Via sistema:** Os alunos ou servidores efetuam o login em suas áreas e pelo próprio sistema adicionam solicitações que são repassadas para o suporte. Tornou-se prático e atualmente é a maneira mais usada para suporte;
- **Via Instant Messaging:** Recentemente foi adotada como solução para IM a utilização da rede GTALK (do Google). Todos os funcionários da SINFO possuem uma conta Google e conversam entre si ou, como se trata de uma rede mundial, com pessoas fora da SINFO;
- **Via telefone:** O setor possui dois ramais com a central telefônica, sendo um para a gerência do suporte e outro para os atendentes efetuarem ou receberem os chamados. A quantidade de ramais é pequena para a de pessoas em atendimento, isto causa perda de chamadas de entrada pela ocupação simultânea das linhas.

Apesar da maior parte dos chamados serem recebidos pelo próprio sistema, existe a necessidade dos atendentes ligarem ou receberem chamadas para dar feedbacks dos atendimentos efetuados. A baixa quantidade de ramais para o suporte causa perdas e demoras no atendimento das solicitações que dependem de telefones.

Atualmente, a comunicação é feita da seguinte forma:

1. O aluno ou servidor liga para o um dos números do suporte, a ligação vai diretamente para o ramal;
2. Caso os dois ramais estejam ocupados, o usuário que está ligando irá tentar novamente até conseguir um ramal livre;
3. Caso não consiga falar com um atendente, só resta esperar e tentar mais tarde.

#### 6.7.6. SOLUÇÃO PROPOSTA

Não é fácil encontrar uma situação onde softwares como o Elastix possam ser aplicados em sua totalidade, pois como visto, existe uma gama muito grande de recursos dentro de um mesmo pacote.

O cenário encontrado na SINFO possibilita a aplicação de alguns dos conceitos de comunicação unificada. Sendo assim, suas necessidades, serão supridas com o uso do Elastix.

Aplicações necessárias:

- Sistemas interativos de voz;
- Instant Messaging;
- Correio de voz.

A comunicação unificada, neste caso estaria mais do lado do servidor como plataforma única concentradora. Do lado cliente, a utilização de um mesmo software cliente (Spark) para junção de serviços de Voz (através dos plugins Asterisk-IM ou SIP PHONE), IM suportando o GTALK (através do plugin **Kraken IM Gateway**) e utilização do webmail da SINFO para as mensagens de correio de voz.

Apesar da possibilidade de montar uma rede interna de IM com o OpenFire, esta solução seria inviável visto que a rede GTALK já está sendo usada como rede remota de comunicação local, ou seja, os componentes da SINFO utilizam uma estrutura externa, para comunicação interna.

## MONTAGEM DO SISTEMA

### 6.7.6.1. SISTEMAS INTERATIVOS DE VOZ

- Servidor Elastix:

O Elastix foi instalado como uma máquina virtual, sob um servidor físico.

Configuração atribuída ao Elastix:

- Processadores: 2 x Intel Xeon E5410 de 2.33GHz;
- 1Gb de memória RAM;
- 1Gb de memória SWAP;
- 8Gb de disco rígido;
- Uma placa de rede Ethernet 10/100.

Por padrão, o Elastix vem com suporte a respostas em áudio para os idiomas Inglês, Espanhol e Francês. Neste caso, havia a necessidade de ter o áudio em português para mensagens de correio de voz e os avisos dados nas filas de atendimento.

Nos Anexos o documento “Asterisk – Propts de voz em PT\_BR” descreve o modelo seguido para fazer o Elastix “falar” português do Brasil.

- Estações de trabalho:

A SINFO possui um parque de computadores com sistemas operacionais Windows e Linux. De acordo com a página do projeto *Spark*, em SPARK, o cliente de IM dá suporte a

estes dois sistemas operacionais de forma transparentes, bastando somente o download da versão adequada.

Para os sistemas de voz interativos, algumas considerações precisam ser feitas:

1. As pessoas que necessitam do suporte e abrem os chamados, serão descritos como **usuários**;
2. Os profissionais que atendem os usuários serão chamados de **atendentes**;
3. O plano de numeração telefônica da UFRN comporta atualmente dois prefixos: 3215 e o 3342. O 3215 se refere somente aos ramais analógicos da instituição, ou seja, os mais antigos.

Após a entrada dos equipamentos da RNP, foram feitas mudanças nos planos de discagem da central telefônica que recebe o entroncamento principal, de forma que qualquer número discado na faixa 3342-2200 até 3342-2399 é repassado para o servidor Asterisk da RNP, tratado e encaminhado ao devido destino. Somente com este apoio seria possível a interação de pessoas da RPTC com os ramais SIP internos.

Como é possível ver na Figura 13, o Elastix será localizado entre o servidor OpenSER e os atendentes do suporte.

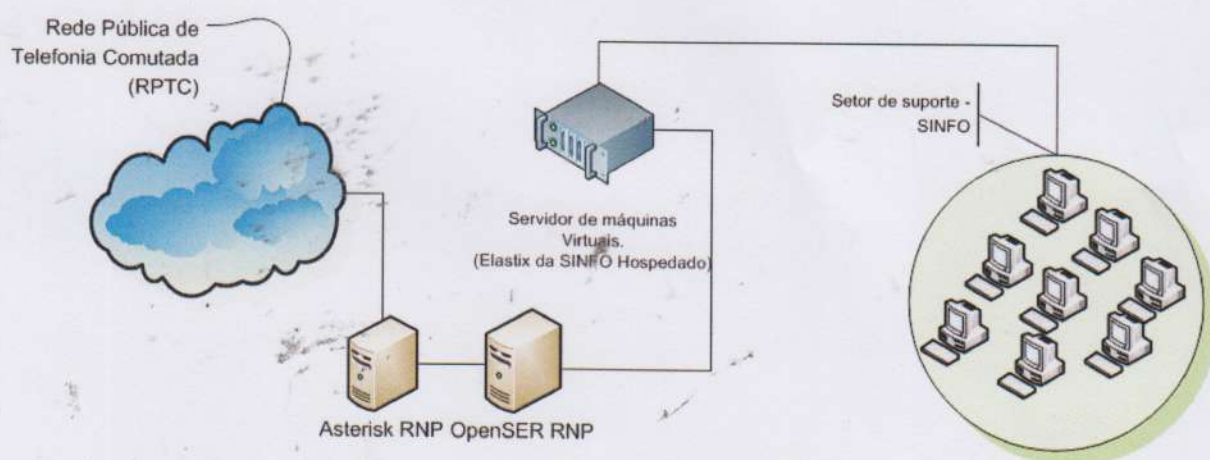


Figura 13: Localização do Elastix

Para o suporte a sistemas, foi escolhido o ramal 3342-2210 ao qual será referenciado como **10772210** ou **2210**. Este número 3342-2210 é a forma pela qual o ramal pode ser encontrado em seu ambiente interno (na rede da SINFO). O 10772210 é o número VoIP configurado pela RNP, quando a criação dos ramais pela interface de configuração do OpenSER (RNP).

Sendo o 2210 um ramal SIP criado no servidor OpenSER da RNP, para que as chamadas pudessem ser direcionadas ao Elastix, foi preciso configurar um tronco entre o Elastix e o OpenSER. Onde o Elastix, a grosso modo, seria identificado como um ramal SIP comum (como de um SoftPhone, por exemplo).

Como pode ser visto na Figura 14, o tronco foi configurado através do menu *Trunks*, *Add SIP Trunk*. Além disso, foi preciso modificar um parâmetro dentro do arquivo */etc/asterisk/sip\_general\_custom.conf*. A edição deste arquivo foi feita através da interface do Elastix em *PBX -> Tools -> File Editor*. O parâmetro **defaultexpiry** recebeu o valor **1800** (30 minutos) para que o registro SIP não expirasse no tempo padrão de 2 minutos.



Figura 14: Criação de um tronco SIP

Na criação do tronco, em *Peer Details*, algumas configurações são necessárias para que o Elastix possa receber e efetuar chamadas de forma simultânea:

```
username=sinfo.cc
secret="SENHA"
fromuser=sinfo.cc
fromdomain=voip.ufrn.br
type=friend
context=from-trunk
host=voip.ufrn.br
insecure=port,invite
qualify=yes
nat=yes
trustpid=yes
language=pt_BR
dtmf=auto
```

Tabela 08: Informações para registro de tronco SIP

Outro ponto importante é o parâmetro *Register String*, que serve para registrar e manter a conexão com o servidor OpenSER (ou qualquer outro servidor SIP):

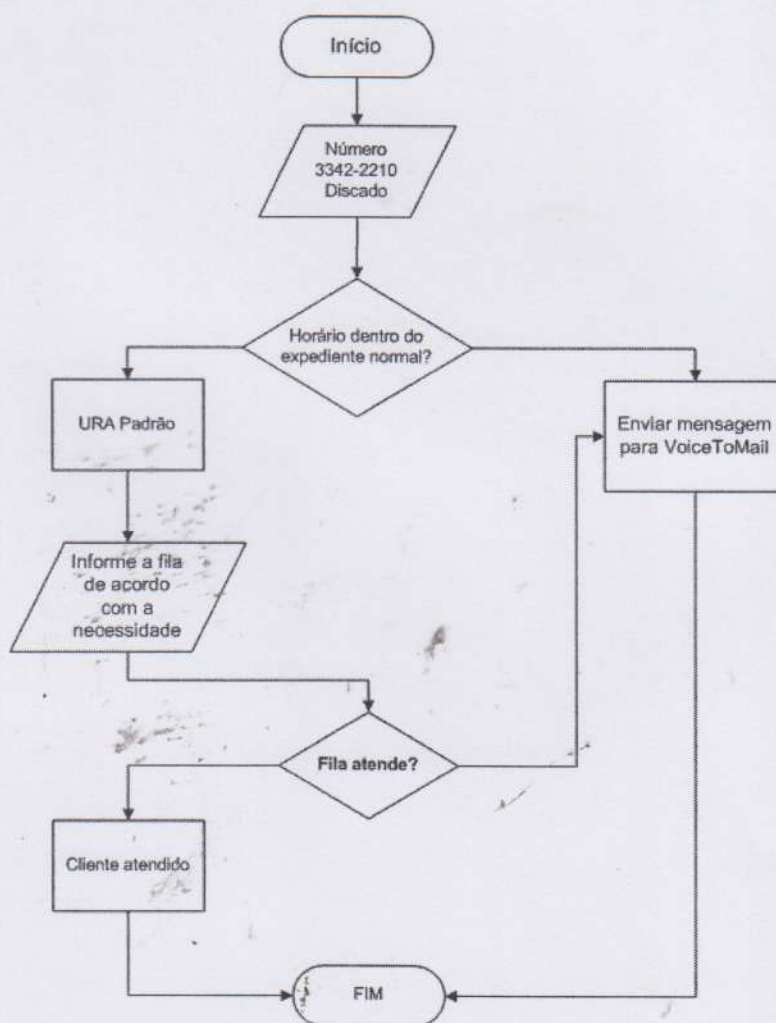
```
sinfo.cc:SENHA@voip.ufrn.br/10772210
```

Tabela 09: Parâmetro para registro SIP fixo

O parâmetro que vem depois da barra (os números **10772210**) representa o que será recebido pelo Elastix como o DID, ou seja, o número discado quando uma chamada entra no canal SIP vindo do OpenSER para o Elastix, registrado acima.

A utilização deste DID se dará no manejo da chamada. A partir do DID é possível receber a chamada, identificá-la e direcioná-la para locais ou situações desejadas. Neste caso, foi configurado em *Inbound Routes* para que quando um DID **10772210** for recebido, a chamada seria direcionada para os *Time Conditions*. No *Time Conditions*, basicamente será comparado o horário atual com os horários de expediente da SINFO e caso esteja dentro do horário de funcionamento normal, as ligações serão passadas para a fila de atendimento.

Para melhor explicar a sequência o fluxograma na Figura 14.1 demonstra a sequência em um atendimento padrão.



Foi preciso criar regras de horários através dos *Time Groups* (grupos de horários). Não é possível cadastrar os *Time Groups* via interface padrão Elastix (na versão 1.6). Para isso, é preciso clicar no menu *Unembedded FreePBX*, logar no FreePBX e adicionar através do menu *Time Groups*.

Isto pode ser visto como um bug do Elastix, pois para qualquer acesso que envolva controle de horários, é necessário que se cadastrem os *Time Groups*, ao qual não está disponível na interface padrão Elastix.

As condições de horário no Elastix são muito flexíveis. Para este caso, foram criados cinco *Time Groups*, descritos na Tabela 07.

| Nome              | Condição de horário        | Destino se horário conferir | Destino se não conferir          |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Sinfo-Ativomanha  | Seg-a-sexta 8:00 às 12:00  | IVR: SINFO-Suporte01        | TimeCondition: Sinfo-Almoco      |
| Sinfo-Almoco      | Seg-a-sexta 12:01 às 14:00 | Anuncio: Foradohorario      | TimeCondition: Sinfo-AtivoTarde  |
| Sinfo-AtivoTarde  | Seg-a-sexta 14:01 às 18:00 | IVR: SINFO-Suporte01        | TimeCondition: Sinfo-Plantao     |
| Sinfo-Plantao     | Seg-a-sexta 18:30 às 21:00 | FILA: supsisPlantao <8005>  | TimeCondition: Sinfo-FimdeSemana |
| Sinfo-FimdeSemana | Sab-e-Domingos             | Anuncio: Foradohorario      | TimeCondition: Sinfo-Ativomanha  |

Tabela 10: Time Groups no FreePBX

Na sequência de atendimento, após passar pelos *Time Groups*, a chamada é direcionada a uma URA (no inglês padrão da interface, IVR), que solicita a o usuário, através de uma gravação, a digitação de um número: 1 para suporte ao SIGAA, 2 para suporte ao SIPAC, 3 para suporte ao SIGPRH ou 9 para falar com um atendente. Um exemplo da configuração pode ser visto na Figura 15, onde quando o usuário discar a opção 1, ele será direcionado à fila **supsisSIGAA**.

Figura 15: Exemplo de digito na URA

No suporte, em cada turno (com exceção do plantão) ficam geralmente cinco atendentes. A idéia era a montagem de filas de atendimento baseadas nas aptidões de cada atendente em relação aos sistemas cobertos pelo suporte. Foi criada também uma fila geral, que concentra todos os atendentes em uma única fila para os casos onde o usuário não sabe a quem solicitar atendimento.

Figura 16: Filas de suporte

Como é possível ver na Figura 16, as filas são:

- 8001 – Suporte geral;
- 8002 – Suporte SIGAA;
- 8003 – Suporte SIPAC;
- 8004 – Suporte SIGPRH;
- 8005 – Suporte Plantão.

Estes números são conhecidos pelo sistema e configurados na IVR de acordo com o número digitado pelo usuário no momento do atendimento automático.

A fila é como um DAC, que distribui as chamadas aos atendentes de acordo com os parâmetros em sua configuração. Como exemplo, iremos utilizar a fila **supsisGeral <8001>**, que é a fila de atendimento geral, descrita na Tabela 11.

| Parâmetro        | Significado                                                                                                                                                                          | Valor atribuído | Observação                                                                                                                                           |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Queue Number     | Numero a ser discado para entrar na fila.                                                                                                                                            | 8001            |                                                                                                                                                      |
| Queue Name       | Nome ou identificador para a fila.                                                                                                                                                   | supsisGeral     |                                                                                                                                                      |
| Queue Password   | *Opcional* Senha para entrada na fila                                                                                                                                                | “Em branco”     | Parâmetro usado quando não se tem agentes estáticos. Caso seja usado, sempre que um atendente discar o número 8001, será solicitada a senha da fila. |
| CID Name Prefix  | Valor que irá aparecer como parte do identificador de chamadas (Caller ID) quando uma chamada desta fila for para um atendente. Informa basicamente o assunto desejado pelo usuário. | Geral:          | No softphone dos atendentes, o Caller ID ficará:<br>“Geral: <numero_do_chamador>”                                                                    |
| Wait Time Prefix | Caso YES, na identificação passada ao atendente ira junto o tempo total de espera do usuário.                                                                                        | No              |                                                                                                                                                      |
| Alert Info       | Modificações para toques distintos (alguns clientes SIP).                                                                                                                            | “Em branco”     |                                                                                                                                                      |
| Static Agents    | Lista de agentes que serão chamadas para                                                                                                                                             | 5001,2          |                                                                                                                                                      |

|                                   |                                                                                                                                                                               |                                                                              |                                                                                                         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | atender esta fila. Quanto menor o valor depois da vírgula, maior é a prioridade em ser chamado. Usada quando os agentes não se registram nas filas.                           | 5003,0<br>5002,2<br>5004,0<br>5007,0<br>5008,0<br>5006,0<br>5005,0<br>5009,0 |                                                                                                         |
| Agent Announcement                | Anuncio enviado (gravação de voz) ao agente, antes dele atender um usuário de uma fila.                                                                                       | None                                                                         |                                                                                                         |
| Join Announcement                 | Anuncio enviado (gravação de voz) ao usuário que entra em uma fila de atendimento.                                                                                            | None                                                                         |                                                                                                         |
| Music on Hold Class               | Música em espera tocada ao usuário da fila, antes de ser atendido por um agente.                                                                                              | UFRN-mp3                                                                     |                                                                                                         |
| Ringin Instead of MOH             | Faz com que o usuário ouça o som padrão de "chamando" ao invés da música em espera.                                                                                           | Desmarcado                                                                   |                                                                                                         |
| Max Wait Time                     | Tempo máximo que um usuário passa em uma fila, antes de ser desconectado.                                                                                                     | 2 Minutos                                                                    |                                                                                                         |
| Max Callers                       | Quantidade máxima de usuários em uma fila (atendimentos em espera). Caso 0 (zero), não limita o número.                                                                       | 0 (zero)                                                                     |                                                                                                         |
| Join Empty                        | Permite ou não a entrada de usuários em filas vazias. (só funciona no caso de os agentes se registrem nas filas).                                                             | No                                                                           |                                                                                                         |
| Leave When Empty                  | Retira ou não os usuários de uma fila, caso ela fique vazia enquanto o usuário espera. (só funciona caso os agentes se registrem nas filas).                                  | Yes                                                                          | Esta opção está automaticamente desabilitada caso hajam somente agentes estáticos.                      |
| Ring Strategy                     | Estratégia de toque. Forma como as ligações serão distribuídas aos agentes. Os possíveis valores estão descritos no help do próprio parâmetro.                                | Random                                                                       |                                                                                                         |
| Agent Timeout                     | Tempo máximo que irá chamar um atendente (em segundos) antes de tentar os outros.                                                                                             | 15 Segundos                                                                  |                                                                                                         |
| Retry                             | Tempo (em segundos) que o sistema irá esperar para tentar chamar outro atendente.                                                                                             | 0 (zero)                                                                     | Apesar do valor 0 (imediatamente) o sistema leva um tempo próximo a 5 segundos, seria o tempo do aviso. |
| Wrap-Up-Time                      | Tempo (em segundos) que o sistema ficará sem repassar chamados da fila, depois que um agente finalize uma chamada. Seria como um tempo de descanso entre uma chamada e outra. | 0 (zero)                                                                     |                                                                                                         |
| Call Recording                    | Gravar ou não, todas as chamadas destinadas a esta fila.                                                                                                                      | No                                                                           |                                                                                                         |
| Event When Called e Member Status | Referem-se a criação de eventos para o Manager do Asterisk.                                                                                                                   | No                                                                           |                                                                                                         |
| Skip Busy Agents                  | Pula ou não por agentes que estão ocupados (atendendo uma chamada).                                                                                                           | Yes                                                                          | Este parâmetro faz com que sejam selecionados os agentes que estão                                      |

|                                                  |                                                                                                   |                                                      |                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                                                                                                   |                                                      | disponíveis, ao invés de tocar os qu<br>já estão em atendimento.                                                                  |
| Queue Weight,<br>Autfill e Agent<br>Regex Filter | Não serão usadas nesta configuração.                                                              |                                                      |                                                                                                                                   |
| Frequency                                        | Frequência (em segundos) com que os<br>clientes serão avisados de sua posição na<br>fila.         | 15 Segundos                                          |                                                                                                                                   |
| Announce Position                                | Avisar ou não a posição dos clientes na fila.<br>(gravação de voz).                               | Yes                                                  | Dá ao usuário a idéia de que a fila<br>está em movimento.                                                                         |
| Announce Hold<br>Time                            | Anunciar ou não o tempo estimado para<br>atendimento.                                             | No                                                   | Como se trata de um tempo<br>probabilístico, em certos momento<br>pode soar como um tempo<br>impossível de se aguardar.           |
| IVR Break Out<br>Menu e Repeat<br>Frequency      | Não serão usadas nesta configuração.                                                              |                                                      |                                                                                                                                   |
| Fail over<br>destination                         | Direcionamento das chamadas na fila, caso<br>o tempo de espera (Max Wait Time) seja<br>alcançado. | Enviar para um<br>Announcement:<br>PosicoesOcupadas. | Este parâmetro pode ser configurad<br>para que o cliente deixe uma<br>mensagem no correio de voz caso<br>não consiga atendimento. |

Tabela 11: Fila supsisGeral

Como demonstrado na Figura 17, foram criados 11 ramais, sendo 10 do suporte e um para testes (Werneck Costa <3000>).

Figura 17: Ramais criados no Elastix para o Suporte

A criação dos ramais, foi feita através do menu *Extensions*, escolher o tipo do ramal na opção *Device* e clicar em *Submit*.

#### 6.7.6.2. INSTANT MESSAGING

O acesso às configurações do servidor OpenFire é feito através do menu do Elastix, na aba *IM*, onde o administrador efetua o logon e opera o OpenFire. A interface pode ser vista na Figura 18.

**Servidor**
**Usuários/Grupos**
**Sessões**
**Conferência**
**Plugins**
**Asterisk-IM**

**Gerenciamento do Servidor**
**Configurações do Servidor**
**Media Services**
**Gateways**
**Telefone**

**Configurações do Servidor**

Propriedades do Sistema

Idioma e Fuso Horário

Clustering

Listagem de Cache

Banco de Dados

Logs

Configurações de E-mail

Security Audit Viewer

### Configurações do Servidor

Abaixo estão as propriedades para este servidor. Clique no botão "Editar Propriedades" para mudar algumas das configurações do servidor. Algumas configurações não podem ser mudadas.

**Propriedades do Servidor**

Início de Atividade do Servidor: 56 minutos -- started 02/12/2009 00:35:19

Versão: Openfire 3.6.4

Caminho do Openfire: /opt/openfire

Nome do Servidor: elastix.example.com

**Ambiente**

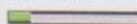
Versão e Fabricante da JVM: 1.6.0\_03 Sun Microsystems Inc. -- Java HotSpot(TM) Server VM

Servidor de Aplicação: jetty-6.1.x

Host Name: elastix.example.com

SO / Hardware: Linux / i386

Idioma / Fuso Horário: pt\_BR / Brasília Time (-3 GMT)

Memória do Java  10,61 MB of 63,31 MB (16,8%) used

**Ignite Realtime News**

The Ignite Realtime feed is currently unavailable.

The Ignite Realtime feed is currently unavailable.

Figura 18: Interface OpenFire

A versão do servidor OpenFire do pacote Elastix 1.6 é a 3.5.1, ao qual não dá suporte à maioria dos plugins disponíveis para o servidor atualmente. Seguindo as recomendações em IGNITE REALTIME, na seção *OpenFire -> Documents -> Upgrades*, foi possível atualizá-lo para a versão mais recente: 3.6.4.

Para cadastrar os usuários do OpenFire, é preciso acessar o menu *Usuários/Grupos -> Criar novo usuário* e preencher: Nome do usuário (usando no logon), Nome (nome real do usuário), E-mail e senha.

Para cada ramal do Elastix, foi criado um usuário com a ideia de integrar o OpenFire como o Asterisk para ter os serviços de voz e IM através de uma mesma interface. A integração pode ser feita através do uso de um dos plugins: *Asterisk-IM* ou *SIP Phone Plugin*.

Os dois plugins foram instalados, porém, tentando manter a máxima compatibilidade foi utilizado, em primeiro momento, o plugin Asterisk-IM. Este plugin, mesmo instalado a partir do site do projeto, possui um pequeno bug que não permite a conexão com servidores Asterisk.

Seguindo o documento *Elastix Connection* (P. 179), foi possível a correção do bug após a edição de um dos arquivos de esquema de banco de dados. Depois da correção, o plugins foi instalado corretamente.

Após a instalação do plugin foi preciso configurar a conexão entre o OpenFire e o Elastix. Configuração feita em duas partes:

1. Edição do arquivo *manager\_custom.conf* através do menu *PBX -> Tools -> File Editor*, adicionando o seguinte trecho de código:

```
[openfire]
secret = openfire
deny=0.0.0.0/0.0.0.0
permit=127.0.0.1/255.255.255.0
permit=0.0.0.0/0.0.0.0
read = system,call,log,verbose,command,agent,user
write = system,call,log,verbose,command,agent,user
```

Tabela 12: Configurando um usuário OpenFire, para o Manager do Asterisk

Este código cria um usuário para acesso ao manager do Asterisk, possibilitando que aplicações externas (como o OpenFire) controlem certos aspectos do Asterisk, vindas de qualquer endereço em qualquer rede (em nível de testes primários).

2. Configurar o plugin Asterisk-IM para se conectar ao Elastix e trabalhar com os ramais, através do menu *IM -> Asterisk-IM -> Add Server*, como pode ser visto na Figura 16.



Figura 19: Asterisk-IM - Conexão com servidor Asterisk

3. Criar o mapeamento entre os ramais do Elastix e os usuários do OpenFire:
  - É possível visualizar ainda na Figura 19, o menu *Phone Mapping*. É por ele que os mapeamentos são feitos.

Para as estações de trabalho, foi escolhido o cliente *Spark* nas versões 2.58 e 2.6Beta2, por serem versões em estágios diferentes, uma estável e outra em testes (Beta).

Nesta etapa surgiu um problema ao tentar instalar o *Spark* em computadores com sistema operacional Linux *Ubuntu 9.10 X86\_64*. Tratava-se de problemas com a versão da máquina virtual Java. Para resolver, foi necessário a instalação de uma máquina virtual

diferente da que o projeto Ubuntu recomenda para o sistema. A versão exigida pelo *Spark* foi a **ia32-sun-java6-bin**, instalada a partir do comando *apt-get install ia32-sun-java6-bin*.

Nos computadores com sistema operacional Windows, não houve problemas com a instalação do *Spark*.

#### 6.7.6.3. CORREIO DE VOZ

O sistema de correio de voz do Elastix, basicamente, pode trabalhar de duas maneiras:

- Método padrão: As mensagens ficarão gravadas dentro do PABX e serão acessadas via telefone;
- Método voice-to-mail: As mensagens serão recebidas, gravadas, enviadas ao um e-mail e depois apagadas do PABX.

Como a idéia é diminuir ao máximo os locais que o usuário precise checar para receber suas mensagens, foi escolhido o segundo método. Todos os funcionários da SINFO têm seu próprio endereço de e-mail @info.ufrn.br e utilizam-no como e-mail institucional.

Como os atendentes trabalham por turnos, ficaria inviável o envio das mensagens para um dos atendentes. Para este caso, foi escolhido o e-mail do gerente do suporte como caixa principal do correio de voz. Este foi usando como desvio nas filas para os casos onde os usuários passassem do tempo máximo especificado em *Max Wait Time*.

As configurações do Correio de voz envolveram dois passos:

1. Através do menu *PBX -> Tools -> File Editor*, edição dos arquivos *vm\_email.inc* e *vm\_general.inc* (ambos em */etc/asterisk*):
  - *vm\_general.inc*: Arquivo de configurações gerais como remetente do e-mail, formato do arquivo de áudio, se a mensagem será enviada junto com o e-mail de aviso e etc. O arquivo pode ser visto nos Anexos como *vm\_general.inc*.
  - *vm\_email.inc*: Corpo do e-mail (formação interna) que será enviado ao destinatário. Pode contar com o uso de variáveis como o tamanho da mensagem ou mesmo o Caller ID.
2. Desvio nas filas após o tempo *Max Wait Time*.
  - Na configuração das filas, o parâmetro *Fail Over Destination* foi configurado para enviar as mensagens de correio de voz à caixa de e-mails como indicado na Figura 20.

### Fail Over Destination

☐ IVR:

☐ Terminate Call:

☐ Extensions:

☒ Voicemail:

☐ Phonebook Directory:

Figura 20: Desvio para voice-mail

#### 6.7.7. APLICAÇÃO

Após as configurações vistas na seção 6.5.1.3 o ambiente estava pronto para os testes de uso.

O aplicativo cliente *Spark* foi instalado nas estações de trabalho, tanto para os sistemas Windows quanto Linux, com algumas modificações para o caso do Linux como relatado na seção 6.5.1.3. Para o funcionamento do Asterisk-IM, além do plugin no servidor, não é necessário a instalação de nenhum software extra nas estações, somente o *Spark*. Para efetuar chamadas no *Spark*, o usuário precisa clicar no menu *Ações* -> *Chamar número*.

Mesmo utilizando a versão mais nova do OpenFire e do Spark o sistema não funcionou da forma esperada, pois apesar do Spark logar no OpenFire, o mesmo não conseguiu efetuar nem receber ligações.

Na tentativa de efetuar chamadas, o *Spark* permanecia estático, sem tela de erro ou avisos, como mostrado na Figura 21.



Figura 21: Spark discado número SIP

Em se tratando do Asterisk, é possível visualizar todo o andamento das chamadas pela interface CLI (comando **asterisk -r** via terminal) inclusive erros. O CLI permaneceu estático, demonstrando que não estava recebendo ou enviando nenhuma solicitação do cliente Spark.

No OpenFire, seção *Servidor -> Logs* descrito nos Anexos como “Erros OpenFire + Asterisk-IM”, é possível verificar alguns erros na tentativa do usuário do ramal 5001 ligar para o ramal 5000.

Como o plugin Asterisk-IM data sua última atualização em 02 de novembro de 2007, foi testado com duas versões do servidor OpenFire: A 3.5.1 que vem junto ao Elastix 1.6 e a 3.6.4 atualizada a partir do site do fabricante. Infelizmente nenhuma das duas funcionou corretamente, bem como o Spark em suas duas versões.

Para sanar dúvidas com relação à utilização do Elastix como o PABX para o OpenFire, foi utilizado para testes um outro computador com Linux Debian Kernel 2.6.30-2-686 + Asterisk 1.4.26.2 ao qual isentou problemas com o Elastix ou qualquer coisa inerente ao sistema operacional do PABX, pois o quadro permaneceu o mesmo.

De acordo com postagens em **Forum OpenFire, Plugin Asterisk-IM**, há relatos de funcionamento do Asterisk-IM em servidores OpenFire versão 3.3.2.

Apesar de tentar manter a compatibilidade usando o Asterisk-IM, como visto, não foi possível o desejado. Neste caso, foi utilizado como alternativa o plugin SIP PHONE, por prometer conectividade entre o SPARK e qualquer provedor SIP.

A instalação do plugin SIP PHONE só pode ser feita em servidores OpenFire com versão a partir da 3.6. A versão 3.6.4 foi utilizada.

A instalação do SIP PHONE é feita no servidor através do menu *Plugins -> Plugins Disponíveis* e no cliente através do menu *Spark -> Plugins -> Plugins Disponíveis*. As duas instalações necessitam de conexão com a internet.

De acordo com os testes, foi possível verificar que o plugin SIP PHONE não funciona em sistemas operacionais Linux e segundo o **Forum OpenFire, Plugins**, não existe previsão para o suporte ao Linux.

Mesmo sem suporte ao Linux, o SIP PHONE ficou em testes nos sistemas operacionais Windows (Xp e Vista). Ocorreram diversos problemas decisivos na escolha do Spark como cliente. O mais grave foi o delay constante e permanente para início da comunicação entre usuários e atendentes. Após o atendente pegar a chamada, levava entre 7 e 20 segundos para o áudio ser sincronizado, ou seja, impossível utilizá-lo.

Não restou alternativa a não ser escolher outro cliente com a mesma idéia de trabalho que o Spark: IM + Voz.

Dentre os clientes testados, é possível citar:

1. **Coccinella 0.96.14**: Suporte a IAX, IM, mas com interface não muito convencional. Não possui instalador, somente versão "live";
2. **Pidgin 2.6.3**: Boa interface, conexão com várias redes (MSN, GTALK e etc.), mas sem suporte a provedores SIP (somente SIMPLE);
3. **Spark WEB**: Interface WEB para o cliente Spark. Boa idéia, mas sem suporte aos plugins;
4. **TrillianAstra 4.0 b119**: Não funciona sem internet e não suporta provedores SIP independentes;
5. **Sip-communicator 1.0 alpha3 build.2169**: Boa promessa. Aceita qualquer provedor SIP, acesso a diversas redes IM (Jabber local, MSN, GTALK, ICQ, YAHOO dentre outras).

Outros clientes foram testados, mas o que chegou mais próximo das características esperadas foi o **Sip-communicator**. Apesar da interface simples, possibilita acesso a diversas redes de comunicação, inclusive para várias contas simultaneamente. Outro ponto positivo é que ele possui versões para Linux e Windows. Isto surgiu como uma esperança de poucas alterações, pois chegou a ser cogitada a mudança em massa dos sistemas operacionais do setor de suporte para plataforma Microsoft.

A instalação do Sip-communicator é dependente da máquina virtual JAVA, ao qual já é instalada/atualizada automaticamente no momento da instalação.

A Figura 22 demonstra a interface do Sip-communicator.



Figura 22: Interface Sip-communicator

Antes dos testes com o Sip-communicator, foi preciso algumas configurações no aplicativo.

A primeira delas foi a modificação das notificações, pois são tons, em certos casos, insuportáveis (como o tom de ocupado). Esta modificação foi feita no Sip-communicator através do menu *Ferramentas* -> *Preferências* -> *Notificações*. Os únicos tons que permaneceram foram os básicos, ligações de entrada (*incomingCall*) e tom de chamada (*OutgoingCall*).

A conta SIP criado no Elastix foi configurada em *Ferramentas* -> *Preferências* -> *Contas*. Para cada atendente do suporte, foram configuradas duas contas: A conta SIP do Elastix e a conta Google para a rede Gtalk. Neste ponto, as contas criadas no OpenFire não seriam mais utilizadas.

Neste ponto começaram os testes com o aplicativo. Em um primeiro momento, foi notado que havia um pequeno *delay* entre a fala de um usuário e a de um atendente (algo entre 1,5 e 3 segundos), mas, como se trata de uma rede de médio porte, imaginou-se que a causa seria o alto tráfego de informações.

Além dos testes com ligações vindas da fila, foram feitos testes com ligações entre os ramais, por exemplo, o ramal 5000 chamando o 5001. Neste teste, notou-se que após a 1ª chamada, as demais ficavam sem qualidade, com o famoso efeito “picotando” (com muitos cortes ou saltos entre as palavras). Em outras palavras, inutilizava as chamadas.

Este problema foi resolvido através de configurações no aplicativo feita em *Ferramentas -> Preferências -> Media*, trocando o valor em *Audio System* de *Java Sound* para *Port Audio*.

Os demais testes foram com as ligações vindas das filas.

Apesar de ser o aplicativo que mais chegou próximo ao desejado, o Sip-communicator possui muitos problemas e alguns em funções muito básicas de um aplicativo desta classe. Problema na transferência de chamadas ou mesmo transferindo em diversos casos, ficando a chamada “presa”.

Outro problema grave acontecia quando o atendente tentava colocar a chamada em espera ou mudo, para, por exemplo, falar com outro atendente ou com o gerente sem que o usuário ouvisse a conversa. Neste momento, poderiam acontecer dois problemas: Ou a opção não funcionava (mudo ou espera) ou o aplicativo era fechado e finalizava a chamada sem avisos ao cliente ou atendente.

Estes problemas fizeram com que o Sip-communicator saísse das aplicações cotadas para uso na SINFO.

#### 6.7.8. RESULTADOS

A aplicação deste projeto gerou as seguintes expectativas:

1. Identificação das chamadas de entrada e seus destinos (Filas);
2. Maior quantidade de atendimentos simultâneos (entrada e saída);
3. Maior disponibilidade de ramais para efetuar ou receber chamadas;
4. Utilização de uma mesma interface para voz e texto;
5. Menor quantidade de chamadas perdidas (correio de voz).

De acordo com tudo o que foi executado, só não foi coberto o ponto 4, pois dos diversos aplicativos testados, nenhum deles atendeu a forma satisfatória e planejada para o quesito comunicação unificada.

Para o caso da SINFO os aplicativos do lado cliente (Spark e Sip-communicator) não atenderam a demanda. Já a configuração dos serviços de voz e correio de voz será aproveitada em sua totalidade.

Apesar de não ter sido possível a utilização do Elastix em sua melhor forma, se tratando de aplicação e protocolos abertos, foi possível utilizar o SoftPhone que é praticamente o padrão entre os usuários VoIP. Este SoftPhone (proprietário) é o ConterPath X-Lite, em sua **versão 3.0 Build 47546** visto na Figura 23. Para cliente IM, foi utilizado o GTALK.



Figura 23 – CouterPath X-Lite

## 7. CONCLUSÃO

As aplicações livres para clientes de comunicação unificada, não estão maduras o suficiente para suprir as demandas reais das instituições atuais. De acordo com os testes efetuados, esta realidade se confirmou com o aparecimento de problemas básicos nos aplicativos.

Por outro lado, as demais demandas da SINFO foram totalmente atendidas pelo lado servidor. O Elastix se mostrou uma suíte de aplicativos completa e robusta, ao ponto de não demonstrar nenhum problema durante o deploy do projeto.

Algumas das funções do Elastix foram deixadas à parte, pois não cabiam na aplicação proposta.

É possível concluir que uma solução ideal para as organizações, seria reunir em um mesmo cliente (mesmo que usando mais de um servidor), o suporte a:

- Conexão SIP ou IAX (para atendentes internos e externos);
- Interações de um PABX: Chamadas em espera, transferência de chamadas, conferência;
- Conexão com redes mistas de Instant Messaging (GTALK, MSN e etc);
- Suporte a sistemas operacionais Windows, Linux e MAC;
- Controles efetuados pelo servidor.

A SINFO pretende utilizar a estrutura feita sob o Elastix, mas com clientes distintos para cada aplicação: CouterPath X-Lite para voz e o Google GTALK pra rede Instant Messaging.

## 8. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Asterisk.org. **About Asterisk**. Disponível em <http://www.asterisk.org/about>. Acesso em 18/08/2009.

COLCHER, Sergio *et al.* **VoIP: Voz sobre IP**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005

COMER, Douglas E. **Redes de computadores e internet**, Porto Alegre: BookMan, 2001. - Traduzida da versão original em inglês "*Computer Networks and Internets with Internet*" em Prentice Hall 2000.

DAVIDSON, Jonathan. [et al.] **Fundamentos de VoIP - Segunda edição**. Porto Alegre: Bookman, 2008 - Traduzido do original inglês "*Voice over IP Fundamentals (2nd Edition)*" em Indianapolis: Cisco Press, 2008.

Diego L. Cardoso , Lamartine V. de Souza , Marcelino S. Silva , Marcos C. Seruffo , Dario Russilo , Agostinho L. S. Castro , Jaume Rius i Riu. **Triple Play sobre ADSL2+ na Região Amazônica: Um Estudo de Caso envolvendo Experimentações e Simulações**. IN: [SEMISH] XXXIV. 2007, Rio de Janeiro - RJ

Elastix Connection, **Elastix Without Tears**. Disponível em [http://www.elastixconnection.com/downloads/elastix\\_without\\_tears.pdf](http://www.elastixconnection.com/downloads/elastix_without_tears.pdf). Acessos: 10/03/09 e 20/11/2009.

Elastix. **Comunicaciones Unificadas, Volume 1**. Disponível em [http://www.elastix.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=137&Itemid=60](http://www.elastix.org/index.php?option=com_content&task=view&id=137&Itemid=60) Acessos: 01 a 14/04/2009.

FERNANDES, Nelson Luiz Leal. **Voz sobre IP: Uma visão geral**. Disponível em: <[http://www.ravel.ufrj.br/arquivosPublicacoes/nelson\\_voip.pdf](http://www.ravel.ufrj.br/arquivosPublicacoes/nelson_voip.pdf)>. Acesso em 20/03/2009.

Forum OpenFire, Plugin Asterisk-IM. Disponível em <http://www.igniterealtime.org/community/thread/28619>. Acesso em 15/09/09

Forum OpenFire, **Plugins**. Disponível em <http://www.igniterealtime.org/community>. Acesso em 15/09/09

GONÇALVES, Flávio Eduardo de Andrade. **Asterisk PBX: Guia de configuração. Como construir e configurar um PABX com Software Livre**. Versão 1.4. Curitiba, Voffice Networks: 2005.

IEC. **Unified Communication**. Disponível em [http://www.iec.org/online/tutorials/acrobat/unified\\_comm.pdf](http://www.iec.org/online/tutorials/acrobat/unified_comm.pdf). Acesso em 02/11/09.

IEC. **Unified Messaging**. Disponível em <http://www.iec.org/cgi-bin/acrobat.pl?filecode=147>. Acesso em 02/11/09.

IETF, RFC 2543. **SIP - Session Initialization Protocol**. Disponível em: <http://tools.ietf.org/rfc/rfc2543.txt>. Acesso em 09/09/09

IGNITE REALTIME. **OpenFire, Spark e Plugins**. Disponível em <http://www.igniterealtime.org/projects>. Acesso em 10 a 20/10/09.

ISO 1984 - International Organization for Standardization / International Eletrotechnical Committee. "**Information Processing Systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 1: Basic Reference Model**". *International Standard 7498-1*, 1984.

ISO 1992 - International Organization for Standardization / International Eletrotechnical Committee. "**Information technology - Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 1: Basic Reference Model (Revision of First Edition – ISSO 7498:1984)**". *Draft international Standard ISSO/IEC DIS 7498-1*, 1992.

ITU-T - **Recommendation P.800. "Methods for Subjective Determination of Transmission Quality"**, Agosto, 1996.

\_\_\_\_\_, I.112. "**Integrated Services Digital Network (ISDN) - VOCABULARY OF TERMS FOR ISDNs**", Março, 1993.

\_\_\_\_\_, I.120. "**Integrated Services Digital Network (ISDN)**", Março, 1993.

ITU-T, **Serie G**. Disponível em <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/en>. Acesso 10 de setembro de 2009

MEGGELEN, Jin Van. MADSEN, Leif. e SMITH, Jared. **Asterisk: The Future Of Telephony - Segunda edição**. Sebastopol, CA: O'REILLY, 2007.

POSTFIX, **The Postfix Home page**. Disponível em <http://www.postfix.org/start.html>. Acesso em 16/09/2009.

SIEMENS TELECOMUNICAÇÕES, **Real-time Communications – Hipath8000**. Disponível em: <http://www.siemens.com.br/templates/q/coluna1.aspx&channel=7445> e Acesso em 02/11/2009.

SIEMENS TELECOMUNICAÇÕES. **Glossário Siemens**. Disponível em: [http://www.siemens.com.br/templates/glossario.aspx?channel=113&channel\\_pri\\_nivel=110](http://www.siemens.com.br/templates/glossario.aspx?channel=113&channel_pri_nivel=110) Acesso em 01 a 14/04/2009.

SPARK, **Cliente IM**. Disponível em <http://www.igniterealtime.org/projects/spark>. Acesso em 10/07 e 20/10/09.

TORRES, Gabriel. **Redes de computadores, curso completo**. Rio de Janeiro: Editora Axcel Books, 2001.

UFRN, Departamento de Engenharia Elétrica. **Manual de Telefonia Básica**. Disponível em: [http://www.dee.ufrn.br/telefonia\\_basica\\_FINAL.pdf](http://www.dee.ufrn.br/telefonia_basica_FINAL.pdf). Acesso em 01/04/09.

WIKIPEDIA. **Fax**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Fax> e Acesso em 20/08/09.

WIKIPEDIA. **IM**. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Instant\\_Messaging](http://pt.wikipedia.org/wiki/Instant_Messaging). Acesso em 14/04/2009.

WIKIPEDIA. **Softswitch**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Soft-Switch>. Acesso em 14/04/2009.

WIKIPEDIA. **Unified Communications**. Disponível em:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Unified\\_communications](http://en.wikipedia.org/wiki/Unified_communications). Acesso em 5 a 14/04/2009.

WIKIPEDIA. **Unified Messaging**. Disponível em  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Unified\\_messaging](http://en.wikipedia.org/wiki/Unified_messaging). Acesso em 02/11/09.

WIKIPEDIA. **Unified Messaging**. Disponível em  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Unified\\_messaging](http://en.wikipedia.org/wiki/Unified_messaging). Acesso em 02/11/09.

## 9. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ASTERISK **CookBook** Disponível em:  
[http://www.asteriskcookbook.com/wiki/index.php/Main\\_Page](http://www.asteriskcookbook.com/wiki/index.php/Main_Page)>. Acesso em: 25 maio 2009.

VOICE over IP Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Voice\\_over\\_IP](http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP)>. Acesso em: 20 abr. 2009.

COMPARAÇÃO de software VoIP: Frameworks e Bibliotecas. Disponível em: <  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Compara%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_software\\_VoIP#Frame](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Compara%C3%A7%C3%A3o_de_software_VoIP#Frameworks_e_Bibliotecas)  
[works\\_e\\_Bibliotecas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Compara%C3%A7%C3%A3o_de_software_VoIP#Frameworks_e_Bibliotecas)>. Acesso em: 21 abr. 2009.

IPNEWS: Noticias e novidades sobre telefonia IP Corporativa. Disponível em:  
<http://www.ipnews.com.br/voip/>>. Acesso em: 12 abr. 2009.

DICAS VoIP: Artigos, cursos e informações sobre Asterisk, Elastix e correlatos. Disponível em: <<http://www.dicasvoip.voipcenter.com.br/>>. Acesso em: 14 mar. 2009.

74 Open Source VoIP Apps & Resources: (74 aplicações e recursos para VoIP). Disponível em: <[http://www.voipnow.org/2007/04/74\\_open\\_source\\_.html](http://www.voipnow.org/2007/04/74_open_source_.html)>. Acesso em: 20 ago. 2009.

Central OSVoip - Open Source VoIP: <http://www.os-voip.com/about/>

PORTAL IPNEWS. As 25 maiores inovações de VoIP em 2008. Disponível em:  
[http://www.ipnews.com.br/telefoniaip/index.php?option=com\\_content&id=15439&task=vie](http://www.ipnews.com.br/telefoniaip/index.php?option=com_content&id=15439&task=view)  
[w](http://www.ipnews.com.br/telefoniaip/index.php?option=com_content&id=15439&task=view)>. Acesso em: 20 abr. 2009.

ESTADOS UNIDOS. The Library Of Congress. N. The Alexander Graham Bell Family Papers: Time Line of Alexander Graham Bell, 1847-1869. Disponível em:  
<http://memory.loc.gov/ammem/bellhtml/belltime.html>>. Acesso em: 29 mar. 2009.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Forças Armadas.. CHAPTER III: THE LATER YEARS, 1950 – 1963 . Disponível em:  
<http://www.jackson.army.mil/Museum/History/CHAPTER%20III.html>>. Acesso em: 21 mar. 2009.

CISCO. Autor (Org.). Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption: Document ID: 7934. Disponível em:  
[http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies\\_tech\\_note09186a0080094ae2.s](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml)  
[html](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml)>. Acesso em: 21 mar. 2009.

PRINCÍPIOS da telefonia Disponível em: <<http://www2.ee.ufpe.br/codec/telefonia.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2009.

SOARES, Marco (Engenheiro). Telefones - Princípios de operação dos primeiros aparelhos. Disponível em: <[http://www.mspc.eng.br/eletro/telef\\_110.shtml](http://www.mspc.eng.br/eletro/telef_110.shtml)>. Acesso em: 18 mar. 2009.

VOIP-INFO (Org.). Codecs. Disponível em: <<http://www.voip-info.org/wiki/view/Codecs>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

## Anexos

### Asterisk – Prompts de voz em PT\_BR:

Para que o Asterisk (ou no caso Elastix) possa ter os Prompts (falas) em português, primeiro é necessário possuir os sons em português.

Uma parte deles pode ser obtido no site do projeto Disc'os em [http://ufpr.dl.sourceforge.net/sourceforge/disc-os/Disc-OS-Sounds-1.0-pt\\_BR.tar.gz](http://ufpr.dl.sourceforge.net/sourceforge/disc-os/Disc-OS-Sounds-1.0-pt_BR.tar.gz)

E a outra parte, foi obtida da instalação do IP PABX MeucciBE ([digivoice.com.br](http://digivoice.com.br)).

Após reunir todos os arquivos, é possível notar que as pastas estão organizadas de formas diferentes. Isto acontece porque o MeucciBE utiliza o Asterisk 1.2 e o áudio do projeto Disc'os está organizado no padrão do Asterisk 1.4.

Como o Elastix possui o Asterisk 1.4, foi utilizado o padrão dos arquivos do projeto Disc'os.

Depois de estar com todos os arquivos, é preciso padronizar o formato, pois o áudio do MeucciBE possui o formato GSM e o do Disc'os WAVE.

Foi escolhido o formato WAVE. Todo o áudio foi convertido para este padrão e organizado da seguinte forma:

No diretório `/var/lib/asterisk/sounds/` foi criado o subdiretório `pt_BR`.

Todos os arquivos precisam ser colocados dentro do diretório `pt_BR` na seguinte hierarquia:

`/var/lib/asterisk/sounds/pt_BR`

`/var/lib/asterisk/sounds/pt_BR/phonetics`

`/var/lib/asterisk/sounds/pt_BR/letter`

`/var/lib/asterisk/sounds/pt_BR/digits`

Após isto, é necessário que no arquivo `/etc/asterisk/sip_general_custom.conf` seja adicionado a linha `language=pt_BR` e que o servidor seja reiniciado.

A partir de agora, todas as conversações que envolvam o protocolo SIP, irão obedecer a linguagem `pt_BR`, salve para os ramais que tenham um código diferente de linguagem.

### **vm\_general.inc**

; As linhas com ponto-e-virgula (;) são comentários e não são vistos pelo sistema.  
; Formato do arquivo a ser enviado (padrão wav);  
`format=wav49|wav`

`attach=yes` ; Enviar ao e-mail a mensagem de voz em anexo

pbxskip=yes ; Não colocar [PBX]: Na linha de "Assunto" no e-mail  
 serveremail=voicemail@info.ufrn.br ; Endereço de e-mail que aparecerá como remetente  
 fromstring=Sistema de Voicemail ; Campo nome do remetente no e-mail  
 maxmessage=180 ; Tamanho máximo (tempo em segundos) para mensagens de voz  
 minmessage=0 ; Tamanho mínimo (tempo em segundos) para mensagens de voz  
 maxsilence=5 ; Tempo máximo de silêncio para finalizar a gravação  
 silencethreshold=128 ; What do we consider to be silence  
 skipms=3000 ; How many miliseconds to skip forward/back when rew/ff in message playback  
 review=no ; Possibilita a quem está deixando o recado ouvir ou não depois de ter gravado (foi escolhido não possibilitar)  
 operator=yes ;  
 nextaftercmd=yes ; Parâmetro para os usuários do voice-mail. Para os caso de estar ouvindo a mensagem pelo telefone, se configurado com "yes", irá tocar automaticamente uma mensagem depois da outra.

#### **vm\_email.inc**

; A linha emailsubject= representa o assunto do e-mail e a emailbody= o corpo do e-mail, ou seja e próprio e-mail.  
 ; Podem ser usadas variáveis junto ao e-mail. Estas são:  
 ; VM\_NAME: Nome do voice mail (nome do ramal)  
 ; VM\_DUR: Tempo (em segundos) da duração da mensagem de voz  
 ; VM\_MSGNUM: Identificador da mensagem, caso hajam várias  
 ; VM\_MAILBOX,  
 ; VM\_CALLERID: Número do telefone do usuário que deixou a mensagem  
 ; VM\_DATE: Data em que a mensagem foi gravada  
  
 emailsubject=Correio de voz: Nova mensagem!  
 emailbody=Prezado(a) \${VM\_NAME},\n\nExiste uma nova mensagem de correio de voz:\n\n\tOrigem:\t\${VM\_CALLERID}\n\tTamanho:\t\${VM\_DUR} segundos\n\tData:\t\${VM\_DATE}\n\nVoce pode ouvir a mensagem clicando no anexo deste e-mail.\nQualquer duvida, entre em contato com o suporte.\n

**Erros OpenFire + Asterisk-IM:**

2009.12.02 12:43:17

[org.jivesoftware.openfire.nio.ConnectionHandler.exceptionCaught(ConnectionHandler.java:110)]

java.lang.AbstractMethodError:

org.jivesoftware.phone.xmpp.PresenceLayerer.resourceBound(Lorg/jivesoftware/openfire/session/Session;)V

at

org.jivesoftware.openfire.event.SessionEventDispatcher.dispatchEvent(SessionEventDispatcher.java:79)

at org.jivesoftware.openfire.handler.IQBindHandler.handleIQ(IQBindHandler.java:140)

at org.jivesoftware.openfire.handler.IQHandler.process(IQHandler.java:49)

at org.jivesoftware.openfire.IQRouter.handle(IQRouter.java:349)

at org.jivesoftware.openfire.IQRouter.route(IQRouter.java:101)

at org.jivesoftware.openfire.spi.PacketRouterImpl.route(PacketRouterImpl.java:68)

at org.jivesoftware.openfire.net.StanzaHandler.processIQ(StanzaHandler.java:299)

at org.jivesoftware.openfire.net.ClientStanzaHandler.processIQ(ClientStanzaHandler.java:79)

at org.jivesoftware.openfire.net.StanzaHandler.process(StanzaHandler.java:264)

at org.jivesoftware.openfire.net.StanzaHandler.process(StanzaHandler.java:163)

at

org.jivesoftware.openfire.nio.ConnectionHandler.messageReceived(ConnectionHandler.java:133)