

Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e
Pesquisas Computacionais**

Francisco Rogério de Paula Ribeiro

ASTERISK:

**Proposta de implantação no
Ministério da Defesa**

Rio de Janeiro

2014

Francisco Rogério de Paula Ribeiro

ASTERISK:

Proposta de implantação no

Ministério da Defesa

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Gerência de Redes de Computadores no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet do Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais da Universidade Federal do Rio de Janeiro – NCE/UFRJ.

Orientador:

Claudio Miceli Farias, M.Sc., UFRJ, Brasil

Rio de Janeiro

2014

Francisco Rogério de Paula Ribeiro

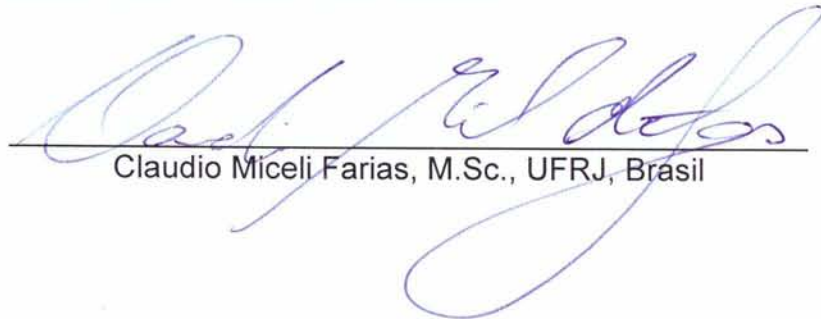
ASTERISK:

Proposta de implantação no

Ministério da Defesa

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Gerência de Redes de Computadores no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet do Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais da Universidade Federal do Rio de Janeiro – NCE/UFRJ.

Aprovada em março de 2014.



Claudio Miceli Farias, M.Sc., UFRJ, Brasil

Dedico este trabalho a Deus e a meus queridos pais que tanto me deram apoio e forças para continuar.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a meus superiores hierárquicos que confiaram na minha capacidade e dedicação.

RESUMO

RIBEIRO, Francisco Rogério de Paula. **ASTERISK: Proposta de implantação no Ministério da Defesa**. Monografia (Especialização em Gerência de Redes e Tecnologia Internet). Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

Estudo e avaliação de sistema voip implementado em órgão do Ministério da Defesa. Este sistema foi configurado com o objetivo de atender a grande necessidade de redução dos custos com telefonia e permitir ainda uma redundância em caso de falha da telefonia convencional, o sistema foi desenvolvido pela Cisco Systems, e como em todo os seus produtos, é obrigatório o pagamento de licenças tanto de software como de hardware. Será feito uma série de testes operacionais que terá como objetivo determinar uma topologia ideal para todos os equipamentos escolhidos. Assim disposto nesse cenário o objetivo final é determinar uma solução viável do ponto de vista de sua implementação e gerenciamento posterior, aliado ao seu baixo custo de operação, como modelo temos a substituição do padrão atual Cisco, por uma solução via software livre Asterisk , e com essa modificação obter resultados mais eficientes, que incorporem novas funcionalidades e melhores resultados operacionais.

ABSTRACT

RIBEIRO, Francisco Rogério de Paula. **ASTERISK: Proposta de Implantação no Ministério da Defesa**. Monografia (Especialização em Gerência de Redes e Tecnologia Internet). Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

Study and evaluation of voip system implemented in a Ministry of Defence. This system was set up with the objective of meeting the great need to reduce telephony costs and still allow for redundancy in case of failure of conventional telephony, the system was developed by Cisco Systems, and as with all their products, it is mandatory to payment of licenses both software and hardware. A series of operational tests that will aim to determine an optimal topology for all equipment will be chosen. So in this scenario provided the ultimate goal is to determine a feasible solution from the point of view of their implementation and subsequent management and even combined with its low cost of operation, we have modeled the replacement of the current standard Cisco for a solution via free software Asterisk, with this modification more efficient results incorporating new features and improved operating results.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Componentes VoIP	16
Figura 2 - Estrutura do Sistema	21
Figura 3 - Placa XP100P	24
Figura 4 - Placa Série 400	24
Figura 5 - Sistema Proposto	26
Figura 6 - Arquivo sip.conf	30
Figura 7 - Arquivo sip.conf	30
Figura 8 - Arquivo extensions.conf	31
Figura 9 - Arquivo extensions.conf	31
Figura 10 - Rede Rio	36
Figura 11 - Rede Brasília	37
Figura 12 - Smartphone	37
Figura 13 - Ping	38
Figura 14 - Traceroute	39
Figura 15 - Topologia do teste	40
Figura 16 - Topologia do teste simulado	42
Figura 17 - Interface do softphone X-Lite	43
Figura 18 - Página inicial de testes Myconnection	44
Figura 19 - Sumário de teste	47
Figura 20 - Relação entre jitter e pacotes perdidos	48
Figura 21 - Wireshark início da conexão	49
Figura 22 - Wireshark conexão estabelecida	50
Figura 23 - Wireshark final da conexão	50
Figura 24 - Wireshark chamadas detectadas	51
Figura 25 - Wireshark origem e destino de RTP	51

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Protocolos suportados pelo Callmanager	20
Tabela 2 - IPs usados nos equipamentos de teste	43
Tabela 3 - Avaliação de MOS (Mean Opinion Score)	46

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 - Pacotes para instalação	28
Quadro 2 - Instalação do Dahdi	28
Quadro 3 - Instalação do Openr2	29
Quadro 4 - Instalação do Asterisk	29
Quadro 5 - Arquivo sip.conf do Rio de Janeiro	32
Quadro 6 - Arquivo sio.conf de Brasília	33
Quadro 7 - Servidor do Rio de Janeiro parte 1	33
Quadro 8 - Servidor do Rio de Janeiro parte 2	34
Quadro 9 - Servidor de Brasilia parte 1	34
Quadro 10 - Servidor de Brasilia parte 2	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CODEC	Codificador/Decodificador
DLU	Device License Unit
IAX	Inter Asterisk Exchange
IETF	Internet Engineering Task
ISSO	International Telecommunication for Standardization
MGCP	Media Gateway Control Protocol
OSI	Open Systems Interconnection
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PBX	Private Branch Exchange
PSTN	Public Switched Telephone Network
RFC	Request for Comment
RTCP	RTP Control Protocol
RTP	Real-Time Transport Protocol
SCTP	Stream Control Transmission Protocol
SDP	Session Description Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
SSL	Secure Socket Layer
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VLAN	Virtual Lan
VOIP	Voice Over IP
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Área Network

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS	14
1.2 ORGANIZAÇÃO	14
2 AVALIAÇÃO GLOBAL DO CENÁRIO EXISTENTE	15
2.1 CONCEITOS DE VOIP	15
2.2 PROTOCOLO SIP	17
2.3 CISCO CALLMANAGER	19
2.4 ASTERISK	21
3 IMPLANTAÇÃO DO ASTERISK	25
3.1 PROPOSTA	24
3.2 FALHAS NA IMPLEMENTAÇÃO ATUAL	26
3.3 INSTALAÇÃO DOS SERVIDORES ASTERISK	27
3.4 SIP TRUNK ENTRE SERVIDORES ASTERISK	32
4 TESTES OPERACIONAIS	36
4.1 INICIO DO TESTE	36
4.2 DESEMPENHO DA REDE	38
4.3 TOPOLOGIA DOS EQUIPAMENTOS	39
4.4 ESPECIFICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS USADOS	40
4.5 RESULTADO DOS TESTES OPERACIONAIS	41
4.6 TESTES EM AMBIENTE SIMULADO	42
4.7 RESULTADO DOS TESTES EM AMBIENTE SIMULADO	53
5 CONCLUSOES	54
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

Na década de 90 com a popularização dos computadores pessoais, novos serviços e dispositivos voltados para a área de telefonia tiveram um grande desenvolvimento, o que proporcionou o aparecimento da telefonia transmitida pela internet, o VoIP (*Voice over Internet Protocol*) (LINS - 2011) passou a ser comum nas casas e empresas espalhadas pelo mundo.

Com o passar dos anos a telefonia sobre IP (*Internet Protocol*) (LINS – 2011) evoluiu a passos largos, tanto no campo de equipamentos, quanto de soluções, que visavam atender as necessidades dos usuários de comunicar-se, de uma forma mais barata estas soluções podem ser pagas ou não, sua eficiência é determinada pela satisfação de seus usuários e pela facilidade de gerência e recuperação de falhas.

Este trabalho, tem como objetivo principal fazer uma avaliação clara e objetiva da solução oferecida pela Cisco Systems, sendo esta solução chamada de Callmanager, esta solução possui resultados de gerência e controle muito bem elaborados e de fácil implementação, o único problema é a necessidade de licenças para todos os equipamentos, isso provoca um elevado custo de implementação e de distribuição destes materiais, pois para cada componente, um custo individual é somado. Por outro lado, o mercado atual que espera ter baixos custos de implementação e de manutenção, procura em software livre a solução de seus problemas; assim foi apresentado ao mercado, uma solução de telefonia, usando como servidor o Asterisk, com política de software livre, como base de seu desenvolvimento, ele agradou novos usuários que pretendiam ter custos baixos e uma ótima produtividade. Outro ponto a destacar é sua fácil e descomplicada gerência dos equipamentos por parte dos administradores.

Assim este trabalho possibilita uma visão mais ampla sobre o tema VoIP (*Voice over Internet Protocol*) (LINS – 2011), oferecendo gratuitamente uma alternativa de substituição, do sistema proprietário Callmanager da Cisco Systems, para o sistema aberto Asterisk.

1.1 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho, é fazer uma avaliação da estrutura de telefonia VoIP (*Voice over Internet Protocol*) (LINS – 2011), já aplicada em uma organização do Ministério da Defesa. O resultado dessa avaliação, será utilizado como ferramenta para obter uma implementação mais eficiente na sua administração e gerência dos telefones instalados, para administradores e usuários. A solução deve ser eficiente e ter baixo custo.

1.2 ORGANIZAÇÃO

A monografia está organizada em 5 capítulos, estes distribuídos em: capítulo 1 é a introdução e objetivos do trabalho; capítulo 2 expõe o cenário existente mostrando toda a estrutura implementada e equipamentos distribuídos, com breve estudo sobre VoIP, entendimento da solução Cisco Callmanager, entendimento da solução Asterisk; capítulo 3 descreve o sistema ASTERISK software usado como solução de telefonia IP. Ainda nesse capítulo são abordadas a instalação e configuração do servidor local Asterisk e seu link com o servidor deslocado; capítulo 4 expõe a solução Asterisk a testes que tem como objetivo demonstrar a eficiência do sistema e seus resultados; capítulo 5 conclui o trabalho expondo as melhorias alcançadas tanto para usuários como administradores, e também propondo trabalhos futuros.

2 AVALIAÇÃO GLOBAL DO CENÁRIO EXISTENTE

Nesse capítulo, serão apresentados os conceitos básicos de VoIP (*Voice over Internet Protocol*) (LINS – 2011). Os protocolos envolvidos para sua utilização e as vantagens do uso dessa tecnologia, em contra partida a outros sistemas de comunicação. Será exposto a solução proprietária da Cisco Systems, que foi instalada em unidades do Ministério da Defesa, e sua alternativa de livre desenvolvimento o Asterisk. Finalmente uma proposta de substituição do sistema Cisco para uma solução eficiente e mais econômica.

2.1 CONCEITOS DE VOIP

O Conceito foi desenvolvido no início da década de 1990, VoIP (*Voice over Internet Protocol*) (LINS – 2011), esta tecnologia permite a transmissão de voz sobre pacote IP em tempo real, ou seja, digitalizar a voz e transmiti-la pela internet.

É uma idéia muito simples, pois com o desenvolvimento de novos dispositivos de hardware e com o crescimento em velocidade e popularização da internet, tornou-se uma solução barata e viável para telefonia corporativa e domiciliar. Basicamente a arquitetura TCP/IP (TANENBAUM – 2003), é formada por dois protocolos de transporte o TCP (*Transmission Control Protocol*) e UDP (*User Datagram Protocol*); o TCP possui a característica de ser confiável com confirmação de recebimento possui cabeçalho mais complexo e por isso maior *overhead*. Já o UDP não possui confirmação e por isso retransmissões não são necessárias sendo assim, o protocolo de transporte UDP, é usado para transmissões em tempo real pois este tipo de comunicação requer baixo atraso e não aceita retransmissões.

Existe em VoIP uma gama muito grande de protocolos, estes são divididos em três componentes: sinalização, controle gateway e voz.

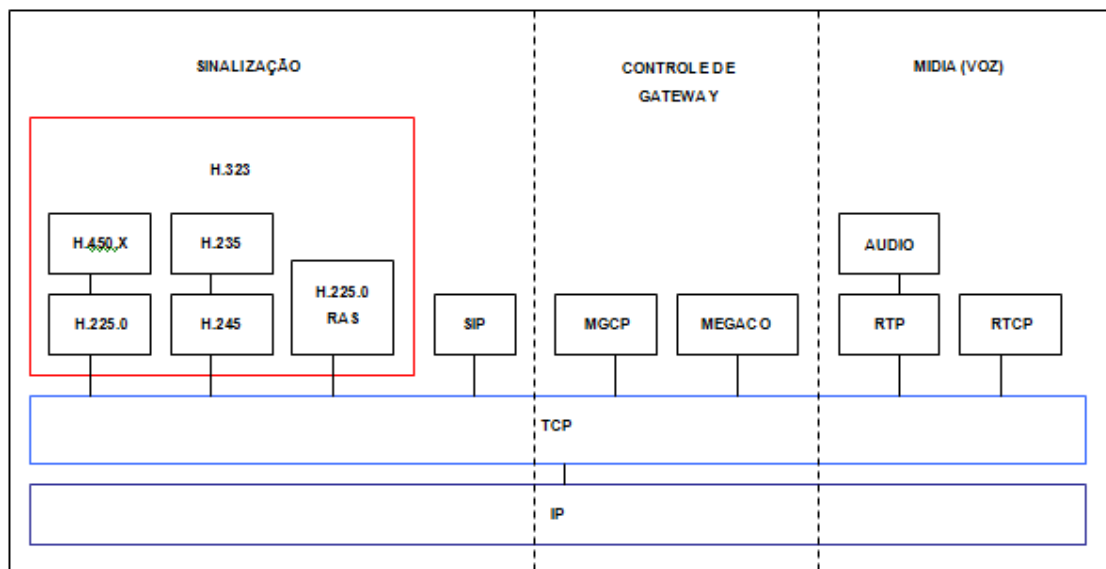


Figura 1 – Componentes VoIP

Em sinalização permite o controle de todas as chamadas, basicamente dois protocolos existem: H.323 (*Paket Based Multimedia System*) (LINS – 2011) e o SIP (*Session Initiation Protocol*) (LINS – 2011), os dois são implantados em todos os hardwares envolvidos, com a finalidade de estabelecer e controlar as chamadas o SIP é mais moderno e tende a substituir o H.323.

O controle de gateway, similar a sinalização, também controla chamadas mas entre gateways, são estes MGCP (*Media Gateway Control Protocol IETF*) e o MEGACO (*MEdia GAteway COntrol Protocol – IETF/ITU-T*) (LINS – 2011).

Em voz, o protocolo determinante é o RTP (*Real Time Transport protocol*) (RFC 1889), ele permite o envio da voz em tempo real entre os dispositivos, como o telefone e computadores com *softfone* e *gateways*. Outro protocolo é o RTCP (*Real Time Transport control Protocol*) ele tem por finalidade o controle do transporte

da voz executado pelo RTP (*Real-Time Transport Protocol*). O codec de áudio, realiza a conversão e compressão da voz analógica para o sistema digital VoIP.

Hoje a tecnologia VoIP (*Voice over Internet Protocol*) (LINS – 2011) é uma realidade e uma grande alternativa de baixo custo tanto para setores empresariais como domésticos, unido a essa possibilidade de baixo custo e com o desenvolvimento de softwares livres, como o Asterisk, este permitiu que as implementações VoIP se tornassem muito mais fáceis e sua gerência mais clara.

Podemos ainda exemplificar economia de 70% (Remilson – 2013) dos custos em chamadas telefônicas, isso garante que empresas distantes por milhares de quilômetros possam se comunicar praticamente sem custo como se a ligação estivesse sendo feita localmente.

2.2 PROTOCOLO SIP (*Session Initiation Protocol*) (RFC 3261)

Basicamente é um protocolo que tem por finalidade, iniciar, modificar e finalizar sessões de chamadas de voz e multimídia entre usuários. Muitas são as suas funcionalidades, como localização de usuários, estabelecimento de chamadas, administração de chamadas, transferência, conferência entre usuários e muitas outras); este protocolo é semelhante ao HTML (*HyperText Markup Language*) (LINS – 2011), em respeito a semântica da estrutura empregada e sintaxe, emprega a arquitetura cliente servidor. Com base nessa estrutura de comunicação, requisição e resposta, os métodos usados são os seguintes:

- INVITE; convite a um usuário a participar de uma sessão multimídia o corpo da mensagem enviada, pode possuir uma descrição da sessão, isso sendo responsabilidade do protocolo SDP (*Session Description Protocol*) (LINS – 2011).

- ACK; mensagem recebida como resposta a um INVITE , o ACK pode conter o SDP (*Session Description Protocol*) (LINS – 2011), com a descrição da sessão negociada entre os dois.
- OPTION; verifica quais os métodos e extensões suportadas pelo servidor e pelo usuário no campo cabeçalho.
- BYE; usado para liberar os recursos da ligação e forçar sua desconexão.
- CANCEL; cancela uma requisição pendente, aquela que não foi atendida com uma resposta final.
- REGISTER; certos servidores SIP, suportam o registro de usuários, um apelido do usuário é armazenado em um desses servidores.

As entidades que formarem a comunicação por protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) (RFC 3261), comunicam-se usando transações, quando estas transações são atendidas as respostas são identificadas por números que significam a classe da resposta. Existem seis classes possíveis de resposta: classe 1XX, respostas temporárias ou informativas; classe 2XX, resposta final de sucesso; classe 3XX, redirecionamento da requisição; classe 4XX, erros no cliente; classe 5XX, erros do servidor; e classe 6XX, erros globais na rede.

O iniciador de um pedido SIP, é chamado de cliente SIP e a entidade que responde é chamada de servidor SIP. As mensagens trocadas durante uma transação, compartilham um número Cseq (campo de cabeçalho) comum, com uma exceção a mensagem ACK usa o mesmo Cseq da transação à qual ela se aplica, mas é uma transação diferente.

Um cliente SIP chama um destino SIP, enviando uma mensagem de pedido invite. A mensagem invite, normalmente contém informações suficientes para permitir que o terminal de destino, estabeleça imediatamente a conexão de

mídia solicitada com o ponto de origem da chamada. Essas informações, incluem a capacidade de mídia que o ponto de origem da chamada pode receber e enviar. A maioria dos destinos SIP, serão capazes de receber muitas codificações diferentes para cada tipo de mídia. A codificação em particular escolhida pelo remetente, aparece como parte do cabeçalho RTP (*Real-Time Transport Protocol*).

O ponto de destino da chamada, precisa indicar que ele está aceitando o pedido, este é o objetivo da mensagem de resposta ACK uma vez que o pedido foi um convite, a resposta ACK, também contém as capacidades de mídia do ponto de destino da chamada e onde ele está esperando receber os dados de mídia. A origem da chamada precisa confirmar que recebeu de maneira adequada a resposta do ponto de destino .

2.3 CISCO CALLMANAGER

É a solução VoIP (*Voice over Internet Protocol*) (LINS – 2011) proposta pela Cisco Systems, esta empresa é a líder mundial em comunicação de grande e pequeno porte. No ano de 2000, após a Cisco ter comprado a Selsius Systems, lança o Cisco Callmanager 3.0 que também teve seu nome mudado para Cisco Unified Communication Manager na versão 6, nesse caso baseado no Red Hat Linux, esta versão, é a primeira a ser liberada para instalação em ambiente VMWare, porem somente para testes, e hoje já está na versão 9.

É uma solução escalável que pode ser implementada em uma empresa com poucos pontos até soluções de 30.000 usuários (CISCO Systems - 2013), ainda possui balanceamento de carga, sistemas avançados de redundância e possibilidade de evolução para tecnologias de videoconferências, esta solução é muito mais avançada e não será parte do nosso estudo.

Tabela 1 – Protocolos suportados pelo Callmanager (CISCO – 2013)

protocolo	descrição
SIP	Session Initiation Protocol
MGCP	Media Gateway Control Protocol
H.323	Sistemas Audiovisuais e Multimídia
ISDM	Integrated Services Digital Network
SCCP	Skinny Client Control Protocol

O sistema é realmente uma solução topo de linha, pois a Cisco Systems consegue fornecer uma grande variedade de equipamentos e software, isso permite que qualquer projeto VoIP seja baseado somente em equipamentos Cisco Systems, garantindo uma perfeita compatibilidade e estabilidade do sistema.

Como é de se esperar com tamanha facilidade, é necessário licenças de uso tanto dos ativos, como dos dispositivos clientes do sistema, o próprio sistema gerência a liberação e o uso das licenças, assim cada dispositivo, telefone IP, dispositivos de terceiros e dispositivos de vídeo conectado ao sistema, corresponde a um número de licenças DLU (*Device License Unit*), dependendo de seus recursos; o número total de unidades é gerenciado no (*Cisco Unified Communication Manager*) que determina a capacidade total do sistema. As licenças DLUs devem ser compradas para cobrir o número de dispositivos conectados.

A Cisco Systems recomenda e documenta cinco topologias para ambientes Callmanager, mas neste estudo será focalizado o (*Multiple-site model with centralized call processing*) esta é a solução implementada no Ministério da Defesa;

nesse modelo só existe servidor Callmanager, no site central Rio de Janeiro, e todas as unidades remotas, utilizam recursos deste servidor. As unidades remotas, possuem conectividade WAN (*Wide Area Network*), via intranet do Ministério da Defesa.

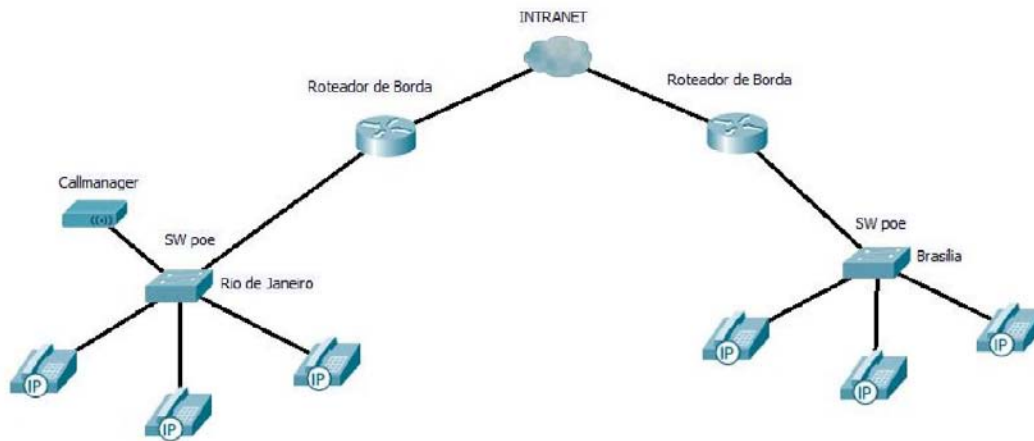


Figura 2 – Estrutura do Sistema

2.4 ASTERISK

Até agora foi apresentado o Callmanager, um tipo de projeto muito eficiente e bem gerenciável, mas como é uma solução proprietária, possui todo o problema de custo de licenças e implementação; assim será apresentado outra solução que não é paga e não é necessário licenças para seu uso o Asterisk (BORDIM – 2010).

O Asterisk é um software de PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), que usa o conceito de software livre, tão difundido e usado nos dias atuais. A Digium, empresa que desenvolveu o Asterisk, investe tanto no desenvolvimento do código fonte, quanto no desenvolvimento de hardware de telefonia de baixo custo que funciona em conjunto com o software. O Asterisk, roda em plataforma Linux, que também é um software livre, largamente utilizado em todo o mundo possui uma grande variedade de equipamentos e interfaces que permitem sua conexão com a

rede pública de telefonia, também conhecida como PSTN (*Public Switched Telephony Network*).

Cabe agora enumerar as qualidades e funcionalidades que este sistema pode oferecer, para usuários corporativos de grande ou de pequeno porte, pois esta solução, visa basicamente a redução de custos, e hoje é com certeza, o objetivo número um de todo o empresário.

- Controle sobre o sistema de telefonia: Este é um benefício dos mais citados, pois ao contrário de esperar por alguém para configurar o seu PABX proprietário, alguns nem mesmo fornecem a senha para o cliente final, você mesmo pode por a mão na massa e configurar, ou ter diversas opções de empresas que efetuem tal configuração, já que se trata de um produto de código aberto.
- Rico em recursos: Como ressaltado desde o início, poucos são os recursos encontrados em PABX vendidos no mercado de qualquer porte, que não podem ser encontrados atualmente no Asterisk, e mesmo que não sejam, nada impede que venham a ser desenvolvidos, ou que você mesmo o desenvolva.
- Sistema livre rodando no Linux: Uma das coisas mais fantásticas do software livre em geral e em especial no Linux, são as comunidades criadas em torno dos mesmos, onde podemos encontrar em milhões de fóruns, perguntas e respostas de pessoas que muito provavelmente já passaram pelo mesmo problema que você está passando, e que ajudam na solução de problemas existentes nos softwares. O Asterisk, por exemplo, apenas entre a versão 1.0 e 1.2 teve milhares de modificações e correções efetuadas (CLEVITON – 2013), e é isto que torna o Asterisk extremamente estável.
- Facilidade de manutenção: Enquanto o Asterisk utiliza um computador comum com peças de reposição de baixíssimo custo e fácil acesso, uma central que

utiliza hardware proprietário, onde é necessário o controle de técnicos de altíssimo custo e peças de reposição idem.

A arquitetura usada no Asterisk, foi desenvolvida para ter o máximo de flexibilidade. Algumas APIs (*Application Programming Interface*) especiais, foram definidas em torno do núcleo. Dessa maneira, o Asterisk fica transparente a protocolos, *codecs* e *hardware*, podendo ser compatível com qualquer tecnologia existente ou que venha a ser lançada, sem que sejam necessárias mudanças no núcleo do programa. Carregar os módulos separadamente, também permite maior flexibilidade ao administrador, permitindo que ele escolha a melhor e mais enxuta configuração que o atenda.

Originalmente o Asterisk foi desenvolvido para Linux, mas agora inclui o NetBSD, OpenBSD, FreeBSD, Mac OSx e Solaris. Ele sem dúvida inclui muitos recursos disponíveis em sistemas proprietários tipo PABX (*Private Branch Exchange*); como correio de voz, chamada em conferência, resposta de voz interativa onde o administrador pode colocar uma bela voz para atender as ligações, menu de opções, e distribuição automática de chamadas sem a necessidade de uma telefonista. É correto afirmar, que para uma interligação entre telefones analógicos e os do sistema Asterisk, o servidor deve ser equipado com interfaces especiais que permitem essa conexão entre mundos tão distintos. No mercado, temos uma empresa chamada Digium e é lógico, uma série de outras que vendem placas PCI e PCIexpress, com a finalidade de ligar telefones, linhas telefônicas, linhas T1 e E1 e outros serviços de telefonia digital a um servidor.

Placa Wildcard XP100P, muito usada no Brasil, fabricada pela Digium é bem básica possui uma porta FXO que permite à ligação a rede pública ou a uma posição de ramal de PABX.



Figura 3 – Placa XP100P (DIGIUM – 2013)

Linha de placas 400 é uma linha de placa analógica, com quatro canais e seu barramento é PCIExpress, e os canais podem ser FXO ou FXS dependendo da forma de uso.



Figura 4 – Placa Série 400 (DIGIUM – 2013)

3 IMPLEMENTAÇÃO DO ASTERISK

Neste capítulo, será apresentada a proposta de substituição da solução atualmente em funcionamento Cisco Callmanager pelo Asterisk. Será efetuado todas as configurações para o funcionamento da nova solução e os passos necessários para sua instalação.

3.1 PROPOSTA

O cenário atual, está baseado em uma arquitetura proprietária da Cisco, que atende bem as expectativas de operacionalidade e gerência, mas ao se fazer uma análise mais profunda de como foi planejada e implementada, fica claro que é uma solução onerosa, com custos altos de licença e equipamentos, sem falar da pouca prevenção a falhas, que compromete todo o seu funcionamento.

Em um primeiro momento, será feito a instalação de servidores Asterisk em cada localidade com o objetivo de demonstrar a eficiência do sistema, por último estes mesmos servidores, serão interligados com o objetivo de atender as necessidades de comunicação entre as unidades; este projeto inicial, terá servidores deslocados no Rio de Janeiro e Brasília, permitindo que as unidades sejam interligadas em um sistema fechado, para evitar a falha de comunicação entre os ramais locais, no caso de perda de conexão com o servidor remoto.

Serão feitos testes, para determinar qual a melhor disposição dos componentes; do ponto de vista operacional, quais as características técnicas os equipamentos escolhidos deverão ter; e do ponto de vista de segurança quais as probabilidades de falhas e da sua capacidade de redundância.

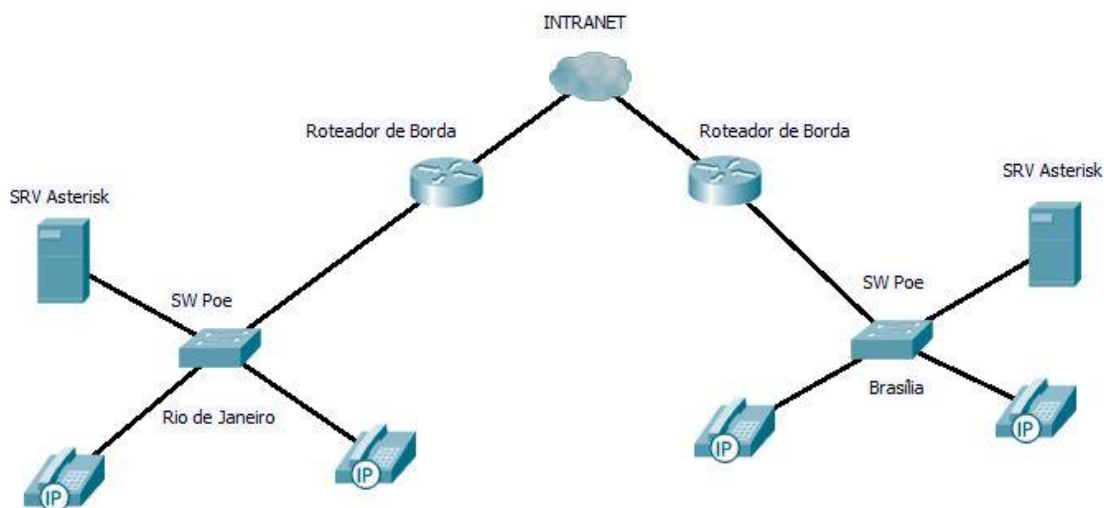


Figura 5 – Sistema Proposto

3.2 FALHAS NA IMPLEMENTAÇÃO ATUAL

No início do projeto, as unidades que fazem parte do Ministério da Defesa possuíam total autonomia para escolher uma solução de telefonia, que resolvesse o problema dos altos gastos com a conta de telefone, e também deveria ser local e de rápida implementação, visto a necessária urgência. Assim feito todos os trâmites legais, foi decidido que a melhor solução seria o VoIP (*Voice Over IP*) (LINS – 2011) e a empresa escolhida foi a Cisco Systems. Neste projeto, foi determinado que a central de telefonia sobre IP (*Internet Protocol*) (LINS – 2011) Callmanager, ficaria sediada no Rio de Janeiro, em uma determinada unidade e supriria a necessidade de comunicação, pois o sistema interligaria os telefones convencionais e os VoIP (*Voice over Internet Protocol*), e estes a operadora. Ao ser implementado o sistema, outras unidades que não tiveram a mesma oportunidade, solicitaram a integração, isso levou a problemas decorrentes, que implicaram em novas aquisições de

equipamentos, como telefones VoIP e vários outros produtos que permitem suporte ao sistema.

Nesta modificação do projeto e com o objetivo de permitir a adição de novas unidades ao sistema, um importante componente foi esquecido a central Callmanager, ela é responsável por toda a gerência das ligações; e pela grande distribuição geográfica das unidades ficou mais que provado que a topologia inicial, não mais atendia as necessidades atuais, pois para as novas unidades agregadas, uma central Callmanager deveria ser instalada em cada localidade, dessa forma a unidade deslocada como Brasília no DF, não perderia sua funcionalidade se caso o link de MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) (UFRJ – 2013) que unem estas localidades venha a ser interrompido, e ainda na topologia atual, uma eventual falha na central Callmanager sediada no Rio de Janeiro capital, comprometeria a comunicação interna e externa de todas as unidades deslocadas, pois estas são totalmente dependentes dos serviços de telefonia sobre IP (*Internet Protocol*) sediados no Rio de Janeiro.

3.3 INSTALAÇÃO DOS SERVIDORES ASTERISK

Inicialmente será instalado o Ubuntu Server 12 (UBUNTU – 2013), o mesmo será usado como plataforma para instalação do Asterisk, que poderá ser encontrado no site oficial do Ubuntu.

Com o Server Ubuntu instalado, será instalado os pacotes de suporte e o próprio Asterisk.

Quadro 1 – Pacotes para instalação

Item	comando
1	wget ' http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-linux-complete/dahdi-linux-complete-current.tar.gz
2	wget ' http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/certified-asterisk/certified-asterisk-1.8.15-current.tar.gz
3	wget ' http://openr2.googlecode.com/files/openr2-1.3.2.tar.gz '
4	apt-get install build-essential libxml2-dev zlib1g-dev zlib-bin libncurses5-dev
5	apt-get install mysql-client-5.1 libmysqlclient-dev
6	apt-get install postgresql-client libpq5 libpq-dev
7	apt-get install libopenh323-1.18.0-dev
8	apt-get install libspeexdsp-dev libspeex-dev
9	apt-get install libresample1-dev
10	apt-get install libtonezone-dev libtonezone2.0
11	apt-get install libpri1.4 libpri-dev
12	apt-get install libss7-1 libss7-dev
13	apt-get install tshark vim php5 php5-pgsql php5-mysql

Quadro 2 – Instalação do Dahdi

item	comando
1	tar -xzf dahdi-linux-complete-current.tar.gz
2	cd dahdi-linux-complete-current
3	make all
4	make install

Quadro 3 – Instalação do Openr2

item	comando
1	<code>tar -xzf openr2-1.3.2.tar.gz</code>
2	<code>cd openr2-1.3.2</code>
3	<code>./configure --prefix=/usr</code>
4	<code>make</code>
5	<code>make install</code>

Quadro 4 – Instalação do Asterisk

item	comando
1	<code>tar -xzf certified-asterisk-1.8.15-current.tar.gz</code>
2	<code>cd certified-asterisk-1.8.15-current</code>
3	<code>./configure --prefix=/usr</code>
4	<code>make menuselect</code>
5	<code>make</code>
6	<code>make install</code>
7	<code>make samples</code>

Finalizado a instalação, é necessário a edição do arquivo `sip.conf` e `extensions.conf`, estes arquivos possuem as configurações do servidor, bem como os ramais que fazem parte da empresa. Nas quatro próximas figuras, é apresentado a configuração do arquivo `sip.conf` e `extensions.conf`.

```

GNU nano 2.2.6      File: /etc/asterisk/sip.conf
[general]
context=default
callcounter=yes
allowguest=yes           ; Allow or reject guest calls (default is yes)
match_auth_username=yes  ; if available, match user entry using the
                          ; instead of the From: field.
allowtransfer=yes        ; Disable all transfers (unless enabled in peer$
allowoverlap=no          ; Disable overlap dialing support. (Default is $
realm=192.168.1.102
udpbindaddr=192.168.1.102
tcpenable=no             ; Enable server for incoming TCP connections (d$
tcpbindaddr=0.0.0.0      ; IP address for TCP server to bind to (0.0.0.0$
srvlookup=yes           ; Enable DNS SRV lookups on outbound calls
limitonpeers=yes
;pedantic=yes           ; Enable checking of tags in headers,
; See qos.tex or Quality of Service section of asterisk.pdf for a description o$
;tos_sip=cs3            ; Sets TOS for SIP packets.
;tos_audio=ef           ; Sets TOS for RTP audio packets.
;tos_video=af41        ; Sets TOS for RTP video packets.
[ Read 325 lines ]
^G Get Help  ^O WriteOut  ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text   ^C Cur Pos
^X Exit      ^J Justify   ^W Where Is  ^V Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Figura 6 – Arquivo sip.conf

```

GNU nano 2.2.6      File: /etc/asterisk/sip.conf
; MWI received will be stored in the 1234 mailbox of the SIP_Remote context. It$
; mailbox=1234@SIP_Remote
;----- NAT SUPPORT -----

[ramal1001]
type=friend
username=ramal1001
secret=
regexten=1001           ; When they register, create extension 1234
callerid="Ramal 1" <1001>
host=dynamic            ; This device needs to register
nat=yes                 ; X-Lite is behind a NAT router
directmedia=no         ; Typically set to NO if behind NAT
disallow=all
allow=gsm                ; GSM consumes far less bandwidth than ulaw
allow=ulaw
allow=alaw
context=from-ramal

^G Get Help  ^O WriteOut  ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text   ^C Cur Pos
^X Exit      ^J Justify   ^W Where Is  ^V Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Figura 7 – Arquivo sip.conf

```

GNU nano 2.2.6      File: extensions.conf
;
; The "General" category is for certain variables.
;

[general]
static=yes
writeprotect=no
clearglobalvars=no

[globals]

TRUNK_USER=SIP/ramal
TRUNK_GW=IAX2/gwmot
TRUNK_VOIP=SIP/provedor/

[from-ramal]

include=>to-ramal
include=>to-gw
include=>to-provedor

^G Get Help   ^O WriteOut   ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text    ^C Cur Pos
^X Exit       ^J Justify    ^W Where Is   ^V Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Figura 8 – Arquivo extensions.conf

```

GNU nano 2.2.6      File: extensions.conf

include=>to-ramal

[from-provedor]

include=>to-ramal

[to-ramal]

exten => _10211XXX,1,Dial(${TRUNK_USER}${EXTEN:4},60,rtT)
exten => _10211XXX,n,Hangup()

exten => _1XXX,1,Dial(${TRUNK_USER}${EXTEN},60,rtT)
exten => _1XXX,n,Hangup()

[to-gw]

exten => _1XXX1XXX,1,Dial(${TRUNK_GW}${EXTEN},60,rtT)
exten => _1XXX1XXX,n,Hangup()

^G Get Help   ^O WriteOut   ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text    ^C Cur Pos
^X Exit       ^J Justify    ^W Where Is   ^V Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Figura 9 – Arquivo extensions.conf

Com a instalação do Asterisk, poderá ser testada a funcionalidade dos ramais, e o próximo passo, é interligar as localidades via rede corporativa do Ministério da Defesa.

3.4 SIP TRUNK ENTRE SERVIDORES ASTERISK

Inicialmente dois servidores, um no Rio de Janeiro e outro em Brasília, os dois serão ligados via rede corporativa do Ministério da Defesa, usando o protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) (RFC 3261), nesse cenário, os ramais de uma localidade, podem se comunicar de forma transparente com os ramais da outra, como se a ligação fosse local.

Iniciando a configuração do servidor Rio de Janeiro, editando arquivo sip.conf.
 nano /etc/asterisk/sip.conf

Quadro 5 – Arquivo sip.conf do Rio de Janeiro

item	linha
1	[general]
2	register => rio:senha@<ip brasília>
3	[brasilia]
4	type=friend
5	defaultuser=brasilia
6	context=from-externo
7	secret=senha
8	host=dynamic

Os ramais de Brasília devem ser declarados no arquivo sip.conf do Rio de Janeiro também.

Iniciando a configuração do servidor Brasília, editar o arquivo sip.conf.

```
nano /etc/asterisk/sip.conf
```

Quadro 6 – Arquivo sip.conf de Brasília

item	linha
1	[general]
2	register => brasilia:senha@<ip rio>
3	[rio]
4	type=friend
5	defaultuser=rio
6	context=from-externo
7	secret=senha
8	host=dynamic

Os ramais do Rio devem ser declarados no arquivo sip.conf de Brasília também.

Agora é necessário modificar o arquivo extensions.conf em ambos servidores.

Quadro 7 – Servidor do Rio de Janeiro parte 1

item	linha
1	[globals]
2	TRUNK_VOIP=SIP/brasila/
3	TRUNK_USER=SIP/ramal
4	[from-ramal]

Quadro 8 – Servidor do Rio de Janeiro parte 2

item	linha
1	Include=>to-ramal
2	Include=>to-externo
3	[from-externo]
4	Include=>to-ramal
5	[to-ramal]
6	exten => _1XXX,1,Dial(\${TRUNK_USER}\${EXTEN},60,rtT)
7	exten => _1XXX,n,Hangup()
8	[to-externo]
9	exten => _2XXX,1,NoOp()
10	exten => _2XXX,1,Dial(\${TRUNK_VOIP}\${EXTEN}@10.x.x.x)
11	exten => _2XXX,n,Hangup()

Quadro 9 – Servidor de Brasilia parte 1

item	linha
1	[globals]
2	TRUNK_VOIP=SIP/rio/
3	TRUNK_USER=SIP/ramal
4	[from-ramal]
5	Include=>to-ramal
6	Include=>to-externo
7	[from-externo]

Quadro 10 – Servidor de Brasília parte 2

item	linha
1	Include=>to-ramal
2	[to-ramal]
3	exten => _2XXX,1,Dial(\${TRUNK_USER}\${EXTEN},60,rtT)
4	exten => _2XXX,n,Hangup()
5	[to-externo]
6	exten => _1XXX,1,NoOp()
7	exten => _1XXX,1,Dial(\${TRUNK_VOIP}\${EXTEN}@10.x.x.x)
8	exten => _1XXX,n,Hangup()

Foi apresentado o processo inicial de instalação e configuração dos servidores e serviços necessários, para a utilização do Asterisk como solução de telefonia não existe complexidade neste processo, pois todos os itens são facilmente encontrados sem custos na internet, levando a conclusão que para soluções eficientes de telefonia, não é necessário elevados gastos para sua implementação.

4 TESTES OPERACIONAIS

Inicialmente será feito entre Rio de Janeiro e Brasília, o teste em questão visa determinar a melhor forma de implementação para o sistema VoIP proposto, e detectar possíveis dificuldades de configuração, ainda ressaltar os resultados encontrados; e continuando será feito uma avaliação em ambiente simulado.

4.1 INICIO DO TESTE

No Rio de Janeiro, o servidor VoIP, será instalado na Intranet Rio do Ministério da Defesa, com IP privado 10.52.134.30 e todos os seus ramais, receberão IP dessa mesma rede 10.52.134.0/24 a referida rede é roteada e para o teste inicial, não foi colocado nenhum NAT (*Network Address Translation*) (TANENBAUM – 2003) no firewall da rede.

```
root@ubuntu:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0c:29:ec:fa:3f
          inet addr:10.52.134.111  Bcast:10.52.134.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::20c:29ff:feec:fa3f/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:53 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:30 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:6188 (6.1 KB)  TX bytes:3029 (3.0 KB)
          Interrupt:19 Base address:0x2000

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)

root@ubuntu:~# _
```

Figura 10 – Rede Rio

Em Brasília, será configurado na Intranet BR do Ministério da Defesa, com IP privado 10.228.112.30 e todos os seus ramais, receberão IP da rede

10.228.112.0/24 a referida rede é roteada e também não está atrás de NAT (*Network Address Translation*) (TANENBAUM – 2003) no firewall escolhido.

```

root@ubuntu:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0c:29:36:10:7c
          inet addr:10.228.112.111  Bcast:10.228.112.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::20c:29ff:fe36:107c/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:37 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:30 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:3435 (3.4 KB)  TX bytes:3029 (3.0 KB)
          Interrupt:19 Base address:0x2000

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)

root@ubuntu:~# _

```

Figura 11 – Rede Brasília

Os equipamentos usados nos testes foram em cada localidade, um Access point D-Link DWL-2600AP dois telefones, Iphone Apple em cada localidade, com o aplicativo 3CX configurados como ramal de seu respectivo servidor Asterisk, e ainda um computador em cada rede para avaliação extra.



Figura 12 – Smatphone

4.2 DESEMPENHO DA REDE

Foi feito uma avaliação no tempo do ping, entre uma máquina colocada na rede VoIP do Rio de Janeiro e uma outra na rede VoIP em Brasília este teste visa verificar a integridade do acesso, bem como possível perda de pacotes, com esse pequeno teste, temos uma idéia de como está o estado do link entre as duas cidades; em conjunto, foi feito o traceroute, que determina o número de saltos até o destino escolhido, os testes são mostrados nas próximas figuras.

Diagnostics: Ping


Host	<input type="text" value="10.228.112.111"/>
Interface	<input type="text" value="WAN"/>
Count	<input type="text" value="3"/>

Ping output:

```
PING 10.228.112.111 (10.228.112.111) from 10.52.132.4: 56 data bytes
64 bytes from 10.228.112.111: icmp_seq=0 ttl=61 time=35.214 ms
64 bytes from 10.228.112.111: icmp_seq=1 ttl=61 time=35.834 ms
64 bytes from 10.228.112.111: icmp_seq=2 ttl=61 time=36.131 ms

--- 10.228.112.111 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 35.214/35.726/36.131/0.382 ms
```

Note: Multi-wan is not supported from this utility currently.

 pfSense is © 2004 - 2009 by BSD Perimeter LLC. All Rights Reserved. [\[view license\]](#)
[Commercial Support Available]


 FreeBSD®

Figura 13 – Ping

Diagnostics: Traceroute

Host	<input type="text" value="10.228.112.111"/>
Maximum number of hops	<input type="text" value="18"/>
Use ICMP	<input checked="" type="checkbox"/>

Note: Traceroute may take a while to complete. You may hit the Stop button on your browser at any time to see the progress of failed traceroutes.


Traceroute output:

```

1 10.52.132.200 (10.52.132.200) 1.372 ms 1.128 ms 0.976 ms
2 10.52.132.187 (10.52.132.187) 0.950 ms 1.132 ms 0.922 ms
3 10.52.157.13 (10.52.157.13) 09 ms 33.504 ms 34.266 ms
4 10.228.64.8 (10.228.64.8) 37.243 ms 36.523 ms 36.667 ms
5 10.228.112.111 (10.228.112.111) 39.091 ms 55.021 ms 36.383 ms

```

Note: Multi-wan is not supported from this utility currently.



pfSense is © 2004 - 2009 by BSD Perimeter LLC. All Rights Reserved. [\[view license\]](#)
[Commercial Support Available]




Figura 14 – Traceroute

4.3 TOPOLOGIA DOS EQUIPAMENTOS

Basicamente a disposição dos equipamentos, segue a mesma topologia pretendida como solução final a única diferença é o uso de pontos de acesso sem fio, para distribuição de endereços de rede para os *smatphones*, que no momento, facilitou os testes e permitirá ainda a possibilidade extra de conexão e mobilidade para futuros usuários.

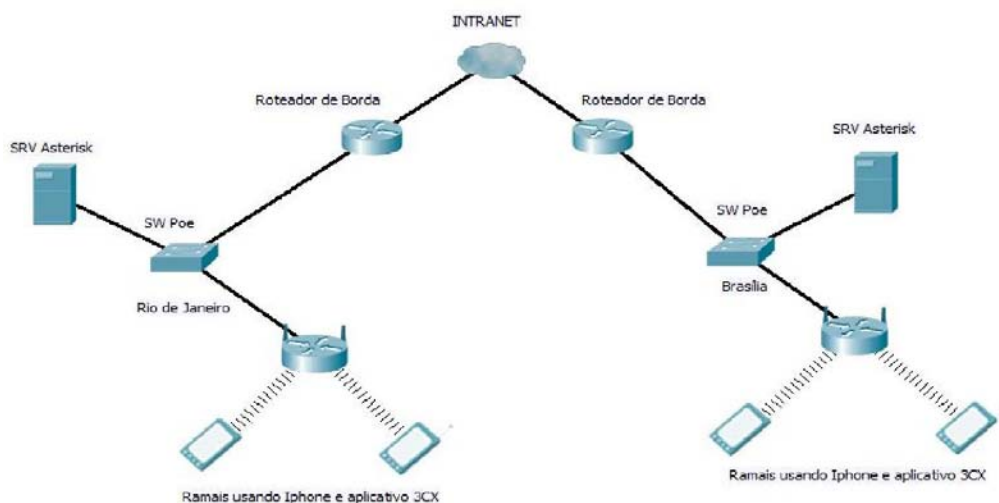


Figura 15 – Topologia de teste

4.4 ESPECIFICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS USADOS

As especificações, são referentes aos dispositivos usados em ambas as localidades, assim o especificado deverá ser dobrado em quantidade.

Como solução de acesso, foi usado dois *smartphones* Apple Iphone 3Gs com o aplicativo 3CX instalado via loja da Apple este aplicativo é grátis e de fácil configuração, bastando configurar o endereço do servidor Asterisk, sua senha e identificação do ramal.

O ponto de acesso sem fio que receberá a conexão dos *smartphones* com a rede, foi usado um D-link modelo DWL-2600AP PoE ele é alimentado diretamente pela switch Cisco 2960S por meio de RJ-45 10/100 fast ethernet possui 4 antenas MIMO (*Multiple-input Multiple-output*) internas, interface sem fio 802.11b/g/n de 2.4 GHz.

O Asterisk foi instalado em um servidor Dell Power 610 4Gb de RAM e 143 Gb de disco, com uma interface ethernet 10/100/1000 bps .

4.5 RESULTADO DO TESTE OPERACIONAL

O teste foi realizado no dia 21 de novembro de 2013 às 14:00 h, em conjunto com a unidade sediada em Brasília, e anteriormente em comunicação com parceiros naquela cidade foi enviado as configurações necessárias para o funcionamento do Asterisk, bem como a do aplicativo 3CX instalado nos *smartphones* todas as configurações seguiram os parâmetros já apresentados no capítulo 3.

Cabe destacar, que uma vez feito a conexão dos servidores, todas as ligações entre os ramais locais e os remotos foram feitas com sucesso, não foi verificado falha na ligação que comprometesse o entendimento da conversação e muito menos queda da ligação.

É importante informar, que o cenário construído para os testes, foi estabelecido, tendo em vista o uso de telefonia sobre IP, assim todas as rotas dentro da rede do Ministério da Defesa foram avaliadas previamente no tocante a retardos e quedas nos links para permitir que os testes, e se no futuro seja escolhida tal solução, todos tivessem resultados satisfatórios. Outro ponto muito importante para o êxito dos testes, foi a disposição dos ativos de rede escolhidos no processo, pois no momento da criação da rede onde ficariam os servidores e telefones IP a mesma não estaria atrás de NAT(*Network Address Translation*) (TANENBAUM – 2003) de nenhuma forma, isso evita transtornos com as mudanças de IP, e poderia atrapalhar o andamento do processo de testes.

Finalmente, todos os passos usados no processo de teste, tiveram como objetivo principal, demonstrar a facilidade de implementação da solução Asterisk, e provou ainda, que uma avaliação da rede onde será instalado o sistema, é muito importante para o êxito da implementação.

4.6 TESTES EM AMBIENTE SIMULADO

Neste próximo teste, um ambiente simulado foi estabelecido com a finalidade de permitir que o cenário anteriormente proposto, fosse igualmente replicado, e ainda permitisse total controle tanto de equipamentos como de softwares instalados; assim foi configurado em um computador com sistema operacional Windows 8, duas máquinas virtuais VMware cada uma com o Asterisk representando as localidades Rio de Janeiro e Brasília; outro computador com Windows 8 foi instalado o programa chamado MyConnection, que produz tráfego VoIP para teste de rede, e também o Wireshark um capturador de pacotes que será usado como analisador de tráfego; um outro computador com Windows XP e configurado com softphone X-Lite para fazer ligações através do Asterisk2 de Brasília; e por último um Iphone 3Gs com o software 3CX para fazer ligações através da central Asterisk1 do Rio de Janeiro.

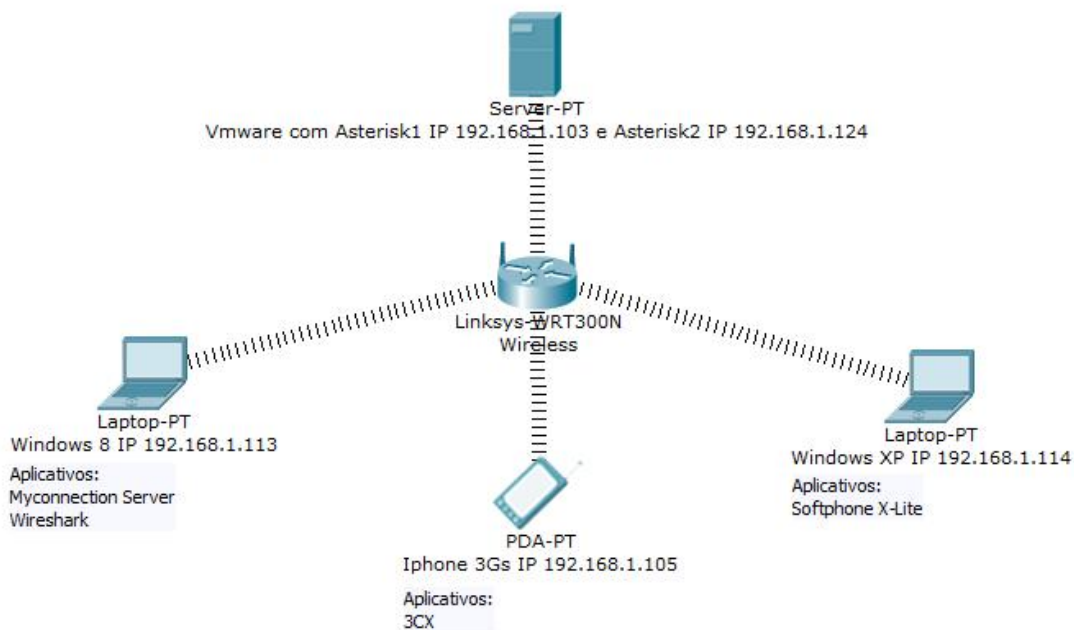


Figura 16 – Topologia do teste simulado

Tabela 2 – IPs usados nos equipamentos de teste

máquina	IP
Asterisk1 Rio	192.168.1.103
Asterisk2 BR	192.168.1.124
Windows 8	192.168.1.113
Windows XP	192.168.1.114
Iphone 3Gs	192.168.1.105



Figura 17 – Interface do softphone X-Lite

O teste inicial foi feito entre o Windows XP cliente IP 192.168.1.114 e o Windows 8 servidor IP 192.168.1.113, usando a página de testes do Myconnection Server, este aplicativo permite que o usuário em uma máquina remota, faça uma bateria de testes de rede, com a finalidade de avaliar a eficiência e os problemas que ela possua na próxima figura é apresentado um teste de carga simulada, usando protocolo G.711 (UFRJ-VOIP - 2014) via navegador.

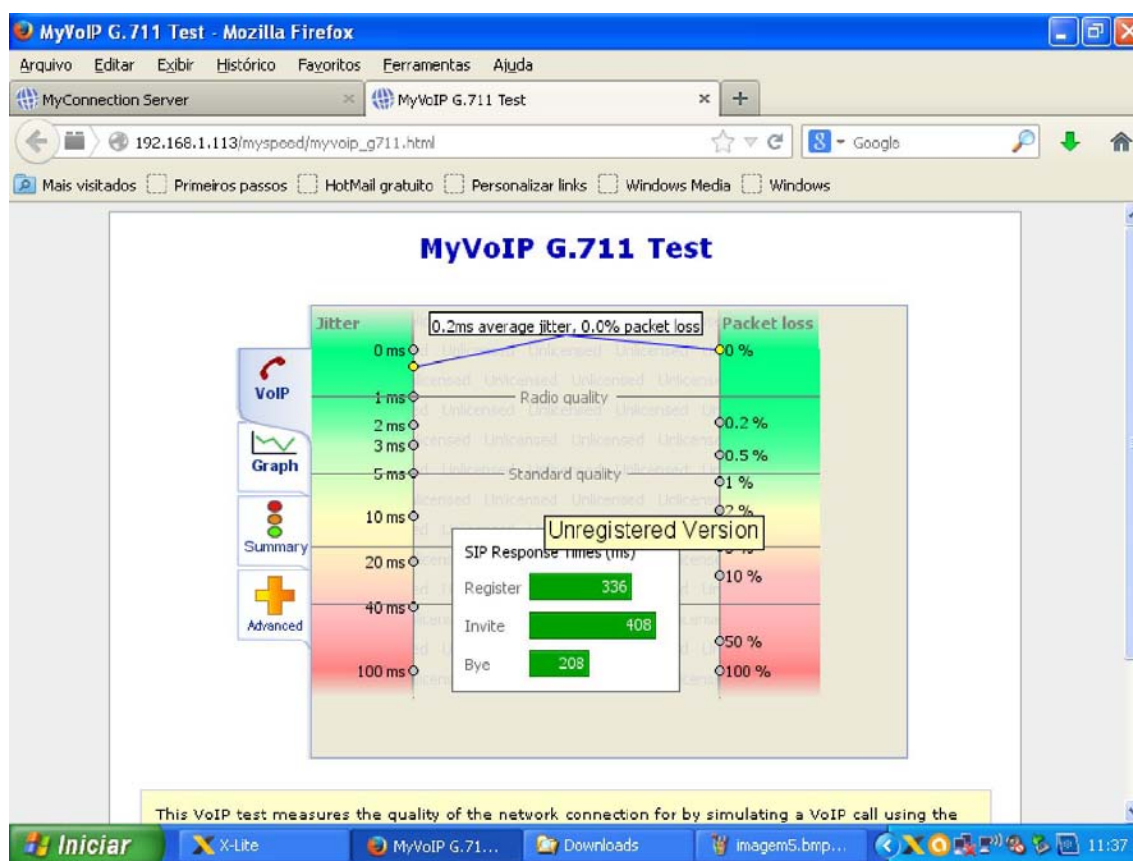


Figura 18 – Página inicial de teste Myconnection

No final o Myconnection Server gera uma série de gráficos com diversas informações de desempenho encontrado na rede, são verificados o atraso dos pacotes *JITTER*, tanto no envio quanto no recebimento, pacotes perdidos e descartados, cálculo de MOS (*Mean Opinion Score*) (UFRJ-VOIP - 2014).

A variação do atraso na transmissão de pacotes da origem até o destino é chamado de *JITTER*, este pode ser gerado por: diferentes meios de transmissão, tecnologias diferentes, congestionamento dos links envolvidos, equipamentos de baixo desempenho. Assim todos os fatores relatados podem gerar um atraso elevado, que produz uma recepção irregular dos pacotes transmitidos. O *JITTER* na realidade, é o grande vilão da tecnologia VoIP, pois a falta de ordem dos pacotes e a demora no seu recebimento podem comprometer o entendimento da mensagem. Algumas soluções podem ser implementadas para tentar melhorar o desempenho, a forma mais eficiente de evitar o *JITTER* é a utilização de prioridade no tráfego VoIP com o uso do QoS (*Quality of Services*) (UFRJ-VOIP - 2014), também o uso do protocolo de transporte UDP (*User Datagram Protocol*) (TANENBAUM – 2003) tem por finalidade a rapidez no envio e recebimento de dados, pois não existe a necessidade de confirmação do recebimento do pacote e nem de uso de buffer, que provocariam mais atrasos e conseqüentemente problemas no entendimento da conversa é mais fácil o próprio usuário pedir para repetir o que foi dito que usar aparatos tecnológicos que tornem o diálogo impossível.

MOS (*Mean Opinion Score*) é uma forma subjetiva de avaliação da qualidade de voz em um meio digital, as pessoas envolvidas na avaliação julgam a qualidade da voz em um diálogo feito ao ouvirem amostras de voz, após avaliação eles irão qualificar o que eles ouviram, sendo assim a média dos resultados dos ouvintes é calculada como resultado final do teste, qualquer resultado superior a 4 é

considerado satisfatório; embora seja um teste subjetivo é um método muito importante, no teste feito usando Myconnection Server, o MOS é avaliado por software, pois leva em consideração o tipo do meio onde é transmitida a voz e também as avaliações feitas por ele; na próxima tabela é apresentado os níveis de 0 a 5 de MOS.

Tabela 3 – Avaliação de MOS (*Mean Opinion Score*)

mos	qualidade
5	excelente
4	boa
3	razoável
2	pobre
1	má

- *PACKET LOSS* ou perda de pacotes, é uma medida de quantos pacotes não chegam ao destino por uma razão ou outra, expressa em percentagem do número total de pacotes. Qualquer perda de pacotes é ruim e afeta a qualidade de aplicações.
- *PACKET ORDER* ou ordem dos pacotes, é uma medida em porcentagem de quantos pacotes chegaram em ordem. Os pacotes não levam necessariamente o mesmo percurso, ou o mesmo tempo para alcançar o destino. Isso resulta em pacotes que chegam fora de ordem, que fazem com que os outros sejam atrasados ou até mesmo em alguns casos descartados.

- *PACKET DISCARDS* ou descarte de pacotes, é uma medida de pacotes que chegam muito tarde e não são usados pela aplicação. Há uma janela de tempo em que os pacotes podem ser utilizados após passado esse tempo o pacote tem que ser intencionalmente descartado quando chega.

Nas próximas figuras é apresentado o resultado do teste feito no ambiente simulado.

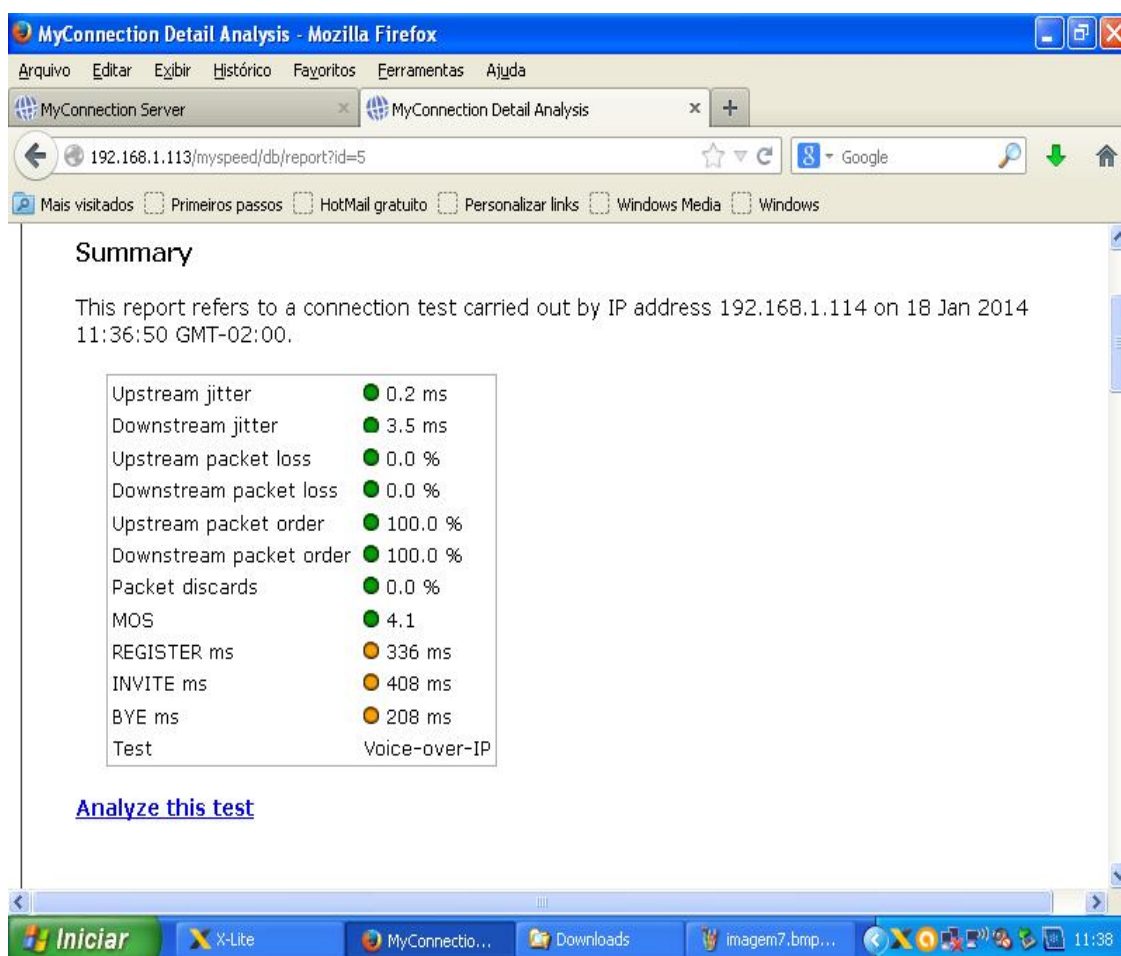


Figura 19 – Sumário do teste

No sumário produzido pelo Myconnection foram apresentados os seguintes resultados dos itens avaliados:

- *UPSTREAM JITTER* atraso no envio de pacotes com valor de 0.2 ms.
- *DOWNSTREAM JITTER* atraso no recebimento de pacotes com valor de 3.5ms.
- *UPSTREAM PACKET LOSS* pacotes perdidos no envio com valor de 0%.
- *DOWNSTREAM PACKET LOSS* pacotes perdidos no recebimento com valor de 0%.
- *UPSTREAM PACKET ORDER* ordem dos pacotes enviados 100%.
- *DOWNSTREAM PACKET ORDER* ordem dos pacotes recebidos 100%.
- *PACKETS DISCARDS* pacotes descartados 0%.
- *MOS* cálculo do valor subjetivo da qualidade auditiva com valor de 4.1 .
- *REGISTER* tempo gasto com o processo de registro 336ms.
- *INVITE* tempo gasto com o processo de convite 408ms.
- *BYE* tempo gasto com o processo de finalização da comunicação 208 ms.

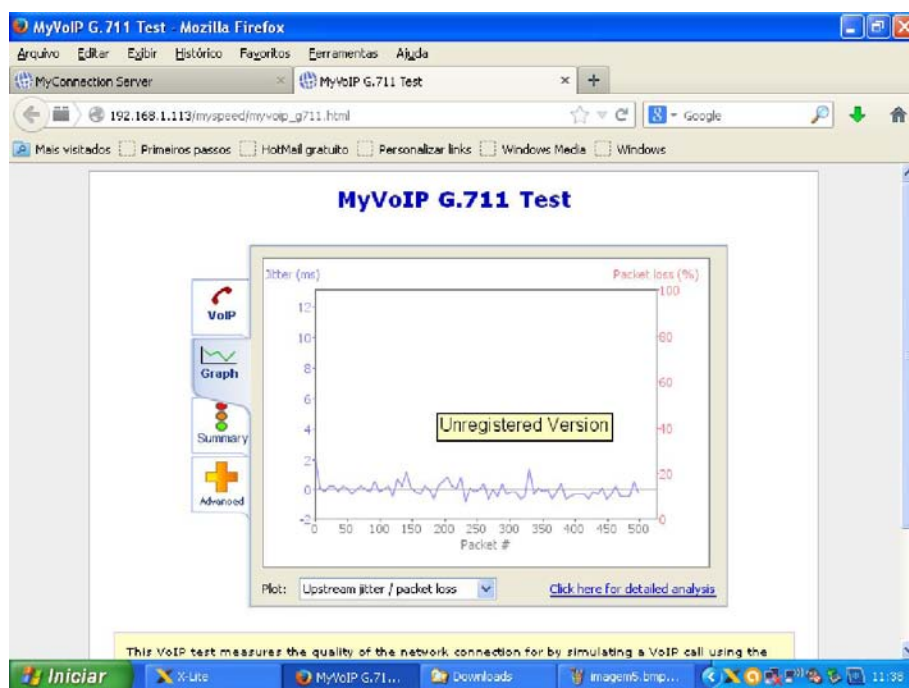


Figura 20 – Relação entre *JITTER* e pacotes perdidos

Novo teste, ainda dentro do cenário simulado, no computador com Windows XP IP 192.168.1.114 foi instalado e configurado o aplicativo X-Lite com o ramal2002, este tem por finalidade iniciar as chamadas via Asterisk2, o Iphone 3Gs IP 192.168.1.113 será o ramal1001 e nele foi instalado e configurado o aplicativo 3CX e conectado ao Asterisk1. No computador com Windows8 IP 192.168.1.113, foi instalado o Wireshark com a finalidade de monitorar e gerar estatísticas do tráfego entre os ramais.

Na próxima figura é apresentado o resultado do monitoramento feito em uma ligação do softphone X-Lite e o Iphone 3Gs, na linha três o *INVITE* ou convite representa o pacote para início da ligação do X-Lite para o Iphone, na linha seis o pacote apresenta o status informando que o telefone de destino está tocando, e na linha onze é mostrado o pacote informativo que a ligação foi aceita e completada.

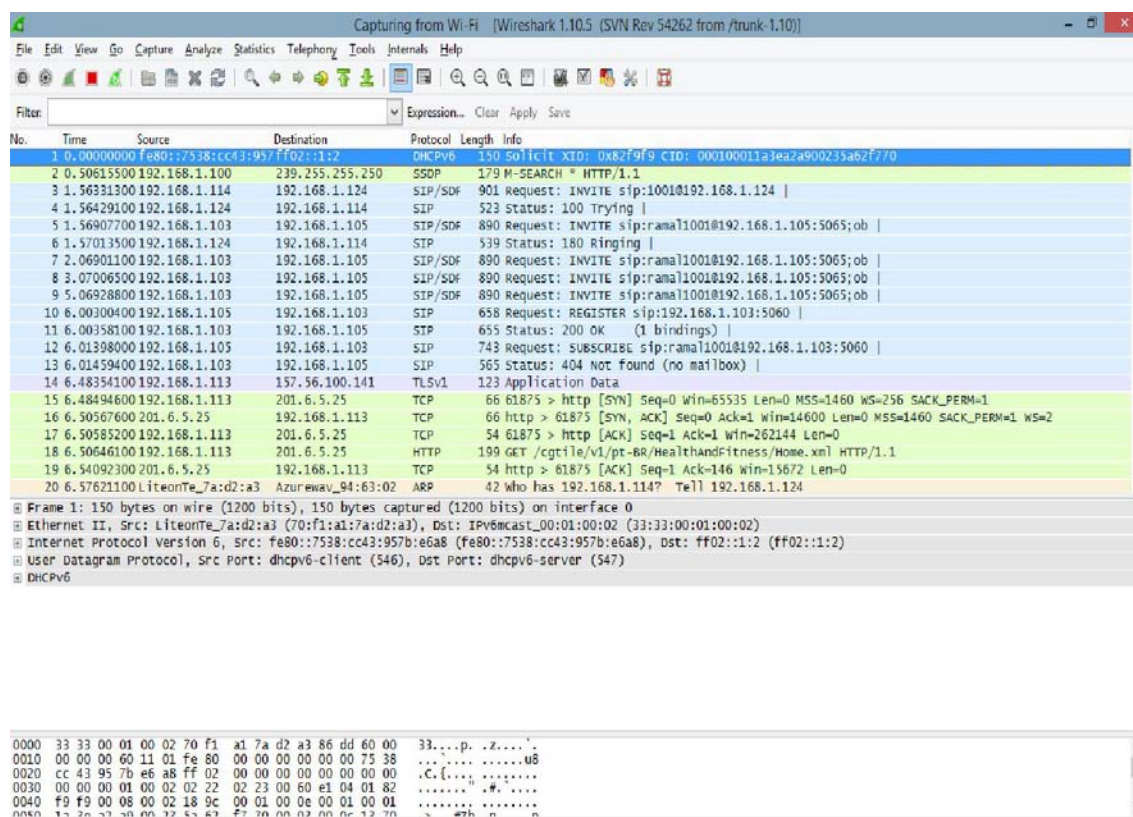


Figura 21– Wireshark início da conexão

A próxima figura apresenta a troca de pacotes entre todos os componentes do sistema de comunicação após a ligação ser completada.

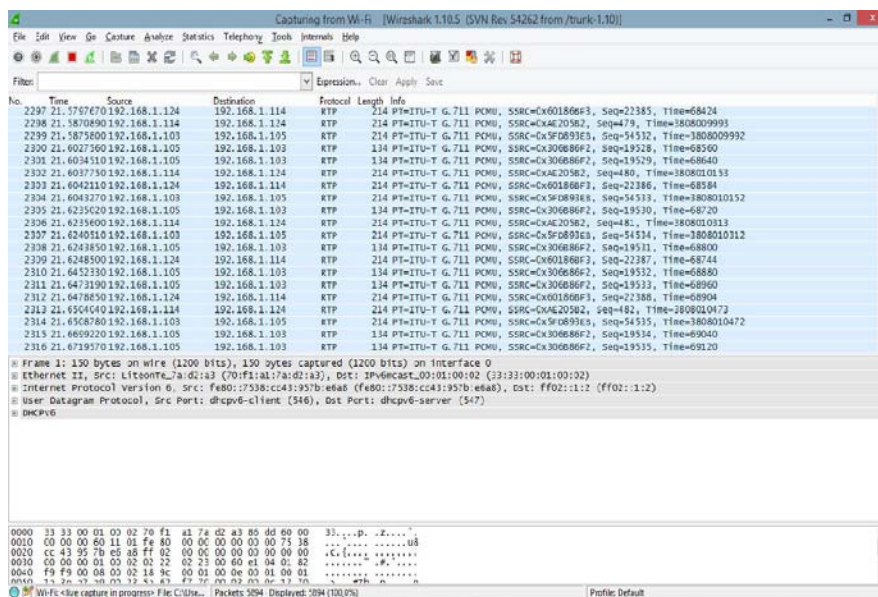


Figura 22– Wireshark conexão estabelecida

Na próxima figura é apresentado o processo de finalização da comunicação.

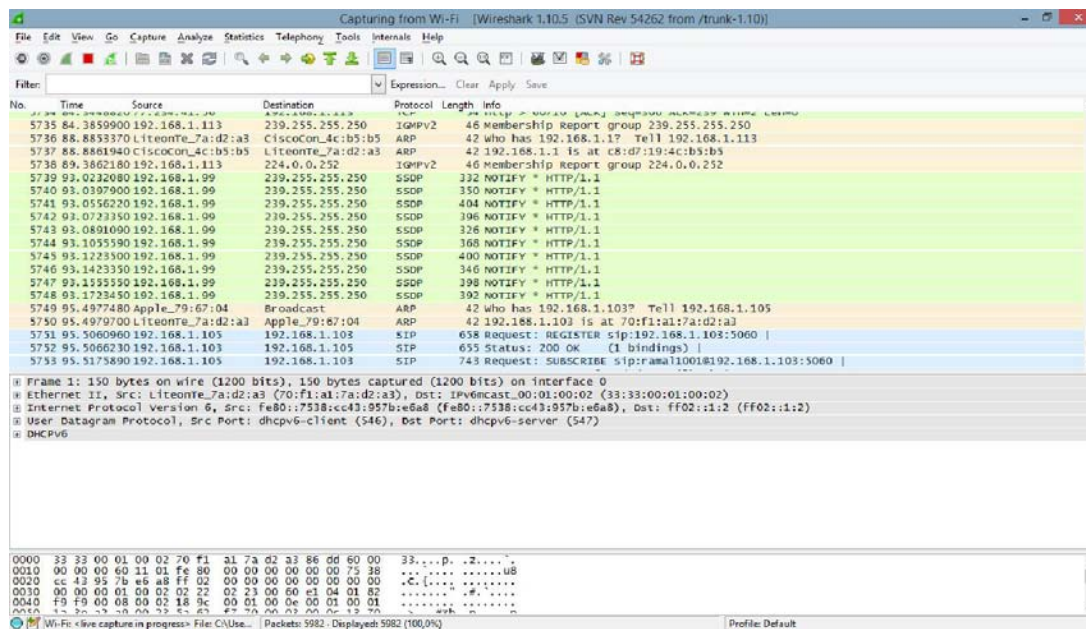
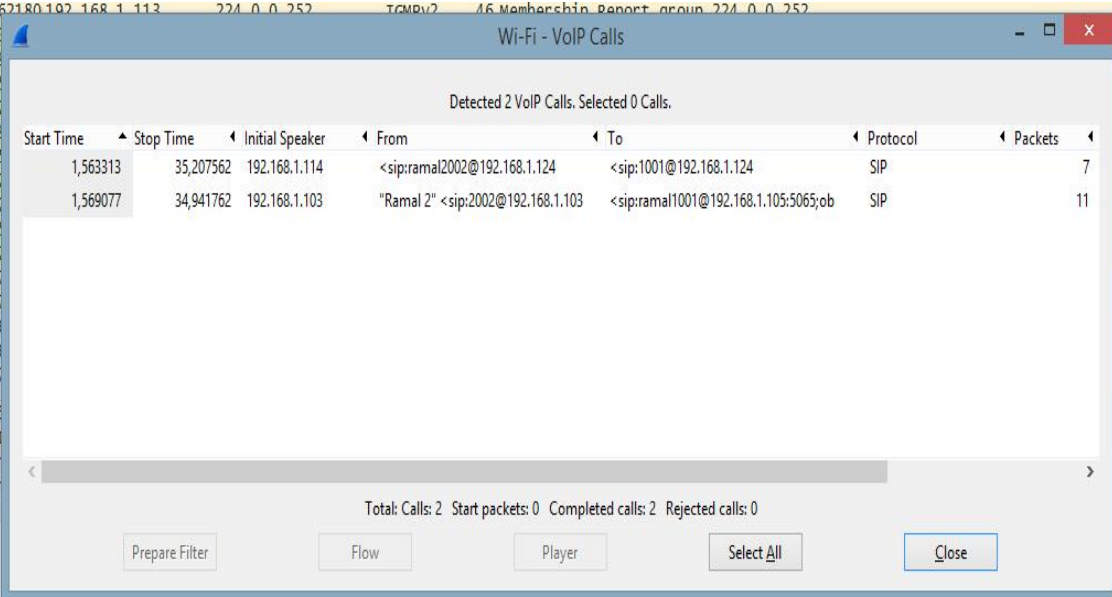


Figura 23 – Wireshark final da conexão

O Wireshark, possui várias ferramentas para analisar o tráfego VoIP capturado a próxima figura apresenta na primeira e segunda linhas a origem da transmissão feita pelo X-Lite com ramal 2002 para o iPhone ramal 1001.



Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets
1,563,313	35,207,562	192.168.1.114	< sip:ramal2002@192.168.1.124	< sip:1001@192.168.1.124	SIP	7
1,569,077	34,941,762	192.168.1.103	"Ramal 2" < sip:2002@192.168.1.103	< sip:ramal1001@192.168.1.105:5065;ob	SIP	11

Total: Calls: 2 Start packets: 0 Completed calls: 2 Rejected calls: 0

Buttons: Prepare Filter, Flow, Player, Select All, Close

Figura 24 – Wireshark chamadas detectadas

A figura a seguir, apresenta os passos no processo de comunicação entre o computador com o softphone X-Lite e o iPhone, a primeira linha informa os parâmetros medidos dos pacotes enviados entre o servidor Asterisk1 Rio e o iPhone, a segunda linha informa o caminho oposto entre o iPhone e o servidor Asterisk1 Rio; de forma similar a terceira e quarta linhas apresentam a comunicação entre o X-Lite com o Asterisk2 Brasília , e do Asterisk2 Brasília com o X-Lite respectivamente.

Detected 4 RTP streams. Choose one for forward and reverse direction for analysis

Src addr	Src port	Dst addr	Dst port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)	Pb?
192.168.1.103	12084	192.168.1.105	4006	0x5FD093EB	g711U	1147	0 (0,0%)	59,21	9,18	5,31	X
192.168.1.105	4006	192.168.1.103	12084	0x306B86F2	g711U	2196	0 (0,0%)	36,61	10,79	9,88	
192.168.1.114	56144	192.168.1.124	13066	0xAE205B2	g711U	1148	0 (0,0%)	58,85	9,20	5,31	X
192.168.1.124	13066	192.168.1.114	56144	0x601868F3	g711U	1095	0 (0,0%)	37,25	6,67	5,10	

Select a forward stream with left mouse button, and then
Select a reverse stream with Ctrl + left mouse button

Unselect Find Reverse Save As Mark Packets Prepare Filter Copy Analyze Close

Figura 25 – Wireshark origem e destino de RTP(*Real-Time Transport Protocol*)

Como foi explicado anteriormente, cada linha apresentada na figura anterior representa um passo no processo da comunicação, e vários parâmetros são medidos os mais importantes para este trabalho são:

- **PAYLOAD** tipo de protocolo usado no pacote, no caso o G711.
- **PACKETS** número de pacotes enviados em cada passo.
- **LOST** número de pacotes perdidos.
- **MAX JITTER** valores máximos de atraso em cada passo.
- **MEAN JITTER** valores médios de atraso em cada passo.

4.7 RESULTADO DOS TESTES EM AMBIENTE SIMULADO

Para permitir uma avaliação segura sem comprometer o desempenho da rede interna do Ministério da Defesa, foi replicado toda a estrutura de rede envolvida com a operacionalidade do sistema de comunicação VoIP, isso também possibilitou um controle eficiente dos elementos usados facilitando sua configuração e instalação, de acordo com essas características será fácil qualquer um reproduzir os testes aqui realizados.

Na primeira parte dos testes, onde foi usado o Myconnetion Server, toda a análise foi determinada por este software, pois ele possui ferramentas para simular uma conexão VoIP e dentro dos dados encontrados apresentar uma série de avaliações; cabe ressaltar que os efeitos de *JITTER* possuem valores entre 40 ms até 200ms (UFRJ-VOIP-2014), pois resultados maiores provocariam o comprometimento da mensagem transmitida, nos testes feitos, os valores de *JITTER* não excederam 3.5 ms muito abaixo dos limites, não foi detectado perdas ou descartes de pacotes e o MOS foi avaliado em 4.1; o valor de MOS representa um entendimento claro da mensagem e totalmente satisfatório.

No segundo teste, usando o Wireshark, pode ser feito uma avaliação mais dinâmica e em tempo real, pois a captura dos pacotes transmitidos entre o *softphone* X-Lite e o Iphone 3Gs foi exposta totalmente, com o Wireshark podemos avaliar cada conexão: *softphone* para Asterisk2 BR, Asterisk2 BR para Asterisk1 RJ, Asterisk1 RJ para Iphone 3Gs conforme tabela 2. Isso permitiu um cálculo eficiente de *JITTER*, pois cada componente gerou o seu próprio atraso que calculado teve uma média de 25,8 ms, o MOS foi avaliado subjetivamente com a audição da mensagem e efetivamente ficaria com valor maior que 4.0 na escala que vai até 5.0.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho foi apresentado de uma forma explicativa, visando a necessidade de se ter uma solução eficiente, prática e de baixo custo, de acordo com a demanda sempre crescente por comunicação. Em um primeiro momento, as necessidades emergenciais de comunicação, levaram a uma solução eficiente, mas mesmo assim onerosa com o uso do Callmanager, que tornava a instituição corporativa refém das políticas comerciais da Cisco. Outro ponto apresentado foi a total deficiência do sistema a falhas de conexão entre localidades, que assim provocaria até a falta de comunicação local, como no caso de Brasília que é totalmente dependente da central VoIP do Rio de Janeiro.

Em face do cenário exposto, foi apresentada uma solução por software livre o Asterisk, devido a sua facilidade de instalação e notório suporte mundial baseado em milhares de comunidades, mostrou-se como alternativa segura para uma nova implementação, é importante informar que os softwares usados no trabalho são facilmente encontrados na Internet, não é necessário pagar nada por eles, tornando os custos operacionais baixos, em relação a uma solução proprietária. Outro ponto importante é o gerenciamento administrativo que poderá ser feito local ou de uma forma descentralizada permitindo que o pessoal técnico local efetue ajustes no cenário de cada organização, facilitando a gerência do sistema. Cabe ainda salientar, que o objetivo final de toda empresa, mesmo as governamentais, é permitir que seus gastos com telefonia sejam menores, e a solução Asterisk permite um baixo custo na sua implementação e manutenção, e mesmo que seja necessário treinamento para o seu corpo técnico, esse investimento inicial será diluído com a imensa redução dos gastos com telefonia convencional, que praticamente será usada para ligações locais de sua região.

Em pesquisa feita na internet, sobre os componentes necessários para uma implementação usando Asterisk, foi observado uma grande economia nos gastos com equipamentos se comparado a implementação feita com o Callmanager, no Asterisk entre servidores (DELL - 2014), telefones (INTELBRAS - 2014) e instalação, o custo não passaria de R\$30.000,00 reais; já usando o Callmanager os custos de servidores (CISCO - 2013), telefones (CISCO - 2013), instalação e licenças ficariam na ordem de R\$200.000,00 reais. Com o baixo custo de implementação da solução Asterisk, rapidamente o investimento inicial seria recuperado.

No processo de testes, foi elaborado um sistema ideal, que facilitasse a conclusão dos testes e a obtenção de seus resultados, entretanto deveria ser uma topologia física e lógica que poderia ser usada imediatamente como solução para as dificuldades de gerência do sistema Callmanager. Assim, a instalação estratégica nas localidades do Rio de Janeiro e Brasília, teve como objetivo, verificar qualquer deficiência na conexão, pois problemas nos links atuais, poderiam comprometer a eficiência de seu uso; com a estrutura física e lógica devidamente instalada, usuários em cada localidade efetuaram ligações sem problemas na compreensão da comunicação.

Para que um teste mais detalhado fosse feito, um ambiente simulado foi configurado, o motivo para isso vem da necessidade de testes mais apurados e que demandariam mais tempo para serem realizados, e que poderia ainda, comprometer o desempenho da rede interna do Ministério da Defesa nos momentos de avaliação, e provocar resultados que não representassem a verdade, pois estaríamos compartilhando banda com o sistema VoIP já instalado.

Este trabalho, teve como objetivo fundamental, fornecer uma solução alternativa para o sistema Callmanager, mas também abriu uma gama de possibilidades para novas soluções no campo da comunicação, como videoconferências e o uso de telefones móveis como ramais dentro de uma organização. Com o avanço da tecnologia outras implementações serão incorporadas, é importante ainda um estudo sobre a transmissão de VoIP através de conexões VPN (*virtual private network*) (VPN – 2014), que possui como objetivo permitir uma conexão segura entre corporações usando a internet.

Finalizando, uma nova perspectiva aperfeiçoada e sob medida para o Ministério da Defesa foi testada, mas que poderá ser aplicada nas mais diversas instituições e corporações que necessitem de soluções igualmente apresentadas.

REFERÊNCIAS

- [1] RFC 3711. **The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP)**. Disponível em <http://rfc.net/rfc3711.html>
- [2] RFC 1889. **RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications**. <http://rfc.net/rfc1889.html>
- [3] RFC 1826. **IP Authentication Header**. Disponível em <http://rfc.net/rfc1826.html>
- [4] SCHMIDT, CHERYL A. **Cisco – IP TELEPHONY USING CALLMANAGER**.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação. Rio de Janeiro, 2002. 7p.
- [6] LINS, R. D.; BARBOSA, D. C. P.; NASCIMENTO, V. C. O. **VoIP Conceitos e Aplicações**. 1.ed. São Paulo: Brasport, 2011. 244 p.
- [7] KELLER, A. K. **Asterisk na Prática**. 2 ed. São Paulo: Novatec, 2011. 335 p. (**NBR 6023/2002**). 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência; Niterói: Intertexto, 2002.
- [8] MALUF, T.; ROBERTSON, A. G. **Serviço Fone@RNP**. 1.ed. Rio de Janeiro: RNP/ESR, 2013. 228 p.
- [9] BORDIM, J. L, **Introdução à Voz sobre IP e Asterisk**. 1.ed. Rio de Janeiro: RNP/ESR, 2010. 257 p.
- [10] KELLER, A. K. **Asterisk na Prática**. 2 ed. São Paulo: Novatec, 2011. 335 p. (**NBR 6023/2002**). 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência; Niterói: Intertexto, 2002.
- [11] MEGGELEN, J. V.; MADSEN, L.; SMITH, J. N. **ASTERISK THE FUTURE OF TELEPHONY** 1.ed. Rio de Janeiro: O'Reilly, 2007. 557 p.
- [12] DUTRA, A. L. C. **IMPACTOS NA ADOÇÃO DO VOIP**. Orientador: Prof. Alexandre Guimarães de Campos Freitas. Rio de Janeiro, 2008. 50 p. Monografia. (Pós-Graduação em Gerência de Redes e Tecnologias em Internet)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
- [13] TANENBAUM, A. **Redes de Computadores**. 4.ed. Rio de Janeiro. Campus, 2003.
- [14] KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 3. ed. São Paulo: Person Addison Wesley, Brasil, 2006.

- [15] Sr. **Remilson Cavalcanti** Diretor da DkalVoip Disponível em:
<http://www.artigonal.com/tecnologias-artigos/voiprevolucao-digital-e-educacao-de-custo-com-telefonias-2661756.html> . Acesso em 24 jul. 2013.
- [16] **CISCO Systems.** Disponível em:
<http://www.cisco.com/web/BR/solucoes/executive/index.html> . Acesso em 28 jul. 2013
- [17] Sr. **Cléviton Mendes de Araujo** Disponível em:
http://clevitonmendes.blogspot.com.br/2010_02_01_archive.html . Acesso em 28 jul. 2013
- [18] **Digium** Disponível em:
<http://www.digium.com/en/> . Acesso em 30 nov. 2013
- [19] **UFRJ** Disponível em:
http://www.gta.ufrj.br/grad/04_2/MPLS/conceitos.htm. Acesso em 4 dez. 2013
- [20] **Ubuntu Server** Disponível em:
<http://www.ubuntu.com/download/server>. Acesso em 4 nov. 2013
- [21] **ETF.SIP**: Sessiomn Initiation Protocol: RFC 3261 Internet Engineering Task Force Network Group, 2002. Disponível em
<http://tools.ietf.org/HTML/rfc3261>. Acesso em 18 jan 2014.
- [22] **ITU**. International Telecommunication Union 2004. About ITU- History. Disponível em: <http://www.itu.int/aboutitu/overview/history.html> . Acesso em 18 jan 2014.
- [23] **UFRJ-VOIP** Disponível em:
http://www.gta.ufrj.br/grad/00_2/alexandre/VoIP.html#mosvolta. Acesso em 18 jan 2014.
- [24] **Dell** Disponível em:
<http://www.dell.com/br/empresa/p/poweredge-r210-2/pd>. Acesso em 23 jan 2014
- [25] **Intelbras** Disponível em:
<http://www.intelbras.com.br>. Acesso em 23 jan 2014
- [26] **VPN** Disponível em:
http://pt.wikipedia.org/wiki/Virtual_Private_Network. Acesso em 23 jan 2014