

Universidade Federal do Rio de Janeiro

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

Luiz Fernando da Silva Dias

**COMUNICAÇÕES UNIFICADAS:
Implantação de um Sistema de
Comunicação Unificada**

Rio de Janeiro

2014

Luiz Fernando da Silva Dias

COMUNICAÇÕES UNIFICADAS:

Implantação de um Sistema de Comunicação Unificada

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 Micelli de Farias, M.Sc., UFRJ, Brasil

Rio de Janeiro

2014

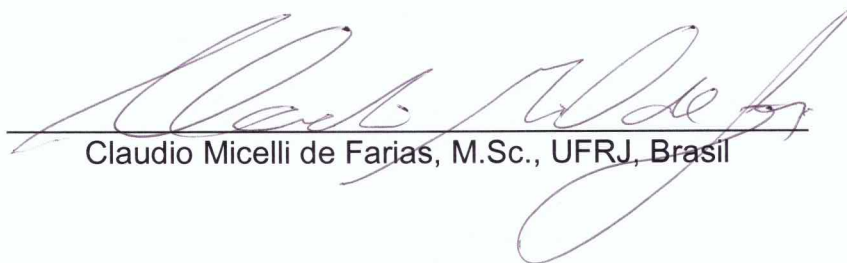
Luiz Fernando da Silva Dias

COMUNICAÇÕES UNIFICADAS:

Implantação de um Sistema de Comunicação Unificada

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 Micelli de Farias, M.Sc., UFRJ, Brasil

Dedico esse trabalho a minha amada esposa Viviane pelo incentivo e apoio ao meu esforço, ao meu pai José Roberto que me ajudou a superar mais este desafio e aos meus queridos filhos Matheus e Marcus, pelos sorrisos e carinhos que sempre me motivaram a continuar em frente e não desistir.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, acima de tudo, por ter me dado forças e permitido que eu finalizasse mais esse projeto.

À minha amada esposa **Viviane**, por todo carinho e por entender que, devido à dedicação aos trabalhos e provas durante todo o curso, muitas vezes não pude estar junto dela em momentos importantes. Agradeço todo o seu amor, admiração e pela presença incansável com que me apoiou ao longo do período de elaboração desta monografia.

Aos meus pais, **José Roberto** e **Maria Fernanda**, pelo amor, pela sólida formação dada até a minha juventude, que me proporcionou a continuidade nos estudos até a chegada a esta especialização, os meus eternos agradecimentos. Tenho muito orgulho em ser filho dos Senhores.

Ao meu orientador, Professor **Claudio Miceli de Farias** que, com grande amizade e companheirismo, proporcionou ampliar meus horizontes para uma visão mais aberta das ciências da computação e que sempre esteve ao meu lado.

Aos meus grandes amigos **Ricardo Ferreira Vieira de Castro**, **Érico Lemos** e **Anderson Perrote** pelo total apoio durante o curso. Muito Obrigado.

Ao meu grande amigo **Marcos Coelho** por todo suporte e ajuda dado nesse período. Muito Obrigado.

Ao **Instituto Nacional de Tecnologia**, pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional e pessoal.

RESUMO

DIAS, Luiz Fernando da Silva. **COMUNICAÇÕES UNIFICADAS: Implantação de um Sistema de Comunicação Unificada**. Monografia (Especialização em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet). Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

Comunicações Unificadas é a convergência de vários tipos de comunicação - telefonia, mensagens instantâneas, email, videoconferência e outros - sendo utilizada principalmente em empresas com o objetivo de tornar a comunicação de seus colaboradores mais eficaz. Existem diversas soluções proprietárias que implementam um ambiente de Comunicações Unificadas, como por exemplo o Adobe ConnectNow da Adobe, o Webex da Cisco, o Exchange Server da Microsoft entre outros.

Este trabalho tem como objetivo a implantação de um sistema de Comunicação Unificada utilizando uma solução proprietária da Cisco. O objetivo final é diminuir custos com a telefonia e prestação de serviços de manutenção e integrar todas as formas de comunicação existentes dentro da empresa. Essa nova proposta provocará uma mudança de paradigma na forma de comunicação da empresa e também viabilizará mais investimentos em pesquisa e conhecimento.

Palavras-chave: Comunicações Unificadas, SIP, SCCP, Mensagens Instantâneas, Voip, *Email*, *Presence Server*, Planejamento de Capacidade de Redes.

ABSTRACT

DIAS, Luiz Fernando da Silva. **COMUNICAÇÕES UNIFICADAS: Implantação de um Sistema de Comunicação Unificada**. Monografia (Especialização em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet). Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

Unified Communications is the convergence of various types of communication - phone, instant messaging, email, video conferencing and other - being used primarily in companies with the goal of making more effective communication of their employees. There are several proprietary solutions that implement a unified communications environment, such as Adobe ConnectNow from Adobe, Cisco Webex, Microsoft Exchange Server and others.

This paper aims at implementing a Unified Communications system using a proprietary Cisco solution. The ultimate goal is to reduce telephony costs and provision of maintenance services and integrate all existing forms of communication within the company. This new proposal will cause a paradigm shift in the manner in which the company and also will enable more investment in research and knowledge.

Keywords: Unified Communications, SIP, SCCP, Instant Messaging, VoIP, Email, Presence Server, Capacity Planning Network.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01 – Visão Global do Serviço de Presença	25
Figura 02 – Variação do WATCHER	26
Figura 03 – Sistema de Presença	27
Figura 04 – Estrutura Básica do SMTP	35
Figura 05 – Cisco ATA para o CCM	39
Figura 06 – Cisco ATA para o CCM para o Cisco ATA	41
Figura 07 – Mensagem <i>RegisterMessage</i> capturada através do Wireshark	45
Figura 08 – Resposta da mensagem <i>RegisterMessage</i>	45
Figura 09 – Ligação SIP usando um servidor <i>Proxy</i>	47
Figura 10 – Entidades SIP	48
Figura 11 – Relação entre capacidade, tráfego e desempenho	53
Figura 12 – Metodologia para o planejamento de capacidade de rede telefônica convencional	61
Figura 13 – Metodologia para o planejamento de capacidade da rede para serviço VoIP	62
Figura 14 – Cálculo da largura de banda do <i>codec</i> G.711	63
Figura 15 – <i>Overhead</i> dos pacotes de voz (<i>codec</i> G.711)	64
Figura 16 – Exemplo de medição de tráfego	66
Figura 17 – Topologia atual de telefonia	68
Figura 18 – Sala de telefonia e banco de baterias	69
Figura 19 – Distribuidor Interno Ótico	70
Figura 20 – Multiplexador DATACOM DM4E1	71
Figura 21 – PABX Ericson MD110	71
Figura 22 – DG de conexão do cabeamento telefônico	72
Figura 23 – Topologia de rede sugerida	73
Figura 24 – Configuração do <i>gateway</i> de voz	74
Figura 25 – Cisco CallManager	75
Figura 26 – Roteador Cisco 2900	76
Figura 27 – Telefone Cisco IP modelo 7942	76
Figura 28 – Switches PoE modelo 2960 (24 e 48 portas)	77
Figura 29 – Calculadora de Erlang	94

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 01 – Descrição das ações (Cisco ATA – CCM)	40
Tabela 02 – Descrição das ações (Cisco ATA – CCM – Cisco ATA)	42
Tabela 03 – Parte da tabela de Erlang	59
Tabela 04 – Considerações do <i>ViewMail</i> para o Outlook	86
Tabela 05 – Precedência do IP para mapeamento DSCP	89
Tabela 06 – Resultado do cálculo	94
Tabela 07 – Ligações locais	104
Tabela 08 – Ligações para região I (fixo – fixo)	104
Tabela 09 – Ligações para região II (fixo – fixo)	105
Tabela 10 – Ligações para região III (fixo – fixo)	105
Tabela 11 – Ligações para região I (fixo – móvel)	106
Tabela 12 – Ligações para região II (fixo – móvel)	106
Tabela 13 – Ligações para região III (fixo – móvel)	107
Tabela 14 – Ligações internacionais	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCITT	Comitê Consultivo Internacional de Telefonia e Telegrafia
CCM	Cisco Call Manager
CUCM	Cisco Unified Communications Manager
CUCME	Cisco Unified Communications Manager Express
DG	Distribuidor Geral
DIO	Distribuidor Interno Ótico
EoL	End of Life
EoS	End of Sale
FXS	Foreign Exchange Subscriber
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
IETF	Internet Engineering Task Force
IMAP	Internet Message Access Protocol
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunication Union
MI	Mensagens Instantâneas
MTP	Message Transfer Part
NGN	Next Generation Network
PABX	Private Automatic Branch Exchange
POP	Post Office Protocol
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RFC	Request For Comments
RTP	Real-time Transport Protocol
SAA	Selsius Analog Access
SCCP	Skinny Call Control Protocol
SCM	Selsius Analog Manager
SDA	Selsius Digital Access
SGCP	Skinny Gateway Control Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SS7	Sistema de Sinalização 7
TCP	Transmission Control Protocol
TI	Tecnologia da Informação
UC	Unified Communications
UCaaS	Unified Communications as a Service
UDP	User Datagram Protocol
VoIP	Voice over Internet Protocol

SUMÁRIO

	Pagina
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 ORGANIZAÇÃO	15
2 CONCEITOS BÁSICOS	16
2.1 COMUNICAÇÃO UNIFICADA	16
2.1.1 Presença	23
2.1.2 Videoconferência	27
2.1.3 Assistente Pessoal (Agenda)	30
2.1.4 Audioconferência	31
2.1.5 Mensagens Instantâneas	32
2.1.6 Email	34
2.1.7 Webconferência	35
2.2 PROTOCOLOS	37
2.2.1 SCCP (<i>Skinny Call Control Protocol</i>)	38
2.2.2 SIP (<i>Session Initiaton Protocol</i>)	46
2.2.2.1 Arquitetura	46
2.2.2.2 Mensagens	50
2.3 PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE EM REDES	52
2.3.1 Planejamento de Capacidade em Redes Telefônicas Convencionais	54
2.3.1.1 Métodos de Erlang	54
2.3.1.2 Fórmula de Erlang B	58
2.3.1.3 Metodologia	60
2.3.2 Metodologia Adaptada para VoIP	61
2.3.2.1 Tipo do <i>Codec</i>	63
2.3.2.2 Amostras por Pacote	63
2.3.2.3 Supressão de Silêncio	64
2.3.2.4 Compressão de Cabeçalhos	65
2.3.2.5 Recursos de Rede	65
3 ARQUITETURA E TOPOLOGIA	68
3.1 CENÁRIO ATUAL	68
3.2 CENÁRIO SUGERIDO	73
3.2.1 Equipamentos	75
4 TESTES	78
4.1 ESCALABILIDADE	78
4.2 DISPONIBILIDADE	80
4.3 ACESSIBILIDADE	83
4.4 QoS (<i>Quality of Service</i>)	86
4.5 ESTUDO DE CASO	89

4.5.1 Recursos de Rede	90
4.5.2 Cálculo de HMM	90
4.5.3 Definição de GoS	91
4.5.4 Aplicação da Fórmula de Erlang B	92
4.5.5 Tipo do Codec	92
4.5.6 Número de Amostras por Pacote	92
4.5.7 Supressão de Silêncio	93
4.5.8 Compressão de Cabeçalhos	93
4.5.9 Cálculo da Largura de Banda	93
5 CONCLUSÃO	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	102

1 INTRODUÇÃO

Existem muitas formas de comunicação disponíveis hoje, como: telefone fixo, celular, email, Mensagens Instantâneas (MI) e outros. Aparentemente esta grande quantidade de opções de contatar alguém facilita a comunicação com está pessoa, o que não é verdade, nem sempre a opção de contato escolhida é a melhor para se comunicar naquele momento. E para tentar resolver esse problema surge o conceito de *Unified Communications* (UC), onde através de um único número (ou endereço) de contato se alcança o destino pela melhor opção no momento [1].

Comunicações unificadas são as integrações de serviços de comunicação real-time, tais como mensagens instantâneas, informações de presença, telefonia fixa e móvel (incluindo telefonia IP), videoconferência, controle de chamadas e reconhecimento de fala. UC não é um produto único, mas um conjunto de serviços que fornecem uma interface de usuário consistente e unificada através de múltiplos dispositivos e tipos de mídia.

UC também se refere a uma tendência para oferecer a integração de processos de negócios, ou seja, para simplificar e integrar todas as formas de comunicação com vista a aperfeiçoar processos de negócios e reduzir o tempo de resposta, gerir os fluxos e eliminar o dispositivo e as dependências da mídia.

No cenário empresarial, tal demanda é bastante clara, e faz com que os grandes desenvolvedores de soluções tecnológicas tendam a desenvolver suas próprias tecnologias para a implementação de soluções de UC. Como exemplos de produtos comerciais existentes no mercado, têm o Cisco *Unified*

Communications e o Microsoft Lync, que fazem o uso de comunicações unificadas englobando VoIP, mensagens instantâneas, compartilhamento de tela e de desenho e transmissão de arquivos.

1.1 OBJETIVOS

Esta seção apresenta os objetivos do presente trabalho. Assim, a Seção 1.1.1, introduz o Objetivo Geral dessa monografia e a Seção 2.2 descreve os Objetivos Específicos a serem alcançados.

1.1.1 **Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo a implantação de um sistema de comunicação unificada tendo como base a solução da empresa Cisco – Cisco *Unified Communications*.

1.1.2 **Objetivos específicos**

- Fazer um levantamento da infraestrutura de rede da telefonia atual;
- Propor uma solução Cisco de telefonia IP, parte integrante da solução Cisco Unified Communications;
- Realizar testes de escalabilidade, acessibilidade, disponibilidade e qualidade dos serviços nas comunicações internas;
- Planejar um estudo de capacidade de rede para verificar o impacto da nova solução de telefonia na rede de dados atual.

1.2 ORGANIZAÇÃO

A monografia está organizada em 5 capítulos. O Capítulo 2 fala a respeito das Comunicações Unificadas e seus conceitos, vantagens, serviços e seu funcionamento. Também faz uma abordagem sobre os protocolos SCCP e SIP, seus elementos e funcionalidades, bem como, o planejamento da capacidade de redes.

O capítulo 3 descreve a implementação da comunicação unificada evidenciando o cenário da infraestrutura da rede de telefonia existente com sua arquitetura e topologia. Nele, há uma abordagem a respeito da perspectiva futura com a implementação dos serviços de comunicação unificada confrontando com o cenário que se pretende atingir, descrevendo os equipamentos que são e serão utilizados.

Já no capítulo 4, será apresentando testes práticos que foram executados procurando demonstrar a escalabilidade, disponibilidade e acessibilidade nos serviços de comunicações, bem como mecanismos de qualidade dos serviços (QoS) e também é feito um estudo de caso descrevendo o planejamento da capacidade de rede que será agregada a atual.

O capítulo 5 encerra o projeto com conclusões gerais e a afirmação do objetivo pretendido que é unificar as comunicações de seus colaboradores, diminuir custos com o uso da telefonia e aumentar a quantidade de serviços prestados na telefonia.

2 CONCEITOS BÁSICOS

Há muitas maneiras de se comunicar com parceiros, clientes e colegas de trabalho – por telefone, email, mensagens instantâneas, fax, videoconferência, e mídias sociais. Segundo os especialistas, gerenciar separadamente cada uma delas não só é ineficiente, como pode também provocar conflitos, uma vez que todos usam a mesma tecnologia subjacente – a Internet.

Um único sistema para gerenciar todos os meios digitais de comunicação permite uma só interface de gerenciamento, com arquivamento e backup integrados. As comunicações unificadas, que vem do termo em inglês *Unified Communications* (UC), possibilitam oferecer aos usuários uma única plataforma para acessar as ferramentas de quaisquer dispositivos.

Com essa tecnologia, os funcionários podem ouvir mensagens de voz, responder e-mails, ler posts no Twitter ou no Facebook, enviar e receber fax, e participar de conferências de vídeo a partir de uma única aplicação, seja no escritório ou na estrada [2].

2.1 COMUNICAÇÕES UNIFICADAS

Em uma empresa existem diversas formas para os seus colaboradores trocarem informação entre si, uma dessas formas é através do telefone, que pode ser fixo ou móvel. É uma forma de contato em tempo real que permite uma comunicação eficiente e com retorno imediato. Porém, caso os interlocutores desejarem realizar uma troca de arquivos durante uma conversa, isso não será possível através do telefone convencional. Eles deverão escolher outro serviço para fazer isso, o email, por exemplo, mas se algum deles não

estiver próximo a um computador e não conseguir acessar de qualquer forma seu email, eles terão de aguardar até conseguir acesso a este serviço. Tais tecnologias não possuem integração entre si, como o sincronismo entre o teor da conversa e os assuntos enviados para complementar a conversa entre outros. A integração depende das pessoas e não da tecnologia.

Outras formas de comunicação muito utilizadas nas empresas são os mensageiros instantâneos, como o Skype (Microsoft) e Gtalk (Google). O problema é que são serviços prestados por terceiros, onde a privacidade e segurança (mensagens e arquivos trocados), embora declarados nas licenças de uso, podem não estar de acordo com a política da empresa. Tais serviços proveem pouca ou nenhuma integração ao usuário final, exigindo que os interessados em participar desses 3 (três) serviços citados ou dos diversos outros existentes, devam criar uma conta em cada um dos mesmos. Isso acaba gerando diversos endereços para contatos além do email, telefone fixo, celular, fax e outros. Desta forma, sem nenhum tipo de integração, o usuário fica obrigado a gerenciar suas contas, contatos, mensagens e histórico. Vale destacar que as agendas e contatos são pontos cruciais em um ambiente corporativo, mas são gerenciados por seus usuários com nenhum ou com pouco tipo de centralização dessas informações.

Comunicação Unificada é a convergência destas várias formas de comunicações como telefonia fixa e móvel, email, mensagens instantâneas e videoconferência, permitindo que os usuários se comuniquem em tempo real com qualquer pessoa em qualquer lugar e, quando possível, com tecnologias equivalentes. Essas formas de comunicação podem ser divididas em síncrona,

como telefone e VoIP, e assíncrona, como o email. Aplicações de mensagens instantâneas podem se enquadrar nos dois modelos: síncrono, ao enviar e receber as mensagens em um limite de tempo próximo a um bate-papo, ou assíncrono, onde os tempos de envio e recebimento são desiguais, como o email. Assim, é possível que a partir de uma única ferramenta seja possível enviar um email, iniciar uma ligação ou chamar alguém para um bate papo, independente da forma que essa pessoa esteja acessando a rede, pois as comunicações unificadas procuram justamente a conversão entre essas várias ferramentas de comunicação.

Por ser um termo criado no mercado, a definição mais aceita para Comunicações Unificada sé a integração das comunicações visando aperfeiçoar os processos corporativos. Integração seria a interoperabilidade entre as formas de comunicações que envolvem toda à forma de troca de informação, seja por MI, voz, dados ou imagem. Processos corporativos se referem à sequência de ações que geram um resultado, como um produto final, por exemplo. Aperfeiçoar é tornar esses processos mais eficientes obtendo mais e/ou melhores resultados [1].

É importante ressaltar que com a integração de todas as formas de comunicação é possível gerar um ambiente de comunicação mais eficaz dentro das organizações, resultando em redução de custos, aumento de produtividade e melhoria da satisfação do cliente. Outro ponto interessante a ser lembrado é que Comunicações Unificadas não é um produto único, mas sim uma solução que pode variar de cenário para cenário e que envolve basicamente a

conversão de protocolos e mídias. Este processo pode ser realizado através de produtos abertos ou soluções proprietárias.

A Gartner, conhecida empresa de consultoria e pesquisa da área de Tecnologia da Informação (TI), identificou em sua pesquisa [3], conforme demonstrado abaixo, 16 (dezesesseis) funcionalidades que formam uma solução de comunicações unificada completa.

- Telefonia: Sistema de transmissão de áudio;
- Mensagens Unificadas: Possibilita a integração de tipos de mensagens diferentes, como, por exemplo, SMS e email;
- Cliente Desktop: Software único que centraliza diversas funções, permitindo - por exemplo - realizar a troca de mensagens instantâneas ou iniciar uma ligação telefônica;
- Email: Possibilita o envio e recebimento de mensagens eletrônicas;
- Mensagens Instantâneas: Forma de comunicação em tempo real baseada em texto;
- Audioconferência: Conferência entre 3 (três) ou mais participantes onde apenas há o áudio destes participantes;
- Videoconferência: Conferência entre 3 (três) ou mais participantes onde, além do áudio, ocorre o compartilhamento de vídeo, permitindo que se vejam, compartilhem imagens ou vídeos, como uma apresentação, por exemplo;

- Web conferência: Conferência realizada utilizando uma rede de dados, como a internet. Pode ser feito apenas com a transmissão de áudio, vídeo, texto, compartilhamento de área de trabalho, quadro de notas, entre outras opções;
- Conferência convergente: Possibilita a reunião de participantes que estejam usando meios diferentes de acesso a conferência. Por exemplo, pode ser possível a participação de usuários através de telefone enquanto outros estejam acessando através de um serviço de conferência web;
- Serviço de notificação: Possibilita a notificação a partir de determinados eventos. Por exemplo, ao receber uma ligação e a mesma não ser atendida, um email pode ser gerado informando do ocorrido, informando, por exemplo, quem ligou e horário;
- Serviço de Presença: Informação de disponibilidade como, por exemplo, “Ocupado”, “Em reunião”, “Disponível” e outros. Serviço de Presença é uma exigência absoluta para a verdadeira UC;
- Assistente pessoal: Agenda onde estão disponíveis informações sobre os contatos;
- Comunicações Integradas aos processos de negócio: Dispara mensagens a partir de informações dos processos de negócio. Por exemplo, quando o estoque ficar abaixo de um limiar;
- Centro de contato: Centraliza todas as informações de todos os contatos;

- Soluções móveis: Faz uso de celulares e outros dispositivos móveis facilitando o processo de comunicação;
- Colaboração: Soluções como compartilhamento de desktop ou edição de arquivos em conjunto.

Não há um consenso sobre quais serviços constituem uma solução de UC, conforme pode-se observar no livro [4] onde um conjunto de serviços diferentes é demonstrado. Muitas empresas colocam uma ou outra das funcionalidades citadas em seus produtos e os vendem como uma solução de Comunicações Unificadas.

Um dos desafios na área das telecomunicações é um colaborador ser alcançado na telefonia através de um único número, independente de onde ele se encontra, seja na sua mesa dentro da empresa, no seu *home office*, na rua com seu celular ou mesmo em qualquer parte do mundo utilizando um *softphone*. Integrar tal funcionalidade a um sistema de correio de voz, onde as mensagens gravadas possam ser enviadas por email ou através de um serviço de notificação, são funcionalidades de grande ajuda para a comunicação das pessoas. Assim como a conversão de emails em mensagens instantâneas e vice-versa ou dessas para áudio, de acordo com a disponibilidade do usuário, também são soluções que demonstram o poder de uma solução de Comunicações Unificadas. Além disso, a disponibilidade do usuário, mais conhecida como serviço de presença, se torna fundamental para o funcionamento de toda essa integração. Afinal, saber qual a melhor maneira para se contatar uma pessoa agiliza, e muito, a comunicação.

Ocorre também de empresas, a maior parte delas multinacionais, que têm como problema seus gastos com viagens para reuniões e apresentações. Com o objetivo de redução de custos, e indiretamente utilizar a propaganda de empresa ecologicamente correta graças à economia de combustível gerada, uma solução que tem sido cada vez mais utilizada são as conferências pela Internet. Essas reuniões podem ser com apenas o áudio dos participantes ou também com a transmissão de vídeos, seja dos participantes da conferência como também pode ser as imagens de uma apresentação (slides). Podem ser realizadas através de equipamentos específicos para este fim, ou também utilizando os computadores dos participantes.

Outrora, há outros cenários onde há um grande volume de colaboradores trabalhando na rua, ou seja, visitando clientes ou constantemente em viagem. Para estas empresas, possibilitar o acesso externo a informações importantes internas, como documentos, contatos, agendas, através de aplicativos instalados nos celulares pode trazer muitos benefício.

Como foi visto, há diversos perfis de empresas e suas respectivas necessidades. Apesar de empresas de consultoria especializada, como a Gartner, apresentar 16 (dezesesseis) funcionalidades que compõem uma solução de Comunicações Unificadas, isso não significa que uma empresa, ao adquirir uma solução dessa, estará adquirindo todas essas funcionalidades. Identificar as suas necessidades é um ponto fundamental para o sucesso da implementação.

Para fim de melhor entendimento, alguns desses serviços estão descritos abaixo com mais detalhes:

2.1.1 Presença

Com tantas formas de contato, perde-se cada vez mais tempo na decisão de qual forma utilizar para falar com alguém. E muitas vezes a forma escolhida não é a melhor maneira para se comunicar com aquele usuário naquele momento. Visando facilitar essa decisão existe o conceito de presença, um termo muito utilizado nas Comunicações Unificadas, que nada mais é que a informação da disponibilidade de um usuário e da melhor forma para se comunicar com ele neste momento. Essa informação de disponibilidade pode servir para fornecer a simples informação de disponível ou não, como também pode passar informações mais completas como as coordenadas obtidas por um *Global Positioning System* (GPS) informando a localização exata do usuário. A partir destes dados, torna-se mais fácil a decisão da melhor maneira de se comunicar com o usuário, decisão essa que pode ser transparente para o usuário ao ligar para um ramal e o PABX rotear a ligação para o telefone fixo, móvel ou *softphone*, de acordo com a informação de presença do destinatário.

É importante destacar a importância deste conceito em uma solução de Comunicações Unificadas. Dentre os dezesseis itens apresentados anteriormente, este é um conceito fundamental para o funcionamento dos demais. Não basta apenas realizar a integração entre todas as formas de contatos, se não for possível identificar qual dessas formas é a melhor para se contatar um usuário em um determinado momento. Com o uso da presença, a informação disponibilizada auxilia aos próprios elementos da rede escolher da melhor forma possível a mídia que quer ser transmitida a um contato, como um áudio ou captura sequenciada da tela de um computador, por exemplo.

Com a evolução das redes de comunicação para uma arquitetura baseada em IP (*Internet Protocol*), surge uma facilidade de comunicação entre serviços de aplicação e seus dispositivos. Isso facilita o avanço dos serviços de presença, que são fortemente utilizados por serviços de mensagens instantâneas, para utilização em conjunto desta informação entre redes e dispositivos diferentes como computadores, telefone móveis e fixos, aparelhos de GPS e diversos outros equipamentos. Em resumo, o conceito de presença pode se tornar uma importante ferramenta para os usuários gerenciarem seu tempo e suas comunicações com mais eficiência. [5]

Para o correto funcionamento do serviço de presença, o servidor responsável por obter e divulgar estas informações deve conseguir se comunicar com todas as formas possíveis que este usuário pode disponibilizar esta informação como, através de um ramal em um PABX, de um telefone celular através de uma rede *General Packet Radio Service* (GPRS) ou através de um dos diversos serviços de mensagem instantânea disponíveis, por exemplo. Outra característica é a centralização destas informações, possibilitando a todos os serviços o devido acesso.

Constata-se então a necessidade de interoperabilidade entre o servidor responsável por este serviço de presença com os diversos serviços que fornecem essa informação. Como não há no mercado uma empresa que tenha produtos e serviços que atendam todas as formas de comunicação, surgirão problemas como a incompatibilidade de protocolos caso cada fabricante utiliza um protocolo proprietário. [5] Esse problema pode ocorrer também com a utilização de protocolos abertos, já que existe mais de um com essa

capacidade. É interessante mencionar a recomendação do *International Telecommunication Union* (ITU) – antigo Comitê Consultivo Internacional de Telefonia e Telegrafia (CCITT) sobre o Sistema de Sinalização número 7 (SS7) [6] e as redes *Next Generation Network* (NGN) [7] que, para comportar os diversos padrões já existentes, tornaram-se bastante complexas em teoria/implementação.

É importante apresentar um modelo genérico de serviço de presença. Como resultado da pesquisa do Grupo de Trabalho de Redes da *Internet Engineering Task Force* (IETF), foi publicado a RFC 2778 [8] que tem como objetivo demonstrar um modelo teórico de um Serviço de Presença e Mensagens Instantâneas. Nele são definidos as várias entidades envolvidas, suas terminologia se descrito os serviços prestados por estes sistemas.

Um serviço de presença basicamente possui dois tipos de clientes: *PRESENTITY*, que é quem está provendo a informação de presença e *WATCHERS*, que é quem recebe a informação de presença. Vale à pena ressaltar que isso é apenas um modelo e que esses dois “clientes” não são necessariamente implementados separadamente.

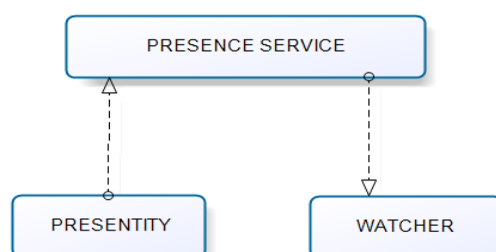


Figura 01 - Visão global do serviço de presença

Dentro deste modelo existem dois tipos de *WATCHERS*: o *FETCHER* que simplesmente solicita a situação atual de presença de um *PRESENTITY* e o *SUBSCRIBER* que assina as futuras atualizações de um *PRESENTITY* e receberá uma notificação assim que houver alguma alteração na sua informação de presença. Um tipo especial de *FETCHER* é o *POLLER*, que periodicamente solicita a informação de presença de um *PRESENTITY*.

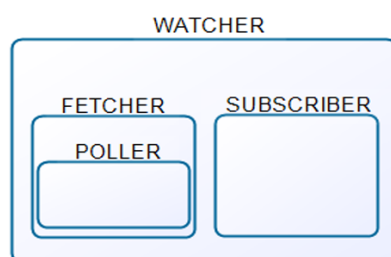


Figura 02 - Variação do *WATCHER*

Alterações da informação de presença serão distribuídas aos *SUBSCRIBERS* através de notificações. Isto ocorre com o *PRESENTITY* alterando sua informação de presença e informando ao seu serviço de presença dessa alteração. Esse serviço então se encarregará de informar todos os *SUBSCRIBERS* deste *PRESENTITY* sobre a alteração da informação de presença deste. Este serviço também armazenará esta informação para repassá-la a um *FETCHER* assim que for solicitado. Esta é a visão geral de funcionamento de um serviço de presença.

PicturePhone, o qual foi posteriormente lançado em 1964 em uma feira mundial em Nova York. [13]

Uma videoconferência consiste em uma discussão em grupo ou pessoa-a-pessoa na qual os participantes estão em locais diferentes, mas podem ver e ouvir uns aos outros como se estivessem reunidos em um único local. [10]

Os sistemas interpessoais de videoconferência possibilitam a comunicação em tempo real entre grupos de pessoas, independente de suas localizações geográficas, em áudio e vídeo simultaneamente.

O uso da videoconferência apresenta uma série de vantagens:

- Economia de tempo, evitando o deslocamento físico para um local especial;
- Economia de recursos, com a redução dos gastos com viagens;
- Mais um recurso de pesquisa, já que a reunião pode ser gravada e disponibilizada posteriormente.

Além destes aspectos, os softwares que apoiam a realização da videoconferência, em sua maioria, permitem também, através da utilização de ferramentas de compartilhamento de documentos:

- Visualização e alteração pelos integrantes do diálogo em tempo real;
- Compartilhamento de aplicações;
- Compartilhamento de informações (transferência de arquivos). [11]

O cenário atual para os sistemas de videoconferência está dividido em aplicações H.323 e SIP.

O SIP possui a vantagem de ter, como fundamento, os protocolos internet, facilitando a integração de serviços com os serviços web, como o MI. Com as raízes fundadas na tecnologia internet, e grande simplicidade, o protocolo SIP facilita a interoperabilidade para as redes de telefonia tradicionais e as aplicações web. Observa-se um crescimento crescente de aplicações SIP voltadas para telefonia VoIP. [12]

Os grandes fabricantes mundiais de sistemas de telefonia já têm implementado o SIP para permitir as aplicações de VoIP em suas plataformas. O SIP é um protocolo leve (*light weight*) que permite assim uma convergência mais simplificada dos serviços de telefonia tradicional para os sistemas de voz baseados em internet.

Por outro lado, o H.323, apesar de compreender um padrão mais pesado, e de implementação mais detalhada, carrega uma pilha de especificações que, além de garantir a interoperabilidade entre os sistemas, agrega uma gama de serviços adicionais, voltados para aplicações de voz, vídeo e dados.

A movimentação do mercado hoje pode ser percebida de uma forma bem peculiar. As implementações para VoIP estão, em sua maioria, sendo realizadas através do SIP, emergindo dos grandes fabricantes de plataformas de telefonia. Estas implementações SIP, além de oferecer as facilidades naturais para a comunicação de voz e interoperabilidade com os protocolos de comunicação entre centrais estão se voltando para em um caminho de busca de convergência para as aplicações de vídeo. [14]

A escolha de um ou outro protocolo compreende um debate que reside basicamente nas necessidades e anseios que o usuário espera de uma rede

convergente. É natural que hoje, várias empresas estão oferecendo em seus produtos, a possibilidade de uso do H.323 ou do SIP.

Entretanto, vários fabricantes, dentro deste contexto de dúvida, estão oferecendo ao mercado soluções de coexistência entre os dois padrões, com soluções para a interoperabilidade entre os mesmos. Mas ainda não é a solução definitiva que os usuários esperam.

2.1.3 Assistente Pessoal (Agenda)

Uma empresa ou instituição de ensino pode centralizar em um ponto central todos os contatos de seus colaboradores, alunos, professores, bem como sua informação de presença. O que traz enormes benefícios, seja para consulta manual dos próprios usuários por informações de outros usuários que desejam contatar, seja para integrar as diversas aplicações usadas para comunicação entre as pessoas.

Pelo fato de em uma solução de UC existirem vários aplicativos integrados, centralizar as informações comuns a todos resulta em um melhor funcionamento da solução, já que todas as informações estão disponíveis em um mesmo lugar, evitando informações conflitantes e/ou vencidas. Porém, como este é um serviço que deverá ter interface com praticamente todos os demais existentes, a necessidade de conseguir comunicar-se com diversos protocolos é extremamente alta.

A informação principal disponibilizada será a de presença, seguido das informações de contato dos usuários. Assim, uma aplicação que deseja contatar um usuário irá consultar nesta agenda qual a disponibilidade deste

usuário, ou seja, qual a melhor forma de contato com ele no momento. De posse desta informação a aplicação deverá tentar contatar o usuário utilizando esta melhor forma de contato.

2.1.4 **Audioconferência**

Com a audioconferência, é possível criar salas virtuais de reunião. Acessadas via telefonia IP ou através da rede de telefonia comum, essas salas permitem a conversação em tempo real com várias pessoas ao mesmo tempo, tornando-se ideais para empresas que possuem colaboradores em diferentes partes geográficas.

Para que a segurança das conversas seja mantida, o líder/palestrante oferece uma senha a todos aqueles que devem estar presentes na *conferencecall*. Essa senha permite o acesso naquele momento e identifica cada um dos participantes na sala.

Por meio de soluções mais atuais, que utilizam o sistema *Unified Communications as a Service* (UCaaS), o líder pode acompanhar por um computador dados sobre os participantes da conferência, bem como controlar acessos, abrir e fechar linhas quando necessário. Aplicativos criados especialmente para smartphones também já estão disponíveis no mercado. É possível também adquirir um cartão com um par de senhas para acesso *OnDemand*, sem a necessidade de um agendamento prévio, que permite ao líder iniciar uma audioconferência em qualquer hora do dia, tendo apenas que disponibilizar a senha de acesso para os participantes. [15]

Diferente do que acontece com os aparelhos viva-voz (também chamados “estrelas”), nas audioconferências não é preciso que as pessoas estejam no mesmo local, pois cada indivíduo participa da chamada diretamente de seu próprio aparelho telefônico. Apesar de ser muito comum que os viva-voz também sejam integrados ao serviço de *conference call*, ao contrário do que muitos pensam, eles servem apenas como um instrumento utilizado nas conferências de áudio, mas não são responsáveis pela sua realização – sendo apresentados apenas como uma ferramenta que pode ser usada neste tipo de prática colaborativa.

Com as audioconferências, é possível agilizar processos, evitar deslocamentos desnecessários e realizar a tomada de decisões com a participação da equipe necessária sem que todos estejam em um mesmo local fisicamente. Em resumo, esta solução é capaz de integrar equipes e facilitar a comunicação interpessoal entre indivíduos de diferentes áreas, filiais, fornecedores e clientes a partir de uma simples ligação.

2.1.5 Mensagens Instantâneas

O serviço de mensagens instantâneas consiste na troca de mensagens de texto, de forma síncrona ou assíncrona, entre duas ou mais pessoas através de aplicativos específicos em rede. Através deste aplicativo e de um endereço de identificação é possível à inserção, ou remoção, de usuários em uma lista de amigos, permitindo uma comunicação entre usuário conhecidos. Observa-se aqui a necessidade de informar todos os clientes de mudanças remotas, como modificação do estado de presença de cada usuário na lista de contatos. Além

disso, há as salas de bate-papo, onde qualquer usuário pode entrar e conversar com todos os demais participantes que estiverem nesta mesma sala. A estrutura básica destas duas formas consiste em aplicativos clientes nas pontas e um servidor central que redireciona as mensagens entre os usuários.

Além de causar uma economia expressiva em telefonia, a comunicação via texto aumenta significativamente a produtividade. A telefonia convencional é uma atividade mono tarefa. Através de mensagens instantâneas, é possível conversar com várias pessoas “ao mesmo tempo”.

O conceito do serviço de presença apresentado anteriormente é bem comum nas aplicações de mensagens instantâneas. Uma informação básica que todo aplicativo apresenta é se os usuários da sua lista de amigos estão (*online*) ou não em uma rede. A partir desta informação já se sabe que o usuário, uma vez estando disponível, poderá conversar de forma síncrona. Porém, mais informações podem ser agregadas, onde o usuário pode especificar se está disponível naquele momento ou se está ocupado, o lugar onde se encontra no momento (casa, trabalho, rua), e até informações como a música que está ouvindo no momento. A todo momento cada cliente precisa informar aos outros suas mudanças de estado.

Aplicativos de MI podem agregar mais funcionalidades tornando a experiência de seu uso mais rica. Opções como a visualização dos usuários através de uma câmera web, bate-papo utilizando microfone e caixas de som, transferência de arquivos, entre outras, permitem uma comunicação mais eficaz trazendo vários benefícios para os usuários, seja para o uso doméstico como também para o empresarial. Porém, a crescente preocupação com

privacidade e segurança da informação vai de encontro à utilização de serviços como o Skype, por exemplo. Algumas empresas, não querendo desperdiçar as vantagens trazidas por estas aplicações, criam soluções como a instalação de um servidor interno de MI. Desta forma elas têm o controle total sobre quem usa e as mensagens que são trocadas.

2.1.6 Email

O serviço de correio eletrônico consiste na troca de mensagens digitais. São baseados em um modelo de armazena-e-encaminha (*store-and-forward*), no qual um servidor aceita, encaminha, armazena e entrega mensagens aos usuários que basicamente buscam suas mensagens em um servidor. Uma mensagem de email consiste de duas partes: o cabeçalho com informações de controle, com no mínimo a informação de remetente e destinatários, e do corpo que é a mensagem a ser enviada propriamente dita. O protocolo de envio utilizado é o *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP) e está definido na RFC 821 [16]. Seu funcionamento é completamente semelhante ao sistema de correios, onde um remetente escreve uma mensagem a endereçando para um destinatário e com base no endereço do destinatário os servidores vão encaminhando até que ela chegue na caixa postal de destino, e fica a cargo de outros protocolos, como POP3 [17] e IMAP4 [18], implementar uma leitura por parte do destinatário. No corpo da mensagem é possível o envio de texto simples como também há a possibilidade da transferência de arquivos. Esta é uma grande vantagem deste sistema visto que esta transferência de arquivos ocorre de uma maneira assíncrona, ou seja, o destinatário não precisa estar

online no momento da transferência, podendo receber a mensagem, e o arquivo, a qualquer momento.

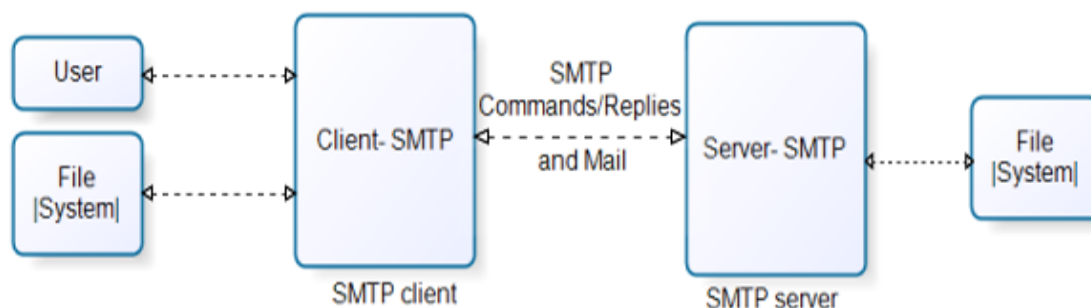


Figura 04 - Estrutura básica do SMTP

No contexto das Comunicações Unificadas a utilização do email pode ser interessante dependendo da disponibilidade do usuário. Caso alguém ligue para o telefone da empresa e deixe um recado de voz na secretária eletrônica do usuário, a mesma poderá ser redirecionada para o email no formato de áudio onde o usuário terá a opção de escutá-la através de um computador ou smartphone.

2.1.7 Webconferência

Web conferência é uma reunião ou encontro virtual realizada pela internet através de aplicativos ou serviço com possibilidade de compartilhamento de apresentações, voz, vídeo, textos e arquivos via web.

Na web conferência, cada participante assiste de seu próprio computador. A web conferência pode ocorrer tanto através de uma aplicação específica instalada em cada um dos computadores participantes, quanto através de uma

aplicação web que executa dentro do Navegador bastando digitar o endereço do site onde será a web conferência, a maioria das vezes é necessário um pré-cadastro.

Existe um tipo específico de web conferência conhecido como webinar. Um webinar é quando a comunicação é de uma via apenas, ou seja, somente uma pessoa fala e as outras assistem. A interação entre os participantes é limitada apenas ao chat, podendo conversar entre si ou então apenas enviar perguntas ao palestrante.

Os recursos típicos disponíveis em um serviço de web conferência são: Exibição de Apresentações (slides de documentos, imagens e textos são exibidos aos participantes, em conjunto com ferramentas de marcação e desenho, durante a apresentação do moderador); Compartilhamento de Tela (os participantes visualizam tudo o que o apresentador atualmente tem mostrado em sua tela); Vídeo streaming (o vídeo ao vivo do apresentador e/ou participantes é exibido para o público via webcam ou câmera de vídeo); Audioconferência (conversa em tempo real entre os participantes pelo computador via VoIP e/ou pelo telefone); Chat (conversas de texto entre os participantes. As conversas podem ser públicas ou privadas) e Enquetes (permite ao apresentador realizar pesquisas instantâneas com respostas de múltipla escolha direcionadas aos participantes da conferência).

A web conferência é geralmente oferecida como um serviço hospedado em um servidor web controlado por um fornecedor. As formas de ofertas de serviços variam de acordo com cada empresa, mas a maioria dos serviços são oferecidos por um custo fixo e/ou um valor por minuto por participante. Alguns

fabricantes também fornecem uma solução de servidor, o qual permite ao cliente hospedar o serviço de web conferência em seus próprios servidores.

A grande facilidade das soluções oferecidas atualmente é que, em geral, estas possibilitam aos participantes iniciar ou participar de uma sessão de web conferência utilizando apenas o navegador (*browser*) de internet, sem a necessidade de instalação de qualquer software no computador.

2.2 PROTOCOLOS

Segundo Kurose e Ross “Um protocolo define o formato e a ordem das mensagens trocadas entre duas ou mais entidades comunicantes, bem como as ações realizadas na transmissão e/ou recebimento de uma mensagem ou outro evento.” [24] O uso disseminado e a expansão dos protocolos de comunicação é ao mesmo tempo um pré-requisito e uma contribuição para o poder e sucesso da Internet. A combinação formada por IP e TCP é uma referência a uma coleção dos protocolos mais utilizados. A grande maioria dos protocolos empregados na comunicação via Internet é descrita nos documentos RFC do IETF.

Entretanto, após a criação e divulgação de um protocolo novo, pode ser necessário ou mesmo interessante a implementação de novas funções que agregam valor ou protocolo original. Para evitar alterações constantes aos protocolos, os quais podem já contar com extensa base instalada de equipamentos e produtos, são elaboradas as extensões de protocolos, que definem regras, funções ou mensagens adicionais para o protocolo original. [1, 24]

Para este trabalho, serão estudados apenas o protocolo aberto SIP (*Session Initiation Protocol*) e o protocolo proprietário da empresa Cisco SCCP (*Skinny Call Control Protocol*).

2.2.1 Protocolo SCCP (*Skinny Call Control Protocol*)

O protocolo SCCP da Cisco foi originalmente desenvolvido pela Selsius Corporation, empresa esta que foi adquirida pela Cisco em 1998. A plataforma recém-adquirida *Selsius Call Manager* (SCM) utilizava uma arquitetura de PC baseado no padrão Intel e todas as conexões com recursos de multiplexação por divisão de tempo (*Time-Division Multiplexing* - TDM) utilizando placas de expansão PCI. A plataforma tinha placas analógicas (tronco ou estação) e interfaces de *gateway* (T1 ou E1) e todos utilizavam um protocolo chamado *Skinny Gateway Control Protocol* (SGCP).

O SCCP utiliza a porta TCP 2000 como responsável pelas comunicações entre o *CallManager* e os telefones IP (12SP + e 30VIP na época). Todas as placas de expansão PCI Selsius são EoS (*End of Sale*) e EoL (*End of Life*), mas são mencionados por uma questão de compreensão da história do SCCP utilizado em gateways e como as capacidades de protocolo SGCP foram incorporadas SCCP.

Para a comunicação entre o *CallManager* e as interfaces de gateway digitais, o SCCP utiliza a porta TCP 2001 para T1 e E1 (SDA = *Selsius Digital Access*) e a porta TCP 2002 para interfaces de gateway analógicas (SAA = *Selsius Analog Access*). Porta TCP 2001 e 2002, ainda são usadas nas

políticas de Auto QoS gerados em roteadores e switches para garantir largura de banda na rede para todos os protocolos de sinalização de voz. [20]

Este protocolo é um muito leve (daí o apelido de "*Skinny*"). O *CallManager* faz todo o processamento dos protocolos H.323 e SIP, agindo como um proxy, deixando para o telefone IP a tarefa de processamento do fluxo de dados VoIP RTP. [19]

SCCP também é aproveitado como o protocolo em que CUCM comunica para o DSP (*Digital Signal Processor*) recursos em gateways para fornecer conferência baseada em hardware e funcionalidade de transcodificação.

A Figura abaixo ilustra um Cisco ATA se registrando com o Cisco *CallManager*.

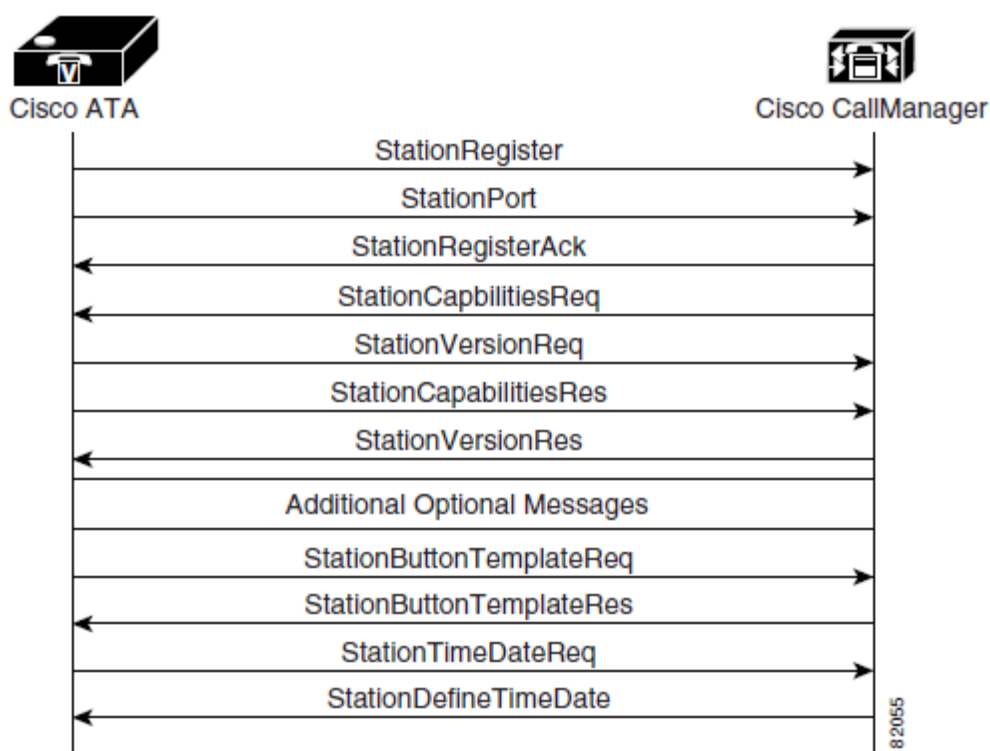


Figura 05 - Cisco ATA para o CCM.

Essas mensagens são trocadas assim que o Cisco ATA é ligado na rede de dados. O mesmo procedimento é adotado pelos telefones IP da Cisco. As descrições de cada uma dessas mensagens trocadas estão explicadas com maior detalhe na tabela a seguir:

Tabela 01 - Descrição das ações (Cisco ATA para o CCM).

Passo	Ação	Descrição
Passo 1	<i>StationRegister</i> – Cisco ATA para o CCM.	Cisco ATA envia uma mensagem para anunciar a sua existência para o CCM.
Passo 2	<i>StationReset</i> – CCM para o Cisco ATA.	CCM envia comandos para o Cisco ATA para redefinir seus processos.
Passo 3	<i>StationIpPort</i> – Cisco ATA para o CCM.	Cisco ATA fornece para o CCM a porta UDP para o fluxo RTP.
Passo 4	<i>StationRegisterAck</i> – CCM para o Cisco ATA.	CCM reconhece o registro do Cisco ATA.
Passo 5	<i>StationCapabilitiesReq</i> – CCM para o Cisco ATA.	CCM solicita os recursos atuais do Cisco ATA.
Passo 6	<i>StationVersionReq</i> – CCM para o Cisco ATA.	Cisco ATA solicita o número da versão do software.
Passo 7	<i>StationCapabilitiesRes</i> – Cisco ATA para o CCM.	Cisco ATA responde a mensagem <i>StationCapabilitiesReq</i> do CCM. Esses recursos são armazenados em cache no CCM e são usados para negociar recursos de terminais com um terminal H.323 compatível.
Passo 8	<i>StationVersionRes</i> – CCM para o Cisco ATA.	CCM informa ao Cisco ATA do número da versão atual do software.
Passo 9	<i>StationButtonTemplateReq</i> – Cisco ATA para o CCM.	Cisco ATA solicita a definição do modelo de botão específico para o Cisco ATA.
Passo 10	<i>StationButtonTemplateRes</i> – CCM para o Cisco ATA.	CCM atualiza as informações de modelo de botão contido no CCM.
Passo 11	<i>StationTimeDateReq</i> – Cisco ATA para o CCM.	Cisco ATA solicita a data e hora atuais para uso interno e para a exibição de uma cadeia de texto.
Passo 12	<i>StationDefineTimeDate</i> – CCM para o Cisco ATA.	CCM fornece a data e as informações de tempo para o Cisco ATA.

O telefone registra o seu IP, bem como o seu tipo e nome. O Cisco Call Manager - CCM pergunta quais aos seus recursos (codecs de voz / vídeo)

suportados. Em seguida, armazena os recursos do telefone IP e converte para as capacidades H.323. [21]

A figura 06 ilustra o fluxo de chamadas entre a Cisco ATA 1 e Cisco ATA 2 através de um Cisco CallManager.

O fluxo de chamada é a seguinte:

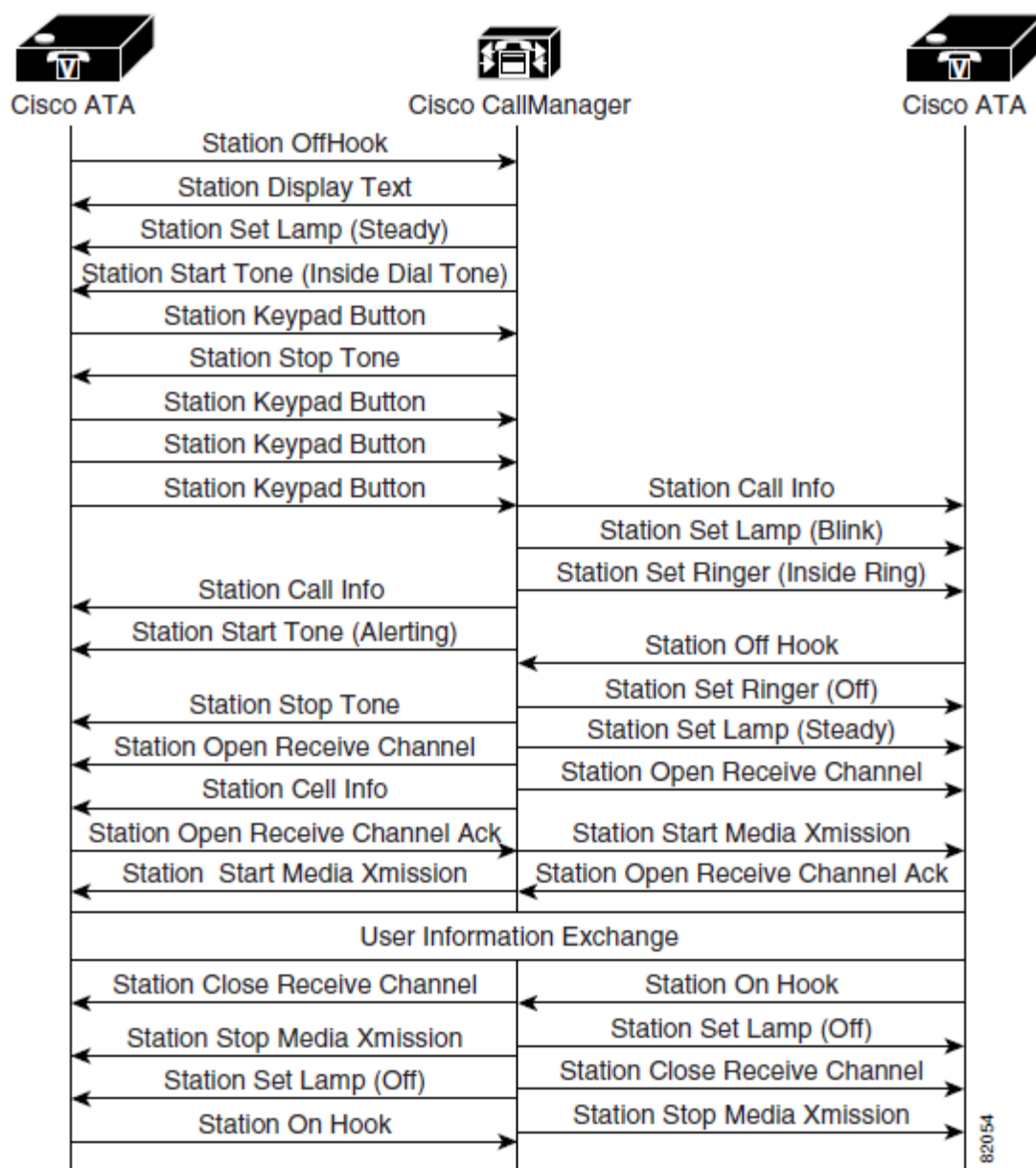


Figura 06 - Cisco ATA para o CCM para o Cisco ATA.

Descrição das ações para o fluxo de chamadas entre os Cisco ATAs.

Tabela 02 - Descrição das ações (Cisco ATA – CCM – Cisco ATA).

Passo	Ação	Descrição
Passo 1	<i>Station Off Hook</i> – Cisco ATA 1 para o CCM.	Cisco ATA 1 informa o CCM que não está em condição “fora do gancho”.
Passo 2	<i>Station Set Lamp (Steady)</i> – CCM para o Cisco ATA 1.	Quando o Cisco ATA detecta que uma porta está em um estado fora do gancho, o Cisco ATA acende a lâmpada, então desliga a lâmpada, uma vez que ambas as pontas estão no estado no gancho.
Passo 3	<i>Station Start Tone (Inside Dial Tone)</i> – CCM para o Cisco ATA 1	O CCM envia comandos para o Cisco ATA 1 para reproduzir um tom específico. Se o Cisco ATA está reproduzindo atualmente um tom, o tom indicado tem precedência. Se a definição é contínuo, o Cisco ATA irá reproduzi-lo até receber uma mensagem <i>StationStopTone</i> . Se a definição do tom contém um valor de duração, o Cisco ATA irá parar de reproduzir o tom no termo da duração.
Passo 4	<i>Station Keypad Button</i> – Cisco ATA 1 para o CCM.	Cisco ATA 1 informa o CCM quando um dígito do teclado é pressionado.
Passo 5	<i>Station Stop Tone</i> – CCM para o ATA 1	CCM envia comandos para o Cisco ATA1 parar de reproduzir o tom atual.
Passo 6	<i>Station Keypad Button</i> – Cisco ATA 1 para o CCM.	Cisco ATA 1 informa ao CCM quando um dígito do teclado é pressionado.
Passo 7	<i>Station Keypad Button</i> – Cisco ATA 1 para o CCM.	Cisco ATA 1 informa ao CCM quando um dígito do teclado é pressionado.
Passo 8	<i>Station Keypad Button</i> – Cisco ATA 1 para o CCM.	Cisco ATA 1 informa ao CCM quando um dígito do teclado é pressionado.
Passo 9	<i>Station Call Info</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	CCM informa ao Cisco ATA 2 da chamada e chama parte das informações de identificação.
Passo 10	<i>Station Set Lamp (Blink)</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	Quando o Cisco ATA detecta que uma porta está em um estado fora do gancho, o Cisco ATA acende seu botão de função, em seguida, desliga o botão de função, uma vez ambas as portas estão no estado no gancho.
Passo 11	<i>Station Set Ringer (Inside Ring)</i> – CCM para o Cisco ATA 2	CCM envia comandos ao Cisco ATA 2 para definir um modo de tocar audível.

Passo 12	<i>Station Call Info</i> – CCM para o Cisco ATA 1	CCM informa ao Cisco ATA 1 da chamada e chama parte das informações de identificação.
Passo 13	<i>Station Start Tone (alerting)</i> – CCM para o Cisco ATA 1.	CCM envia comandos ao Cisco ATA 1 para reproduzir um tom de alerta. Se Cisco ATA 1 está reproduzindo atualmente um tom, o tom indicado tem precedência. Se a definição for contínuo, o Cisco ATA irá reproduzi-lo até receber uma mensagem <i>StationStopTone</i> . Se a definição do tom contém um valor de duração, o Cisco ATA irá parar de tocar o tom no termo da duração.
Passo 14	<i>Station Off Hook</i> – Cisco ATA 2 para o CCM.	Cisco ATA-2 informa ao CCM que não está em condição de fora do gancho.
Passo 15	<i>Station Set Ringer (Off)</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	CCM envia comandos para o Cisco ATA 2 definir um modo de toque audível especificado.
Passo 16	<i>Station Stop Tone</i> – CCM para o Cisco ATA 1.	CCM envia comandos ao Cisco ATA 1 parar de reproduzir o tom atual.
Passo 17	<i>Station Set Lamp (Steady)</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	Quando o Cisco ATA detecta que uma porta está em um estado fora do gancho, o Cisco ATA acende seu botão de função, em seguida, desliga o botão de função, uma vez ambas as portas estão no estado no gancho.
Passo 18	<i>Station Open Receive Channel</i> – CCM para o ATA 1.	CCM permite o Cisco ATA 1 para começar a receber um fluxo RTP <i>unicast</i> .
Passo 19	<i>Station Open Receive Channel</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	CCM permite o Cisco ATA 2 para começar a receber um fluxo RTP <i>unicast</i> .
Passo 20	<i>Station Call Info</i> – CCM para o Cisco ATA 1.	CCM informa o Cisco ATA 1 da chamada e chama parte das informações de identificação.
Passo 21	<i>Station Open Receive Channel Ack</i> – Cisco ATA 1 para o CCM.	Cisco ATA 1 fornece as seguintes informações ao CCM: •Status da ação aberta; •Recebe o endereço das portas e número da transmissão para o terminal remoto.
Passo 22	<i>Station Start MediaTransmission</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	CCM envia comandos ao Cisco ATA 2 a tornar-se a fonte para o endereço de <i>multicast</i> .
Passo 23	<i>Station Open Receive Channel Ack</i> – Cisco ATA 2 para o CCM.	Cisco ATA 2 fornece as seguintes informações para CCM: •Status da ação aberta; •Recebe o endereço das portas e número da transmissão para o terminal remoto.
Passo 24	<i>Station Start Media Transmission</i> – CCM para o Cisco ATA 1.	CCM envia comandos ao Cisco ATA 1 para tornar-se a fonte para o endereço de <i>multicast</i> .

Passo 25	<i>Station Off Hook</i> – Cisco ATA 2 para o CCM.	Cisco ATA-2 informa o CCM que está agora em uma condição no gancho.
Passo 26	<i>Station Close Receive Channel</i> – CCM para o Cisco ATA 1.	O CCM termina a recepção de um fluxo de RDT entre o Cisco ATA 1 e Cisco ATA 2.
Passo 27	<i>Station Set Lamp (Off)</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	Quando o Cisco ATA detecta que uma porta está em um estado fora do gancho, o Cisco ATA acende seu botão de função, em seguida, desliga o botão de função, uma vez ambas as portas estão no estado no gancho.
Passo 28	<i>Station Stop Media transmission</i> – CCM para o Cisco ATA 1 – CCM para o Cisco ATA 2.	CCM para o Cisco ATA 1 de ser a fonte do fluxo RTP em uma conferência <i>multicast</i> .
Passo 29	<i>Station Close Receive Channel</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	CCM termina a recepção de um fluxo de RDT entre o Cisco ATA 1 e Cisco ATA 2.
Passo 30	<i>Station Set Lamp (Off)</i> – CCM para o Cisco ATA 1.	Quando o Cisco ATA detecta que uma porta está em um estado fora do gancho, o Cisco ATA acende seu botão de função, em seguida, desliga o botão de função, uma vez que ambas as portas estão no estado no gancho.
Passo 31	<i>Station Stop Media Transmission</i> – CCM para o Cisco ATA 2.	CCM termina a recepção de um fluxo de RDT entre o Cisco ATA 1 e Cisco ATA 2.
Passo 32	<i>Station On Hook</i> – Cisco ATA 1 para o CCM.	Cisco ATA informa ao CCM que o Cisco ATA 1 agora está em uma condição de Mãos Livres.

A ilustração a seguir mostra uma mensagem típica de Registro, como capturado pelo protocolo dissecador do *Wireshark*.

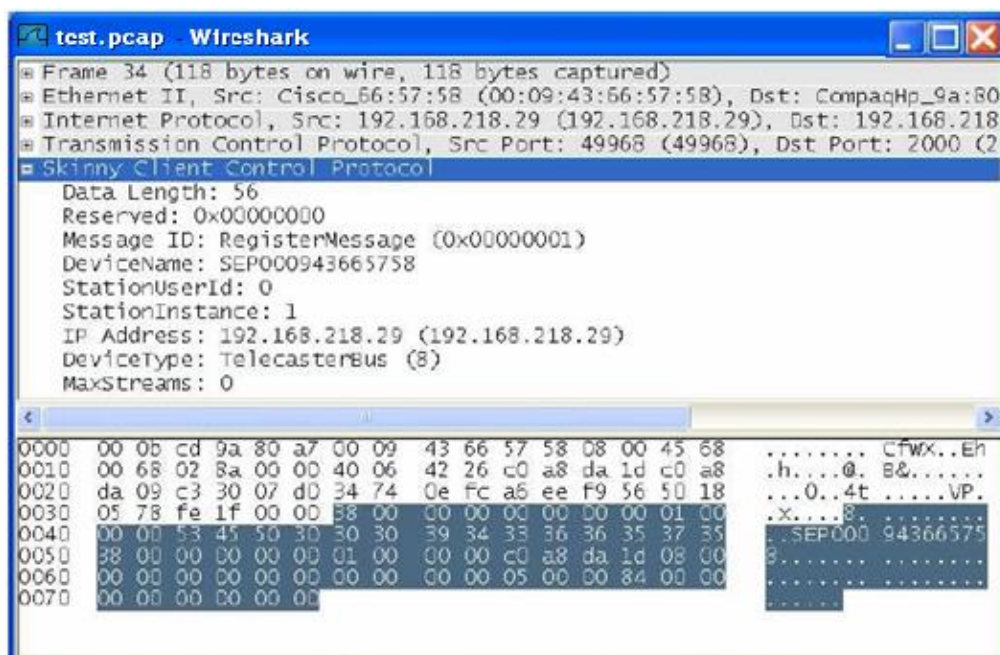


Figura 07 – Mensagem *RegisterMessage* capturada através do Wireshark.

A mensagem de resposta de capacidades é mostrada na ilustração a seguir:

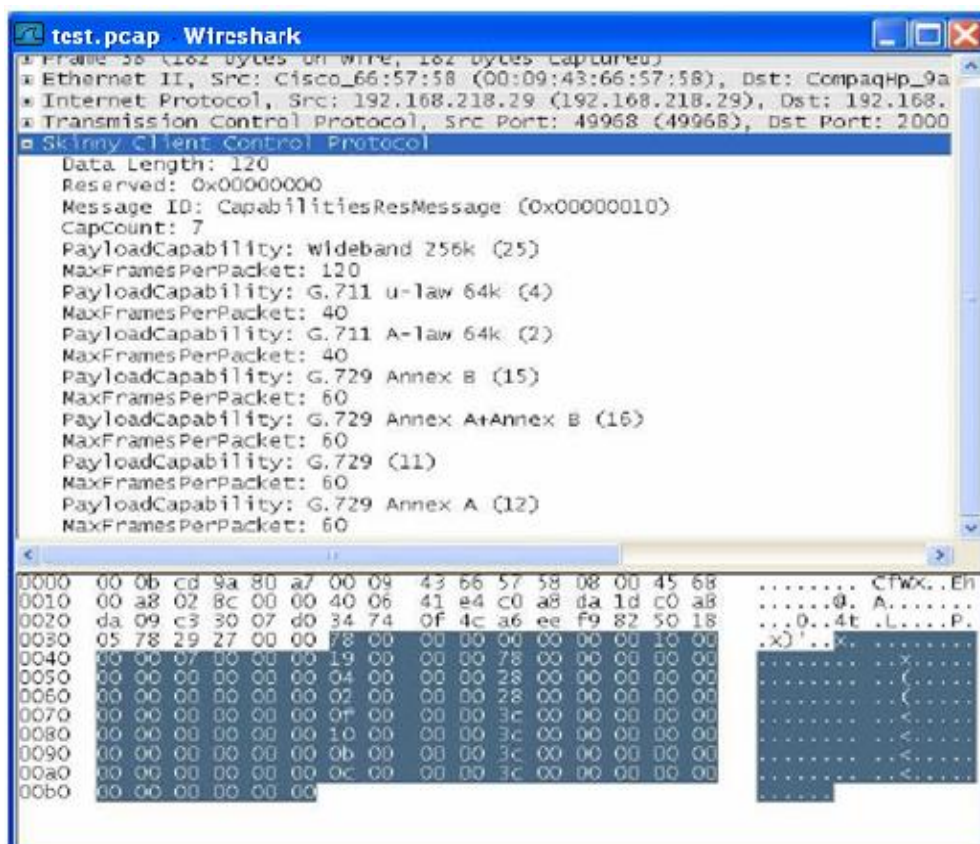


Figura 08 – Resposta da mensagem *RegisterMessage*.

2.2.2 Protocolo SIP (Session Initiation Protocol)

Definido pelo IETF em 1999 na RFC 2543 [22] e descrito em 2002 na RFC 3261 [23], o protocolo SIP foi desenvolvido inicialmente para ser um protocolo de sinalização de mídia, pensado para o mundo da telefonia. Por conta disso, ele é um protocolo versátil, passível de ser implementado em diferentes cenários. Isto é possível devido ao SIP não depender diretamente do protocolo de transporte adjacente.

O SIP é um protocolo cliente/servidor e apesar dos sistemas de VoIP serem a sua principal área de atuação, também oferece suporte a serviços como conferências, mensagens instantâneas e redirecionamento de chamadas, além de outras funções básicas de chamada como espera, encaminhamento, bloqueio e distribuição.

Segundo KUROSE, “O SIP é um protocolo simples que provê mecanismos para estabelecer chamadas entre dois interlocutores em uma rede IP. Permite que quem chama avise ao que é chamado que quer iniciar uma chamada [...] Provê mecanismos para o gerenciamento de chamadas, tais como adicionar novas correntes de mídias, mudar a codificação, convidar outros participantes, tudo durante a chamada e ainda transferir e segurar chamadas.” [24]

2.2.2.1 Arquitetura

Um sistema SIP pode ser visto como componentes distintos: cliente/servidor e elementos individuais de rede. Segundo Rosenberg e Schulzrinne [29], são definidos cliente e servidor desta forma:

- Cliente: um cliente é qualquer elemento de rede que envia requisições SIP e recebe respostas SIP. Os clientes podem ou não interagir diretamente com o usuário. O *User Agent* e os *Proxies* são considerados clientes.
- Servidor: um servidor é um elemento de rede que recebe requisições e as responde. Exemplos de servidores são os *Proxies*, os servidores *User Agent*, servidores de redirecionamento (*Redirect*) e de registro (*Registrar*).

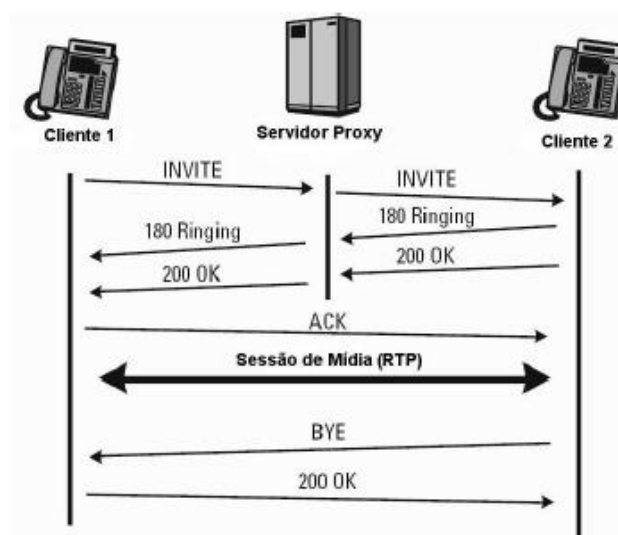


Figura 09 - Ligação SIP usando um Servidor Proxy

Os elementos individuais de uma configuração SIP padrão incluem: [25,

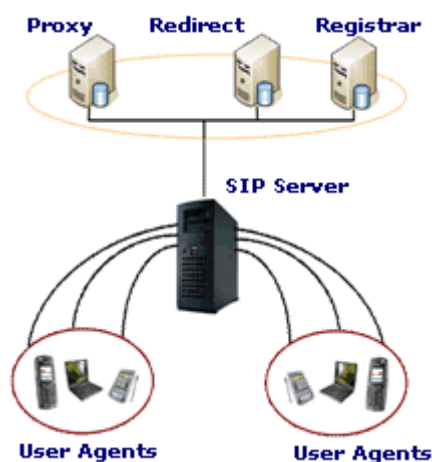


Figura 10 - Entidades SIP.

- **User Agent:** o UA é basicamente a entidade responsável por enviar e receber requisições. Esse agente pode se comportar como cliente (*User Agent Client* - UAC), quando envia requisições ou recebe respostas ou pode se comportar como servidor (*User Agent Server* - UAS), quando recebe requisições e envia respostas. Um dos fatores que facilita este duplo comportamento é a utilização da mesma porta no cliente e no servidor. Por padrão a porta utilizada é a 5060. [26, 28]
- **Registrar Server:** o servidor Registrar (ou *Registration*) armazena as informações de cada usuário (UA) em seu banco de dados. Estas informações são, basicamente, o endereço atual do UA registrado. Devido ao uso do servidor de registro, é possível iniciar sessões com outro UA sem saber qual seu real endereço, uma vez que esta informação já é conhecida pelo sistema. Assim o endereço de cada usuário (*Uniform Resource Identifier* – URI) [27], permanecerá o mesmo.

- **Proxy Server:** servidor intermediário que atua tanto como cliente como servidor. Sua função é realizar o encaminhamento dos pedidos, permitindo que o administrador do sistema possa ter um controle sobre o que está sendo executado, permitindo, entre outras funcionalidades, implantar sistemas de monitoramento ou de tarifação. Existe dois tipos: o *Stateful Proxy Server*, que mantém o estado das transações e permitindo dividir a chamada para diversos servidores na tentativa de localizar o usuário criando uma árvore de busca e possuindo maior confiabilidade. Tem a capacidade de registrar o gasto do cliente e utiliza o protocolo TCP. E o *Stateless*, que não armazena o estado da transação e transmite adiante as requisições e respostas, obtendo uma maior velocidade contudo com menor confiabilidade. [28]
- **Redirect Server:** o servidor de redirecionamento, que também é um servidor intermediário, informa ao UA que está iniciando a sessão a localização do seu destinatário para que assim possa ser iniciada uma negociação de pedido de sessão entre os dois clientes (UA). Uma função interessante que pode ser habilitada em um *redirect server* é o endereço de grupo. Ele poderá ter diferentes respostas para uma mesma requisição de um mesmo endereço.
- **Location Service:** este servidor é utilizado através de mensagens de redirecionamento (*redirect*) ou através de um servidor de procuração para obter informações sobre a possível localização do destino sendo chamado. Para este propósito, o serviço de localização mantém um banco de dados como mapeamento do endereço SIP e o endereço IP.

Estas informações são fornecidas pelo servidor de registro. Normalmente, o servidor de registro e o serviço de localização se encontram no mesmo *host*.

2.2.2.2 Mensagens

As mensagens SIP utilizam o *Hyper Text Markup Language* (HTML) e são semelhantes as do protocolo *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP). As mensagens consistem de uma linha inicial especificando o método e o protocolo, campos de cabeçalho que especificam as propriedades da chamada e informações de serviço e um campo opcional que pode conter uma descrição da sessão.

Existem dois tipos diferentes de mensagens SIP, a tipo requisição (*request*) e a tipo resposta (*response*). A diferença de formato entre os dois tipos de mensagens é identificado na primeira linha da mensagem. Na primeira linha de uma requisição tem um método definindo a natureza da requisição e a URI indicando para onde a requisição deve ser enviada.

Já na primeira linha da resposta está contido um código. Todas as mensagens incluem um cabeçalho, consistindo em linhas começando com uma identificação de cabeçalho. Uma mensagem pode ter também um corpo, descrevendo o formato da mídia transportada.

Os métodos das requisições SIP definidos em [29] são os seguintes:

- *Invite* – usado para estabelecer sessões de mídia entre os agentes;
- *Bye* – Termina uma conexão;

- *Options* – usado para solicitar informações sobre as capacidades do destino da chamada;
- *Register* – usado pelo *User Agent* para notificar o endereço IP e a URL a qual deseja receber chamadas;
- *Ack* – usado para confirmar a entrega das mensagens;
- *Cancel* – usado para terminar requisições pendentes.

Os códigos das respostas SIP definidas em [29] são as seguintes:

- *Provisional* (1xx): a requisição foi recebida e está sendo processada. Exemplo: 100 *Trying* (tentando a conexão), 180 *Ringin* (tocando no destino).
- *Success* (2xx): a ação foi recebida, entendida e aceita com sucesso. Exemplo: 200 *OK* (procedimento executado com sucesso).
- *Redirection* (3xx): outras ações são necessárias para a requisição ser completada. Exemplo: 301 *Moved Permanently* (movido permanentemente), 302 *Moved Temporarily* (movido temporariamente).
- *Client Error* (4xx): a requisição contém sintaxe errada ou não pode ser completada pelo servidor. Exemplo: 403 *Forbidden* (não permitido), 404 *Not Found* (não encontrado).
- *Server Error* (5xx): o servidor falhou em processar uma requisição aparentemente válida. Exemplo: 500 *Internal Server Error* (erro interno do servidor), 505 *SIP Version Not Supported* (versão do protocolo SIP não suportada).

- *Global Failure* (6xx): a requisição não foi completada em nenhum servidor. Exemplo: 600 *Busy Everywhere* (todas as localidades ocupadas), 604 *Does Not Exist Anywhere* (não existe a requisição em nenhum lugar conhecido).

2.3 PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE EM REDES

O planejamento de capacidade é um processo para determinar, no tempo preciso, a quantidade adequada de recursos para atender a carga de trabalho dentro de níveis de serviços propostos [32].

O planejamento de capacidade da rede é de suma importância para atingir os níveis de QoS necessários para as aplicações funcionarem de forma eficiente. Os recursos de rede são finitos e custosos, portanto deve-se fazer o planejamento de capacidade da rede para se obter os níveis de QoS necessários para as aplicações, com o menor custo possível. Em serviços VoIP, para se obter uma boa qualidade das ligações deve-se manter os fatores de QoS dentro dos valores esperados. Para alcançar este objetivo, deve-se otimizar ao máximo o uso dos recursos de rede, determinando a demanda dos serviços e a capacidade dos recursos existentes.

O planejamento de capacidade de rede é baseado no relacionamento entre três elementos básicos: carga (tráfego), capacidade (recursos) e desempenho (QoS). Não é eficiente em uma rede manter os recursos permanentemente dedicados aos usuários. Existe a necessidade de compartilhar e prover aos usuários meios de acessar os recursos de rede. Os

componentes de rede (*switches*, equipamentos terminais, enlaces de transmissão), cada qual com sua capacidade finita de transmissão de informações, deverão ser dimensionados conforme a demanda de recursos necessária. Se a capacidade destes elementos não for adequada para suportar a carga de serviços demandada pelos usuários, o desempenho da rede será prejudicado. Existe uma relação de dependência entre carga, capacidade e desempenho de uma rede. A carga é a quantidade de tráfego a ser carregada na rede. A capacidade da rede é dada pelos recursos que a constituem. E o desempenho representa a qualidade de serviço oferecida pela rede aos usuários [33].

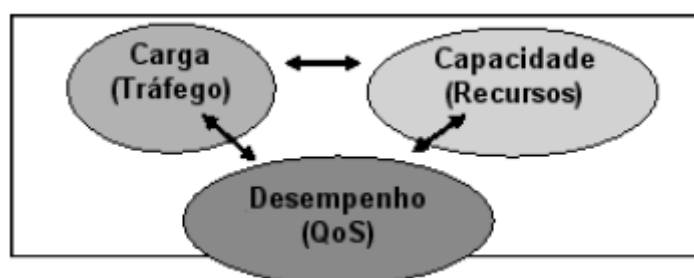


Figura 11 - Relação entre capacidade, tráfego e desempenho [37].

Em geral, os usuários percebem os serviços de informática através do tempo de resposta, da disponibilidade do sistema e da facilidade de uso. A última está associada ao software utilizado, enquanto as outras duas estão relacionadas ao dimensionamento de recursos, isto é, ao planejamento de capacidade da rede.

2.3.1 Planejamento de Capacidade em Redes Telefônicas Convencionais

Os métodos modernos para otimização de redes telefônicas tem as suas raízes nos trabalhos feitos por Agner Krarup Erlang, um cientista dinamarquês que ingressou na companhia telefônica *Copenhagen Telephone Company* em 1908. Ele iniciou a solução do problema chave no projeto de uma rede telefônica: quantos troncos são necessários para transportar um determinado volume de ligações? [34]

O problema consistia em converter em números o balanceamento entre custo e serviço de forma a permitir que os projetistas de rede pudessem avaliar as melhores possibilidades. Para isto, Erlang conduziu os primeiros estudos sobre tráfego telefônico, e desenvolveu métodos matemáticos para avaliar o balanceamento de serviço e custo. Sua maior descoberta foi provar que a distribuição das chamadas seguia o modelo de distribuição de Poisson [34]. Em 1946, o CCITT adotou o nome de *erlangs* para a unidade básica de tráfego telefônico em homenagem ao cientista.

2.3.1.1 Métodos de Erlang

Os parâmetros que serão aplicados às fórmulas definirão a eficiência do planejamento de capacidade da rede telefônica. Para poder aplicar os métodos de Erlang é necessário que alguns conceitos básicos sejam observados, tais como:

- *Erlang*: é a unidade básica de intensidade de teletráfego. A intensidade de tráfego é definida como o número de recursos ocupados em um

conjunto, em um dado instante. O conjunto de recursos pode ser um grupo de servidores ou troncos. Um *erlang* é uma unidade sem dimensão, representando o uso contínuo de um circuito (tronco). Entretanto, já que um único circuito usado continuamente transporta 60 minutos de chamadas em uma hora, um *erlang* é usualmente definido como sendo 60 minutos de tráfego. [32, 33]

- Tráfego Efetivamente Utilizado (*Carried Traffic*): corresponde ao tráfego servido aos usuários do serviço. O Tráfego Oferecido (*Offered Traffic*) corresponde a real demanda de tráfego do sistema. Quanto maior for a porcentagem de bloqueio (GoS), maior será a diferença entre os dois tipos de tráfego [35].

$$T_{eu} = \frac{T_o}{1 - GoS} \quad (1)$$

Onde:

- T_{eu} = tráfego efetivamente utilizado
- T_o = tráfego oferecido
- GoS = fator de bloqueio

- Tráfego Oferecido: em modelos teóricos, o conceito de tráfego oferecido é usado. Este é o tráfego que seria transportado se nenhuma das ligações fosse rejeitada por falta de capacidade da rede (a capacidade da rede seria infinita). O tráfego oferecido é um valor hipotético e não

pode ser medido [35]. Ele pode ser estimado através da fórmula abaixo e é equivalente a intensidade de tráfego e medido em *erlangs*.

$$T_o = \lambda.s \quad (2)$$

Onde:

- λ : corresponde a média do número de chamadas
- s : corresponde ao tempo médio das chamadas

Se, por exemplo, um grupo de usuários faz 50 (cinquenta) chamadas em 1 (uma) hora e cada chamada tem o tempo médio de duração de 2 (dois) minutos, logo a intensidade de tráfego é calculada da seguinte forma:

Minutos de tráfego em uma hora = quantidade de chamadas * duração

Minutos de tráfego em uma hora = 50 * 2

Minutos de tráfego em uma hora = 100

Horas de tráfego em uma hora = 100 / 60

Horas de tráfego em uma hora = 1,66

Intensidade de tráfego = 1,66 *erlangs*

A intensidade de tráfego é somente uma medida da utilização média durante um intervalo de tempo, e não reflete o relacionamento entre a quantidade e a duração das chamadas. Portanto, pode ocorrer de muitas chamadas curtas produzirem a mesma intensidade de tráfego do que poucas chamadas longas [48].

- Hora de Maior Movimento (*Busy Hour*): o tráfego medido na hora de maior movimento (HMM) representa a máxima carga de tráfego que a rede produz. Quando não for possível fazer a medição, podem ser feitas estimativas de quantas chamadas são realizadas por dia. Em um ambiente padrão comercial, a hora de maior movimento do dia corresponde a entre 15 e 20% do total de tráfego diário. Geralmente, são utilizados nos cálculos o valor de 17% do total de tráfego diário para saber a HMM. Para o tempo de chamada, quando não existe possibilidade de medição, podem ser utilizados valores entre 180 e 210 segundos como valor de referência [36]. Um telefone residencial, tipicamente, possui tráfego entre 0,05 e 0,1 *erlangs* na HMM. Tendo como tempo médio das ligações entre 3 e 4 minutos, logo um telefone residencial realiza de 1 a 2 chamadas durante a HMM [37, 48].
- Servidor: é algum dispositivo que manipula as chamadas (troncos, grupos de troncos, linhas). Por exemplo, no caso de um *call center* existem dois tipos de servidores, os troncos que transportam as chamadas e os agentes que atendem as chamadas. Com o uso de caixa postal de voz (*voice mail*) ou URA (Unidade de Resposta Audível), os servidores podem ser considerados como portas.

- GoS (*Grade of Service*): define a probabilidade de que todos os servidores estarão ocupados quando uma tentativa de chamada for feita. Por exemplo, em um grupo de troncos com GoS de P.02 significa que existe 2% de probabilidade de uma tentativa de chamada receber um sinal de ocupado (ser bloqueada).

A fórmula mais amplamente adotada em cálculo de planejamento de teletráfego é a de Erlang B. Embora nos EUA, seja usada a fórmula de Poisson, que retorna valores semelhantes a fórmula de Erlang B [36, 38].

2.3.1.2 Fórmula de Erlang B

A fórmula de Erlang B é utilizada quando uma chamada bloqueada é realmente bloqueada, por exemplo, quando alguém liga para uma linha telefônica e recebe o sinal de ocupado ou tenta acessar um tronco e o encontra em uso. A fórmula é composta de três variáveis: servidores (linhas), intensidade de tráfego e GoS. Se duas variáveis forem conhecidas é possível calcular a terceira variável. Para facilitar a busca dos resultados, existem tabelas prontas com a relação da taxa de bloqueio, intensidade de tráfego e número de linhas [34].

Tabela 03 - Parte de uma tabela de Erlang.

Tronco N	PERDAS													
	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%
1	.0001	.0002	.0003	.0005	.0010	.0020	.0030	.0040	.0050	.0060	.0070	.0081	.0091	.0101
2	.0142	.0202	.0248	.0321	.0458	.0653	.0806	.0937	.105	.116	.126	.135	.144	.153
3	.0868	.110	.127	.152	.194	.249	.289	.321	.349	.374	.397	.418	.437	.455
4	.235	.282	.315	.362	.439	.535	.602	.656	.701	.741	.777	.810	.841	.869
5	.452	.527	.577	.649	.762	.900	.994	1.07	1.13	1.19	1.24	1.28	1.32	1.36
6	.728	.832	.900	.996	1.15	1.33	1.45	1.54	1.62	1.69	1.75	1.81	1.86	1.91
7	1.05	1.19	1.27	1.39	1.58	1.80	1.95	2.06	2.16	2.24	2.31	2.38	2.44	2.50
8	1.42	1.58	1.69	1.83	2.05	2.31	2.48	2.62	2.73	2.83	2.91	2.99	3.06	3.13
9	1.83	2.01	2.13	2.30	2.56	2.85	3.05	3.21	3.33	3.44	3.54	3.63	3.71	3.78
10	2.26	2.47	2.61	2.80	3.09	3.43	3.65	3.82	3.96	4.08	4.19	4.29	4.38	4.46
11	2.72	2.96	3.12	3.33	3.65	4.02	4.27	4.45	4.61	4.74	4.86	4.97	5.07	5.16
12	3.21	3.47	3.65	3.88	4.23	4.64	4.90	5.11	5.28	5.43	5.55	5.67	5.78	5.88
13	3.71	4.01	4.19	4.45	4.83	5.27	5.56	5.78	5.96	6.12	6.26	6.39	6.50	6.61
14	4.24	4.56	4.76	5.03	5.45	5.92	6.23	6.47	6.66	6.83	6.98	7.12	7.24	7.35
15	4.78	5.12	5.34	5.63	6.08	6.58	6.91	7.17	7.38	7.56	7.71	7.86	7.99	8.11
16	5.34	5.70	5.94	6.25	6.72	7.26	7.61	7.88	8.10	8.29	8.46	8.61	8.75	8.88
17	5.91	6.30	6.55	6.88	7.38	7.95	8.32	8.60	8.83	9.03	9.21	9.37	9.52	9.65
18	6.50	6.91	7.17	7.52	8.05	8.64	9.03	9.33	9.58	9.79	9.98	10.1	10.3	10.4
19	7.09	7.53	7.80	8.17	8.72	9.35	9.76	10.1	10.3	10.6	10.7	10.9	11.1	11.2
20	7.70	8.16	8.44	8.83	9.41	10.1	10.5	10.8	11.1	11.3	11.5	11.7	11.9	12.0
21	8.32	8.79	9.10	9.50	10.1	10.8	11.2	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	12.8
22	8.95	9.44	9.76	10.2	10.8	11.5	12.0	12.3	12.6	12.9	13.1	13.3	13.5	13.7
23	9.58	10.1	10.4	10.9	11.5	12.3	12.7	13.1	13.4	13.7	13.9	14.1	14.3	14.5
24	10.2	10.8	11.1	11.6	12.2	13.0	13.5	13.9	14.2	14.5	14.7	14.9	15.1	15.3
25	10.9	11.4	11.8	12.3	13.0	13.8	14.3	14.7	15.0	15.3	15.5	15.7	15.9	16.1
26	11.5	12.1	12.5	13.0	13.7	14.5	15.1	15.5	15.8	16.1	16.3	16.6	16.8	17.0
27	12.2	12.8	13.2	13.7	14.4	15.3	15.8	16.3	16.6	16.9	17.2	17.4	17.6	17.8
28	12.9	13.5	13.9	14.4	15.2	16.1	16.6	17.1	17.4	17.7	18.0	18.2	18.4	18.6
29	13.6	14.2	14.6	15.1	15.9	16.8	17.4	17.9	18.2	18.5	18.8	19.1	19.3	19.5
30	14.2	14.9	15.3	15.9	16.7	17.6	18.2	18.7	19.0	19.4	19.6	19.9	20.1	20.3
31	14.9	15.6	16.0	16.6	17.4	18.4	19.0	19.5	19.9	20.2	20.5	20.7	21.0	21.2
32	15.6	16.3	16.8	17.3	18.2	19.2	19.8	20.3	20.7	21.0	21.3	21.6	21.8	22.0
33	16.3	17.0	17.5	18.1	19.0	20.0	20.6	21.1	21.5	21.9	22.2	22.4	22.7	22.9
34	17.0	17.8	18.2	18.8	19.7	20.8	21.4	21.9	22.3	22.7	23.0	23.3	23.5	23.8
35	17.8	18.5	19.0	19.6	20.5	21.6	22.2	22.7	23.2	23.5	23.8	24.1	24.4	24.6

A fórmula de Erlang B pode ser utilizada em grupos de troncos, onde não é levado em conta o número de repetições, porque os usuários são repassados para outro grupo de troncos, ou quando é esperado uma taxa muito baixa de bloqueios. No caso de PABX (*Private Automatic Branch Exchange*) em corporações, normalmente, a taxa de bloqueio é muito baixa, sendo aplicável a fórmula de Erlang B [36].

$$B(c, a) = \frac{\frac{a^c}{c!}}{\sum_{k=0}^c \frac{a^k}{k!}} \quad (3)$$

Onde:

- $B(c,a)$ = representa a probabilidade de bloqueio de uma chamada (GoS)
- c = representa o número de circuitos
- a = representa a intensidade de tráfego (em *erlangs*)

Para o entendimento de planejamento de capacidade em sistemas telefônicos é importante o conhecimento dos métodos de Erlang. Entretanto, o levantamento dos parâmetros a serem aplicados às fórmulas devem ser corretos para o resultado eficiente. Além disso, as fórmulas fazem simplificações da realidade, tal como a fórmula de Erlang B que assume que os usuários que recebem o sinal de ocupado não tentarão imediatamente uma nova ligação. Todas as fórmulas de teletráfego calculam probabilidades e não valores absolutos. Os resultados preveem o que irá acontecer, em média, durante horas de tráfego similar [48].

2.3.1.3 Metodologia

Na figura a seguir, está o fluxograma da metodologia necessária para o planejamento da capacidade de rede telefônica convencional.

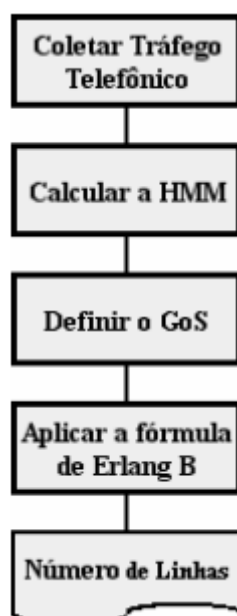


Figura 12 - Metodologia para o planejamento de capacidade da rede telefônica convencional [33].

2.3.2 Metodologia Adaptada para VoIP

A partir do levantamento do tráfego telefônico, é possível fazer o cálculo da largura de banda necessária para absorver os serviços de VoIP. Para isto, devem ser definidos os tipos de *codecs* a serem utilizados, a quantidade de amostras por pacotes, utilização ou não de supressão de silêncio e compressão de cabeçalhos. Com isto, será possível elaborar uma metodologia para adaptar o planejamento de capacidade de rede da telefonia convencional para os serviços VoIP. As chamadas telefônicas quando utilizadas em VoIP, são representadas por fluxos de áudio codificados e transportados pelos protocolos RTP [39] e UDP sobre a pilha de protocolos TCP/IP. Na rede de telefonia convencional, que é baseada em circuitos, os recursos são alocados exclusivamente para cada ligação. No caso de VoIP, se não for usado algum mecanismo de reserva de recursos, os fluxos de áudio das ligações

compartilharão os recursos da rede com os demais serviços. Portanto, é necessário que haja um planejamento de capacidade da rede em relação a largura de banda ocupada pelos serviços VoIP.

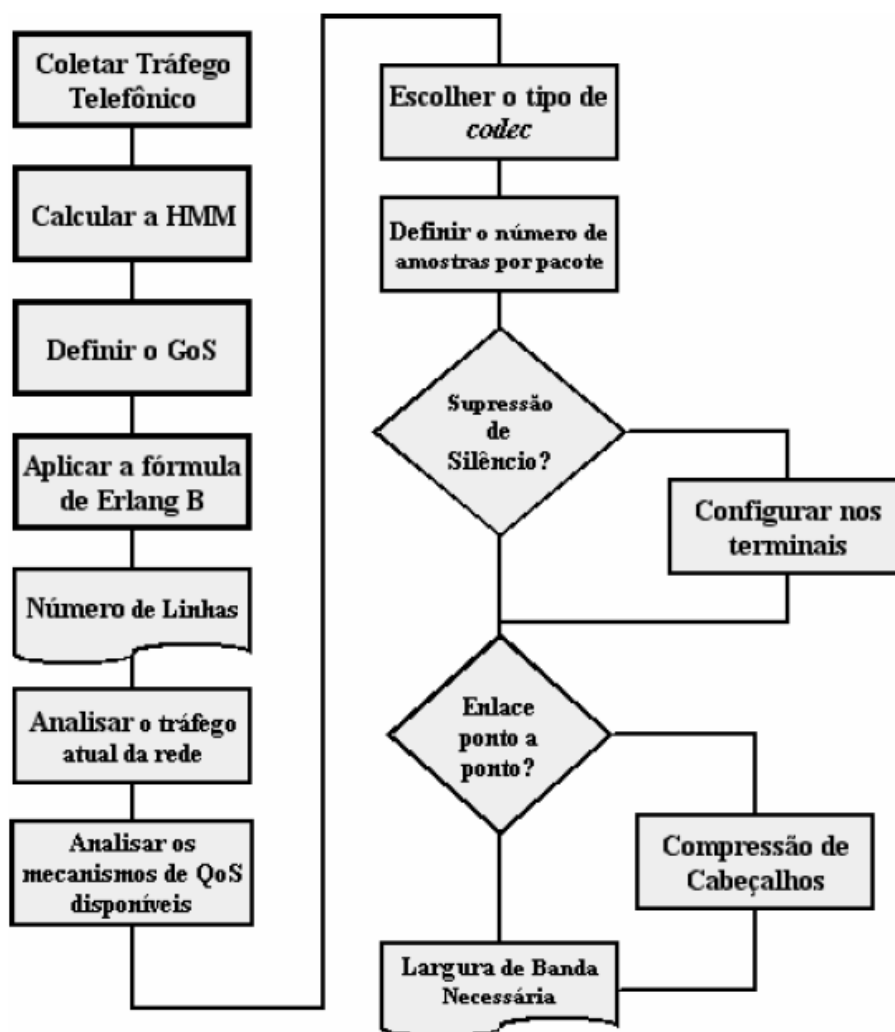


Figura 13 - Metodologia para o planejamento de capacidade da rede para serviços VoIP.

Em relação à sinalização, quando utilizado o protocolo SIP, o consumo de largura de banda ocupa menos de 1% do consumido pelos fluxos de áudio. Desta forma, apenas o cálculo de largura de banda dos fluxos RTP será considerado no planejamento de capacidade da rede.

2.3.2.1 Tipo do Codec

Para fazer o cálculo da largura de banda necessária para cada ligação, o tipo de *codec* a ser utilizado deve ser definido. Além do consumo de largura de banda, o tipo de *codec* influencia diretamente na qualidade da voz. Em uma rede corporativa, é aconselhável a utilização do *codec* G.711 [40]. Em casos de enlaces com pouca largura de banda disponível, é aconselhável a utilização de *codecs* com menos consumo de banda, tais como GSM, ou com o uso de compressão de cabeçalhos.

O consumo de largura de banda de cada *codec* pode ser calculado somando os cabeçalhos e a carga útil por pacote e multiplicando pelo número de pacotes por segundo. Na figura 3, o exemplo do cálculo para o *codec* G.711 com carga útil de 160 bytes (duas amostras de voz por pacote).

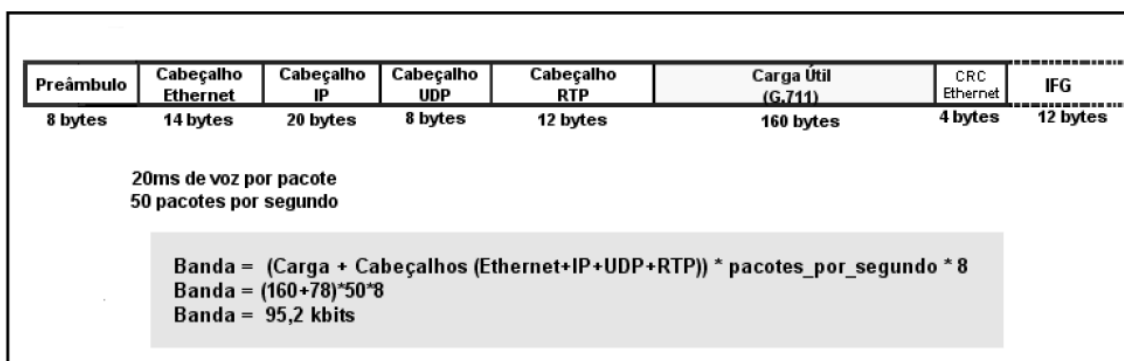


Figura 14 - Cálculo da largura de banda do *codec* G.711.

2.3.2.2 Amostras por Pacote

A largura de banda utilizada é diretamente afetada pelo número de amostras de voz que são transportadas em cada pacote. Devido ao excessivo *overhead*, aumentando o número de amostras por pacote, aumenta-se a carga

útil dos pacotes fazendo com que o *overhead* diminua. Entretanto, o aumento do número de amostras por pacote faz com que o atraso, fim a fim, aumente devido ao aumento de tempo na montagem dos pacotes.

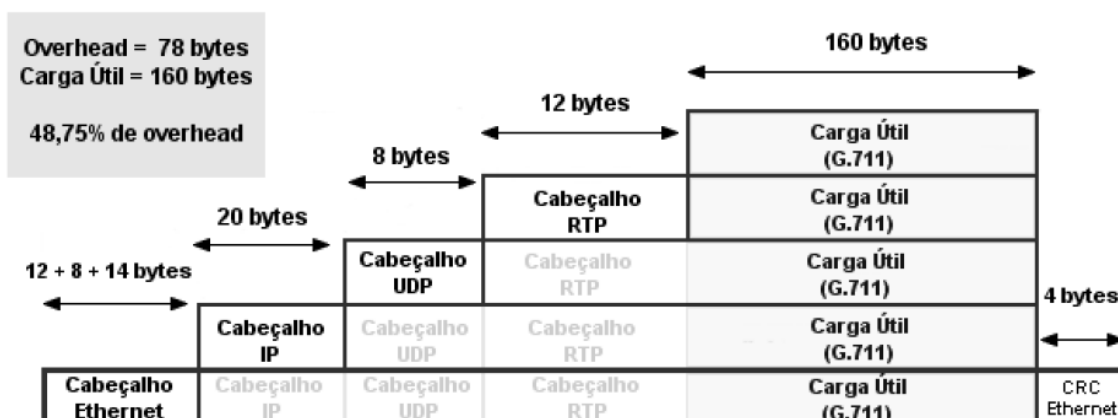


Figura 15 - *Overhead* dos pacotes de voz (codec G.711).

2.3.2.3 Supressão de Silêncio

Uma conversa telefônica típica pode conter de 35 a 50% de períodos de silêncio [41]. Todos os pacotes, inclusive os que contêm silêncio, são transmitidos em VoIP consumindo maior largura de banda nas ligações. Com a utilização da técnica de supressão de silêncio, pode-se estimar ganhos de até 35% na banda consumida [36]. Alguns *codecs*, como por exemplo o G.729 Annex-B e o G.723 Annex-A, possuem mecanismos de supressão de silêncio no próprio *codec*. A supressão de silêncio pode ser uma funcionalidade dos terminais, sendo ativada opcionalmente, embora a qualidade das ligações possa ficar prejudicada, pois podem ocorrer perdas nos recomeços das conversações dos usuários que estavam em silêncio. Portanto, embora possa

haver economia de largura de banda a qualidade da conversação pode ser prejudicada utilizando o mecanismo de supressão de silêncio. Em *LANs*, este mecanismo não é recomendado [40].

2.3.2.4 Compressão de Cabeçalhos

Em enlaces ponto a ponto, é possível a utilização de compressão de cabeçalhos. Desta forma, a largura de banda necessária para as conversações diminui bastante, devido ao alto *overhead* dos pacotes de voz.

2.3.2.5 Recursos de Rede

Para fazer o levantamento de requisitos do planejamento de capacidade em redes corporativas para a absorção de serviços VoIP, é necessário seguir uma metodologia. Caso contrário, podem surgir diversos problemas no processo de implantação do serviço. O levantamento destes requisitos devem ser feitos antes da compra de equipamentos e contratação de serviços. Em uma rede corporativa, a maior dificuldade é de como adaptar os serviços de VoIP nos recursos de rede existentes. Após fazer o levantamento do tráfego telefônico e a da largura de banda necessária, deve-se avaliar os recursos de rede existentes.

A largura de banda em redes corporativas, geralmente, é excedente para as aplicações e serviços de rede. Embora possam existir períodos de pico devido a *backups*, a incidência de vírus, leitura de *e-mail* no início da manhã ou relatórios de final de mês. Então, é importante mapear os picos e os horários

onde o tráfego é mais intenso. O tráfego existente na rede, antes da implementação de serviços VoIP, pode ser medido nas interfaces dos *switches* ou roteadores que possuam o protocolo SNMP ou alguma outra forma de gerenciamento.

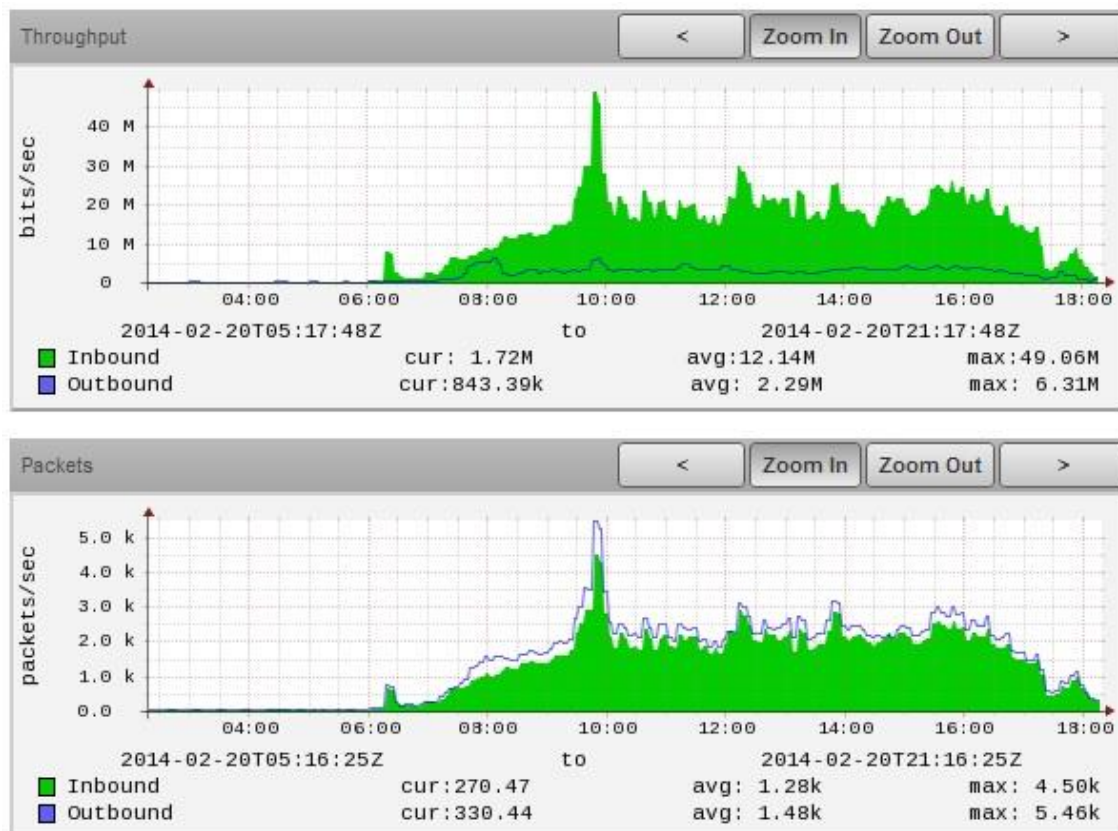


Figura 16 - Exemplo de medição de tráfego.

Os equipamentos de rede devem possuir mecanismos de QoS que garantam, ao menos, a priorização do tráfego de voz em relação ao restante do tráfego. O padrão IEEE 802.1D [42] é uma funcionalidade comum nos *switches* atuais.

Os roteadores baseados em Linux e os roteadores dedicados, tais como os da empresa Cisco, possuem o protocolo DiffServ e mapeamento entre

DSCPs e CoS. Algumas placas de rede atuais possuem *drivers* que permitem a marcação de quadros através do padrão IEEE 802.1D. Normalmente, os ATAs e os telefones IP possuem o padrão IEEE 802.1D para a marcação e priorização de quadros.

3 ARQUITETURA E TOPOLOGIA

Nesta seção, está descrito o cenário que foi encontrado na instituição e será sugerido um cenário novo, com a aquisição de equipamentos modernos e escaláveis.

3.1 CENÁRIO ATUAL

A topologia do sistema de telefonia do INT consiste em um Distribuidor Interno Ótico – DIO onde é conectado a fibra externa da operadora de telefonia e depois multiplexador por onde chegam as 2 (duas) E1 entregues pela operadora de telefonia; uma central telefônica; um Distribuidor Geral (DG) e *shafts* de telefonia nos andares.

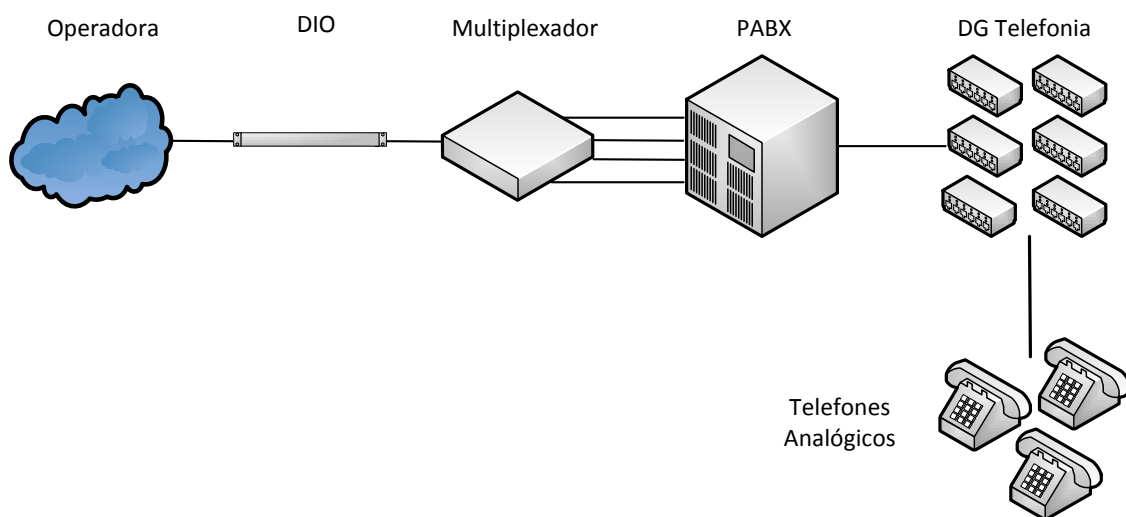


Figura 17 - Topologia atual de telefonia.

a) Instalação física

A sala onde se encontram os equipamentos de telefonia não possui uma infraestrutura física adequada. Possui um sistema de refrigeração precário; sistema de distribuição de energia e banco de bateria ultrapassado; falta de manutenção preventiva nos equipamentos e cabeamento antigo.



Figura 18 - Sala de telefonia e banco de baterias.

b) Operadora de telefonia

A conexão com a rede pública de telefonia (PSTN) da instituição é feita através de 2 (dois) troncos digitais padrão E1 com a operadora. Essas interfaces possuem uma taxa de transferência de 2 (dois) Mbps e pode ser dividido em 32 canais de 64 Kbps cada, contudo, 30 canais dos 32 canais existentes transportam informações úteis, pois a velocidade efetiva da transmissão (*throughput*) da portadora E1, é de $30 \times 64 = 1920$ Kbit/s, os

outros 2 canais restantes (canal 0 e canal 16) destinam-se à sinalização e o alinhamento de quadros, estabelecendo um sincronismo entre os pontos.

c) Distribuidor Interno Ótico – DIO

Bastidor óptico para uso interno e instalação em racks, para cabeamento estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo os requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568-C.3. As condições e locais de aplicação são especificados pela norma ANSI/TIA/EIA-569 *Pathway and Spaces*.



Figura 19 - Distribuidor Interno Ótico

d) Multiplexador

O equipamento utilizado é o DATACOM DM4E1 Series II. É um multiplexador PDH conforme normas G.751 e G.742. Opera com multiplexação de canais E1, Ethernet, V.11 e E3 em feixes óticos ou elétricos de 34M.



Figura 20 - Multiplexador DATAKOM DM4E1

e) PABX

O INT utiliza uma Central Privada de Comutação Telefônica – PABX de tecnologia CPA Digital fabricante ERICSON modelo MD 110 com as seguintes características: 304 (trezentos e quatro) portas para ramais analógicos; 08 (oito) portas para ramais digitais (b+d); 16 (dezesseis) portas para ramais digitais (2b+d); 48 (quarenta e oito) portas para troncos analógicos bidirecionais; 60 (sessenta) portas para troncos digitais; sistema de tarifação; retificador; baterias.



Figura 21 - PABX Ericson MD110.

f) Distribuidor geral – DG

Os terminais telefônicos das centrais são disponibilizados no Distribuidor Geral (DG). O DG é constituído de uma estrutura de metal que suporta blocos para a terminação de cabos, permitindo a interligação entre os cabos provenientes da central e os cabos provenientes dos andares. Do lado da central, os blocos de conexão são organizados em uma sequência horizontal. Do lado dos andares, os blocos são organizados na sequência vertical. Nos blocos terminais no lado da rede externa, existem as proteções de rede contra descargas elétricas.

Os dispositivos responsáveis pela proteção são chamados de módulos de proteção. Os módulos de proteção protegem a planta interna contra surtos de tensão (descargas elétricas) e sobrecorrentes, através de um único dispositivo.



Figura 22 - DG de conexão do cabeamento telefônico.

3.2 CENÁRIO SUGERIDO

No cenário apresentado na seção 3.1, será adicionado mais 1 (um) tronco digital aos 2 troncos digitais existentes conectando o PABX Ericsson à rede pública de telefonia fornecida pela Intelig e a plataforma de telefonia IP será conectada ao Roteador Cisco, que será conectado por sua vez ao PABX Ericsson.

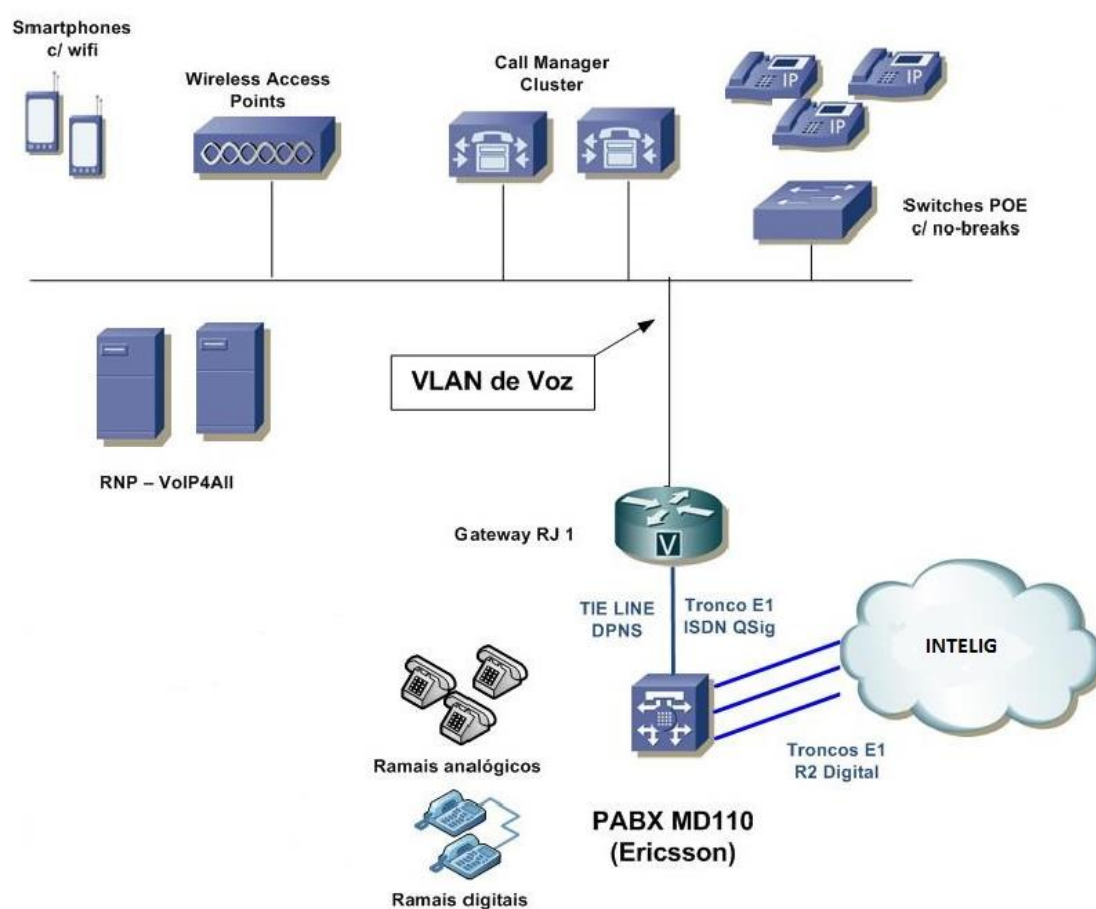


Figura 23 - Topologia de rede sugerida.

É necessária uma placa *tie-line* no PABX Ericsson devido a uma limitação do equipamento, porque as placas existentes só podem ser utilizadas com os troncos de ligações para operadora através de R2-Digital, conforme informado

pela empresa responsável pelo PABX. De forma detalhada, o Roteador Cisco 2900 age para os telefones IP assim como o PABX Ericsson MD110 age para os telefones convencionais, então para integração das duas tecnologias, a interface E1 do roteador – que suporta diversos tipos de sinalização como ISDN Qsig, ISDN Pri e R2-digital – precisa comunicar-se com a central MD110 para realizar ligações ramal a ramal usando ISDN Qsig.

Os comandos usados para estabelecer as configurações estão listados abaixo:

```

isdn switch-type primary-qsig
!
voice-card 0
dspfarm
dsp services dspfarm
!
voice call send-alert
voice rtp send-recvd
!
voice service voip
allow-connections h323 to h323
allow-connections h323 to sip
allow-connections sip to h323
allow-connections sip to sip
h323
!
voice class codec 1
codec preference 1 g711ulaw
codec preference 2 g729br8
codec preference 3 g729r8
!
controller E1 0/0/0
framing NO-CRC4
clock source internal
pri-group timeslots 1-31
!
sccp local FastEthernet0/0
sccp ccm 10.0.0.22 identifier 22 priority 1
version 5.0.1
sccp ccm 10.0.0.23 identifier 23 priority 2
version 5.0.1
sccp
!
interface Serial0/0/0:15
no ip address
encapsulation hdlc
isdn switch-type primary-qsig
isdn overlap-receiving
isdn incoming-voice voice
isdn send-alerting
isdn bchan-number-order ascending
no cdp enable
!
sccp ccm group 999
description INI-2800-VOIP conferencing
bind interface FastEthernet0/0
associate ccm 22 priority 1
associate profile 999 register INI-2800-VOIP
associate profile 111 register INI-2800-VOIP-T
!
dspfarm profile 111 transcode
description transcode profile 111
codec g711ulaw
codec g711alaw
codec g729ar8
codec g729abr8
codec g729br8
maximum sessions 20
associate application SCCP
!
dspfarm profile 999 conference
description conference profile 999
codec g711ulaw
codec g711alaw
codec g729ar8
codec g729abr8
codec g729br8
codec g729r8
maximum sessions 4
associate application SCCP
!
dial-peer voice 1 pots
destination-pattern [1-2]...
direct-inward-dial
port 0/0/0:15
forward-digits all
!
dial-peer voice 101 pots
destination-pattern T
port 0/0/0:15
forward-digits all
!
dial-peer voice 1114 voip
destination-pattern 1114
session target ipv4:10.0.0.22
no vad
!
dial-peer voice 11142 voip
preference 2
destination-pattern 1114
session target ipv4:10.0.0.23
no vad
!
dial-peer voice 1120 voip
destination-pattern 1120
session target ipv4:10.0.0.22
no vad
!
dial-peer voice 11202 voip
preference 2
destination-pattern 1120
session target ipv4:10.0.0.23
no vad

```

Figura 24 - Configuração do gateway de voz.

3.2.1 Equipamentos

Para o novo cenário descrito na seção 3.2, será necessário a aquisição dos equipamentos descritos abaixo:

- a) Servidores de processamento de chamadas (2)** – O *Cisco Unified Call Manager* é responsável por gerenciar cada ligação, controlar as políticas de discagem e direcionar as chamadas para os gateways de voz. Foram comprados dois servidores, o que proporciona a instalação em “cluster” (onde os dois trabalham de forma cooperativa) permitindo que mesmo que um dos servidores tenha uma falha, o outro assume automaticamente sem parada do serviço.



Figura 25 - Cisco CallManager.

- b) Gateway de voz** – Trata-se de um roteador que faz a interface entre a rede IP e as conexões TDM tradicionais, também é responsável por fazer a digitalização das chamadas de voz, e transcodificação entre diferentes tipos de codecs. Em funcionalidades como conferência entre diversos ramais ele é responsável por fazer a digitalização destas chamadas.



Figura 26 - Roteador Cisco 2900.

c) Telefones IP Cisco – São os telefones Cisco que se integram totalmente com a solução do fabricante e usam por padrão o protocolo SCCP, acessam aplicações em XML, serviços de diretório, são configurados automaticamente pelo *Cisco Unified Call Manager* de maneira centralizada.



Figura 27 - Telefone Cisco IP modelo 7942.

d) Switches Cisco POE – Switches com interfaces PoE são excelentes para integração numa solução de telefonia IP, pois além de utilizar o cabeamento estruturado para voz e dados, gerenciam e fornecem de forma inteligente a energia elétrica para os telefones também utilizando o mesmo cabeamento.



Figura 28 - Switches POE modelo 2960 (24 e 48 portas).

4 TESTES

Nesta seção foi realizado alguns testes descrevendo a escalabilidade, disponibilidade e acessibilidade da solução de comunicação unificada escolhida. Recursos de QoS também foram aplicados e foi realizado um estudo de caso para verificar a capacidade de rede necessária para agregar tais serviços.

4.1 ESCALABILIDADE

A escalabilidade é a capacidade de um sistema de rede, ou processo para lidar com uma quantidade crescente de trabalho de uma maneira capaz ou a sua capacidade de expansão para acomodar uma determinada demanda [30].

a) Processamento distribuído de chamadas

- Implantação de dispositivos e aplicações através de uma rede IP;
- Agrupamentos virtuais de até 8 (oito) servidores *Cisco Unified Communications Manager* para escalabilidade, redundância e balanceamento de carga;
- Máximo de 7.500 (sete mil e quinhentos) *Cisco Unified IP Phones* por servidor *Cisco Unified Communications Manager* e 30.000 (trinta mil) por cluster de servidor;
- Máximo de 100.000 (cem mil) horas ocupadas por chamadas completadas (*Busy-Hour Call Completions - BHCCs*) por servidor *Cisco Unified Communications Manager* e 250.000 (duzentos e cinquenta mil) por cluster de servidor;

- Escalabilidade Intercluster para mais de 100 (cem) locais ou clusters através de *gatekeeper* H.323.

b) Cisco Unified Video Advantage (VT Advantage)

Cisco Unified Video Advantage é outro software da família de telefonia IP da Cisco que permite que ligações feitas e recebidas por um telefone Cisco sejam sincronizadas à webcam de um computador, fazendo com que um colaborador possa utilizar seu telefone Cisco para conversação, podendo ver e ser visto através de sua estação de trabalho. As empresas podem se beneficiar de suas redes IP existentes para estender a funcionalidade de vídeo para todos em sua organização.

O *Cisco Unified Video Advantage* permite:

- Fácil acesso a comunicações face-a-face;
- Maiores oportunidade de aumentar as interações, construir relacionamentos e acelerar a tomada de decisões;
- Uma melhor forma de escalar os recursos que possuem disponibilidade limitada, como especialistas e executivos;
- Significantes reduções de custo em tempo e viagens;
- Gerenciamento e implementação simplificados - os administradores podem provisionar esta solução como fariam em qualquer implementação de um *Cisco Unified IP phone*;
- Uma solução de comunicações unificadas econômica, escalável e visualmente interativa.

c) Auto Configuração de novos telefones

Os telefones Cisco vêm originalmente com um software que utiliza o protocolo SCCP (*Skinny*), que proporciona sua auto configuração pelo *CallManager*. Isto também se aplica aos *softphones*.

Foi configurado para que um novo telefone instalado na rede obtenha um ramal entre 9000 e 9999 e receba configurações diferenciadas, de forma a garantir funcionalidade imediata e também segurança. Estas configurações envolvem uma *Calling Search Space* e *Partition* únicas e fazem com que os novos telefones fiquem impedidos de fazer ligações externas e internas até que ele seja configurado corretamente por um membro do grupo de TI.

4.2 DISPONIBILIDADE

Um sistema de alta disponibilidade é um sistema resistente a falhas de hardware, software e energia, cujo objetivo é manter os serviços disponibilizados o máximo de tempo possível [30].

Para garantir a ausência de interrupções de serviço é necessário, muitas vezes, dispor de hardware redundante que entre em funcionamento automaticamente quando da falha de um dos componentes em utilização.

Surgem então os sistemas construídos com hardware acessível (*clusters*), que são altamente escaláveis e de custo mínimo. *Cluster* é um conceito que está diretamente relacionado aos sistemas de alta disponibilidade e que permite agregar vários computadores ou servidores, como se fossem uma única máquina de grande porte.

a) Serviços de voz em redes sem fio.

As empresas de hoje estão se voltando para a rede sem fio para dar aos funcionários o acesso imediato às aplicações de negócios e ferramentas de comunicação que necessitam. Ao adicionar capacidade VoIP na rede sem fio, as empresas podem melhorar ainda mais a colaboração e a capacidade de resposta, e realizar novas reduções de custos. A combinação de Comunicações Unificadas da Cisco e o *Cisco Unified Wireless Network* permite que agentes possam tirar proveito imediato das Comunicações IP para uma força de trabalho móvel, minimizando o TCO (metodologia desenvolvida pelo Gartner Group, Inc., é definido como todo custo associado com a aquisição, manutenção e uso de um ativo de TI durante toda a vida útil prevista para ele).

Devido ao fato da Instituição conter laboratórios onde não é possível haver nenhum tipo de infraestrutura aparente e, que não há a possibilidade de realizar qualquer tipo de obra para não prejudicar as análises que estão sendo realizadas, o uso das redes sem fio interligadas as comunicações unificadas são de extrema importância para o bom funcionamento do ambiente.

b) Infraestrutura de Rede

Todos os equipamentos de comunicação unificada estão localizados no CPD (Centro de Processamento de Dados) da instituição, onde consiste em um ambiente com temperatura controlada; energia elétrica estabilizada proveniente de um nobreak de 34Kva composto de um banco de baterias com uma autonomia estimada de 2 (duas) horas. A sala também tem seu controle de acesso físico restrito por um

sistema de biometria, sensores de fumaça e presença e monitorada por câmeras infravermelhas.

Os racks setoriais possuem, cada um, um sistema de nobreak de 3.2Kva composto de um banco de baterias com autonomia estimada também em 2 (duas) horas. Vale a pena ressaltar que a rede sem fio ficará disponível pelo mesmo período de tempo, tornando possível a utilização de softphones através dos notebooks, tablets e smartphones.

c) Configuração do Cluster (*CallManager*)

Um dos *CallManager* foi configurado como *Publisher* (ativo) e o outro como *Subscriber* (passivo), a fim de prover redundância de processamento de chamadas, e todas as outras funções presentes no equipamento, fazendo com que nenhum serviço seja paralisado enquanto houver um servidor conectado à rede.

O *CallManager* possui uma ferramenta para automação de backups através de agendamento. O backup do sistema e suas configurações estão sendo salvas em um servidor específico, com uma frequência semanal, todo domingo às 03 (três) horas da manhã.

d) Fonte de energia dos telefones IP

A solução adotada foi a aquisição de switches de acesso com interfaces *Power Over Ethernet* (PoE) que são capazes de injetar energia elétrica nos telefones utilizando a infraestrutura de rede existente e a instalação de um sistema de

proteção de energia (UPS) nos racks dos andares para fornecimento de energia continua a estes *switches*.

e) Atualização de softwares dos telefones

Quando um telefone Cisco é ligado e está plugado na rede, o mesmo busca o *CallManager* que verifica sua versão de *firmware*. Caso haja imagem mais recente em sua base de dados, o servidor de TFTP instalado no próprio *CallManager* transfere a imagem para o aparelho.

As imagens mais novas de telefones IP da Cisco devem ser instaladas no servidor para que ele identifique telefones com versões antigas e os atualize automaticamente no momento mais adequado.

4.3 ACESSIBILIDADE

A acessibilidade é o grau em que um produto, dispositivo, serviço ou ambiente está disponível para tantas pessoas quanto possível. A acessibilidade pode ser visto como a "capacidade de acesso" e beneficiar de algum sistema ou entidade [30].

a) IP Communicator (Softphone)

O Cisco IP Communicator é um aplicativo de área de trabalho que transforma seu computador em um telefone IP da Cisco completo, permitindo que você efetue, receba e atenda chamadas de várias maneiras. Se você instalá-lo em um laptop ou computador portátil, poderá usar o Cisco IP Communicator (e todos os seus serviços telefônicos e definições) em qualquer local onde seja possível se conectar com a

rede corporativa. Se estiver em uma viagem de negócios, por exemplo, poderá usar o Cisco IP Communicator para receber chamadas e ouvir mensagens de voz enquanto estiver online. Ou, se estiver trabalhando em casa, os colegas do trabalho poderão encontrá-lo ligando para o seu telefone comercial.

O Cisco IP Communicator funciona em conjunto com o *VT Advantage*, outro aplicativo de área de trabalho, para aprimorar a experiência de comunicação com o vídeo. Por exemplo, você pode efetuar uma chamada pelo Cisco *IP Communicator* e o vídeo disponível ser exibido automaticamente pelo *VT Advantage*.

O *softphone* além de ser capaz de participar de funcionalidades como *VT Advantage* e *Extension Mobility* também pode ser associado por até 8 (oito) linhas e disponibiliza até 5 (cinco) botões de atalho.

b) Extension Mobility

Extension Mobility é um dos serviços de destaque do novo ambiente de telefonia, e um dos mais úteis a qualquer empresa da atualidade. Ele permite que colaboradores estejam com seu ramal sempre que houver um telefone Cisco por perto, de forma que os usuários possam carregar suas configurações pessoais de telefonia em qualquer telefone que esteja com essa funcionalidade habilitada, mantendo assim suas permissões de ligação e seu ramal, além de permitir que a empresa consiga tarifar os custos com ligações em nível de usuário.

Outra vantagem trazida por esta funcionalidade permite o uso das melhores práticas quando se trata de telefonia IP, é que todo telefone instalado que não tiver um usuário associado a ele, só poderá ligar para os telefones pré-definidos de

emergência e de serviço público. Essa restrição visa proteger os recursos corporativos impedindo que telefones não instalados pelo departamento de informática possam efetuar ligações externas ou ligações para outros colaboradores da instituição.

Mais uma funcionalidade é a agenda corporativa com os telefones de todos os funcionários que tiveram seu perfil nesse serviço. Essa agenda pode ser acessada através do próprio telefone, facilitando a interação entre os membros.

c) Cisco Unit Communication

Com o recurso do *Cisco ViewMail*, os colaboradores podem acessar suas mensagens de voz do *Cisco Unity Connection* da maneira que melhor preferirem, a partir de um telefone IP, telefone móvel, navegador, cliente de e-mail, ou um cliente de desktop como o *IP Communicator*, por exemplo. Também poderão usar o *Cisco SpeechView* e ter suas mensagens de voz transcritas e entregues à sua caixa de entrada de e-mail.

O *Cisco ViewMail* é um *plugin* para o Microsoft Outlook que fornece uma interface visual com o qual os usuários podem enviar, ouvir e gerenciar suas mensagens de voz do *Cisco Unity Connection* a partir do Outlook.

Os usuários podem ser configurados com o *Cisco ViewMail* para acessar mensagens de voz do *Cisco Unity* no Microsoft Exchange, ou para acessar as mensagens de voz utilizando uma conexão usando IMAP ou usando o recurso de uma única caixa de entrada (sincronização de conexão e caixas de correio do

Microsoft Exchange). Observe as seguintes considerações do *Cisco ViewMail* para o Outlook:

Tabela 04 - Considerações do *ViewMail* para o Outlook.

Usuários de correio particular	<ul style="list-style-type: none"> • Os usuários recebem mensagens de voz na mesma caixa de entrada como o seu e-mail. • As novas mensagens de voz são identificadas por um ícone separado de mensagem de voz. • As mensagens de voz enviadas do Outlook não aparecem na pasta Itens Enviados. • <i>ViewMail</i> para o Outlook não é necessário com o recurso de caixa de entrada única. Sem ele, no entanto, os usuários podem apenas reproduzir mensagens de voz, não pode compor, responder ou encaminhá-las. • <i>ViewMail</i> para Outlook é necessário para que os usuários reproduzam mensagens seguras na caixa de correio do Exchange.
Usuários IMAP	<ul style="list-style-type: none"> • Os usuários recebem mensagens de voz em uma pasta de correio separada no Outlook. • As novas mensagens de voz são identificadas por um ícone separado de mensagem de voz. • <i>ViewMail</i> para Outlook é necessário para que os usuários reproduzam mensagens seguras na caixa de correio de conexão.
Usuários do Cisco Unit	<ul style="list-style-type: none"> • Os usuários recebem mensagens de voz na mesma caixa de entrada como o seu e-mail. • Os usuários podem reproduzir mensagens de voz não seguras usando dispositivos de áudio em seus computadores. • Os usuários podem reproduzir mensagens de voz seguras e inseguras, utilizando seus telefones. • Os usuários não podem compor, responder ou encaminhar mensagens de voz.

4.4 QoS

Como a telefonia passa a compartilhar da mesma infra-estrutura de dados, o QoS é configurado com o propósito de priorizar o tráfego de voz nos equipamentos, de forma a garantir qualidade nas chamadas [43].

Para o VoIP ser um substituto realista da rede telefônica (PSTN), os clientes precisam receber a mesma qualidade de transmissão de voz que eles recebem com os telefones básicos de forma consistente. Significa transmissões de voz de alta qualidade.

Como outras aplicações em tempo real, o VoIP é extremamente largura de banda e sensível a atrasos. Para as transmissões de VoIP não serem inteligíveis para o receptor, os pacotes de voz não devem ser descartados, excessivamente atrasados ou sofrer atraso variável (também conhecido como jitter). Para que isso não ocorra, as seguintes normas devem ser atendidas:

- O Codec G.729 requer que a perda de pacotes não ultrapasse 1 (um) por cento, para evitar erros audíveis. Idealmente, não deveria haver perda de pacotes VoIP.
- A especificação ITU G.114 recomenda menos de 150 milissegundos de atraso fim-a-fim para a alta qualidade de tráfego em tempo real, como voz. (Para as chamadas internacionais, o atraso de até 300ms é aceitável, especialmente para a transmissão via satélite. Este atraso de um caminho leva em consideração o atraso de propagação).
- Buffers de jitter (usados para compensar a variação de atraso) também contribuem para o atraso fim-a-fim, e geralmente só são eficazes em variações de atraso inferior a 100ms.

Para que a transmissão de voz tenha alta qualidade, os pacotes de voz, tanto para a sinalização e canal de áudio, têm que ter prioridade sobre outros tipos de tráfego de rede. Para o VoIP ser implantado de forma que os usuários recebam um

nível aceitável de qualidade de voz, o tráfego de VoIP deve garantir os requisitos de largura de banda, latência e jitter. [29]

Para garantir o QoS, todas as formas de tráfego - voz, vídeo e dados - são atribuídos a classe apropriada de serviço (COS). COS e Priority Queuing são controladas por switches Cisco Catalyst.

Paramanter a qualidade de voz nas ligações,o valor CoS para o tráfego de voz é controlado pelo switch da Cisco. O switch indica para o telefone IP qual VLAN ID de voz ele deve usar e, em seguida, aplica automaticamente o valor de CoS apropriado. A mudança também pode indicar CoS para o tráfego proveniente de dispositivos conectado ao telefone usando o recurso de Confiança Estendida (*Extended Trust*). Um valor de CoS 5 (cinco) indica alta prioridade e é geralmente reservado para voz. A sinalização de chamadas é dado um valor 3 (três), e de tráfego de melhor esforço (*best-effort*) é atribuído um valor de 0 (zero). Assim, mesmo que um PC tente levantar o seu valor CoS a 5 (cinco), o telefone IP redefine o valor de CoS sobre os pacotes de entrada desse PC para o valor de CoS indicado pelo *switch*. [30]

Normalmente é atribuído para o tráfego de voz a maior prioridade na fila. Você pode definir um script EEM (*Embedded Event Manager*) em um switch Cisco para detectar o excesso de perda de pacotes e automaticamente alertar o administrador da rede. O monitoramento da capacidade do tráfego de voz e a solução de problemas são fornecidos através do módulo de análise de redes (NAM). Para o tráfego H.323, *Media Gateway Control Protocol* (MGCP), *Skinny Call Control Protocol* (SCCP) e *Session Initiation Protocol* (SIP), o NAM monitora chamadas

ativas entre origem e destino e identifica a degradação da qualidade da chamada relatando perda de pacotes e estatística de *jitter*. O NAM também realiza Serviços Diferenciados (*DiffServ*) QoS monitorando e fornecendo informações sobre o uso de tráfego para cada DSCP (*DiffServ Code Point*), ajudando validar suposições de planejamento de QoS e detectar tráfego marcado incorretamente ou não autorizado que poderia afetar negativamente o QoS de voz. [30,31].

Tabela 05 - Precedência IP para Mapeamento DSCP.

IP Precedence	IP Precedence Bit Value	DSCP Bits	DSCP Class
5	101	101000	Expedited Forwarding
4	100	100000	Assured Forwarding 4
3	011	011000	Assured Forwarding 3
2	010	010000	Assured Forwarding 2
1	001	001000	Assured Forwarding 1
0	000	000000	Best Effort

4.5 ESTUDO DE CASO

O cenário utilizado para a aplicação da metodologia de planejamento de capacidade foi a rede de dados do Instituto Nacional de Tecnologia (INT). A partir do levantamento de intensidade de tráfego telefônico feito na instituição, foi possível determinar a quantidade de ligações realizadas na hora de maior movimento, e desta forma, os dados foram aplicados no cálculo para os serviços de VoIP. No cenário sugerido, o objetivo é eliminar a telefonia convencional, fazendo com que todos os serviços de telefonia internos sejam em VoIP. Na instituição, os serviços

internos de telefonia são fornecidos por um PABX da empresa Ericsson modelo MD110, interligando cerca de 351 ramais distribuídos pelo Instituto.

4.5.1 Recursos de Rede

Atualmente, a medição do tráfego de rede é feita utilizando a ferramenta Zenoss [45], fazendo leitura das interfaces dos *switches* e roteadores. As estatísticas são coletadas de 5 e 5 minutos e são gerados gráficos com o tráfego de entrada e de saída.

Em relação às garantias de QoS, os *switches* de acesso e o *switch core* possuem o padrão IEEE 802.1Q, o que torna possível separar o tráfego em VLANs e priorizar os pacotes de voz.

4.5.2 Cálculo de HMM

A intensidade de tráfego medida através da coleta de registros do PABX, mostra que cada ramal telefônico na instituição possui 0,023 *erlangs* em hora de maior movimento, como demonstrado abaixo:

$$INT = N_{chamadas} * T_{chamadas} / N_{ramais} / 3600$$

$$INT = (206 * 139) / 351 / 3600$$

$$INT = 0,023e$$

Onde:

- $N_{chamadas}$ – corresponde a média do número de chamadas na hora de maior movimento;
- $T_{chamadas}$ – corresponde a duração média das chamadas (em segundos);
- N_{ramais} – corresponde ao número total de ramais.

Sabendo a intensidade de tráfego de cada ramal, é possível calcular o tráfego total oferecido na hora de maior movimento, da seguinte forma:

$$Traf_{oferecido} = Traf_{ramal} * N_{ramais}$$

$$Traf_{oferecido} = 0,023 * 351$$

$$Traf_{oferecido} = 7,97e$$

Onde:

- $Traf_{ramal}$ – corresponde ao tráfego, por ramal, na hora de maior movimento;
- N_{ramais} – corresponde ao número total de ramais.

4.5.3 Definição do GoS

Foi definido que o GoS [32] será de P0.01, ou seja, que 1% de probabilidade que alguma ligação seja bloqueada. Embora o conceito de bloqueio em uma rede de pacotes não seja o mesmo do que em uma rede baseada em circuitos, pode-se usar um mecanismo de controle de admissão de chamadas (*Call Admission Control*). Este mecanismo de controle deve estar localizado no SIP *proxy* ou no H.323 *gatekeeper*. Com isto, ao ser detectado o número máximo de ligações simultâneas, calculado previamente, não serão mais permitidas novas ligações.

4.5.4 Aplicação da Fórmula de Erlang B

A aplicação da fórmula de Erlang B torna possível descobrir quantas linhas são necessárias para comportar determinada intensidade de tráfego telefônico. O tráfego oferecido é de 7,97e, com GoS de 1%. Portanto, para calcular o número de linhas pode-se aplicar a fórmula ou usar a tabela de Erlang. O resultado do cálculo mostra que um total de 15 linhas necessárias para absorver o tráfego telefônico gerado.

4.5.5 Tipo de Codec

O maior consumo de banda acontece quando da utilização do *codec* G.711. Porém, o G.711 possui a melhor qualidade de voz, sendo preferível em casos onde a largura de banda não é problema, como em redes locais. Além disto, o codec G.711 tem um bom desempenho em relação a perdas de pacotes e possui tempo de codificação e processamento muito baixo. Portanto, foi utilizado o referido *codec*.

4.5.6 Número de Amostras por pacote

O número de amostras por pacote é dependente da incidência de erros e do atraso da rede. Quanto maior o número de amostras de voz por pacote, maior o atraso e maior o prejuízo para a conversação em caso de perdas. Em uma rede local comutada, as perdas são desprezíveis e o atraso é normalmente baixo, podendo ser controlado com mecanismos de QoS. Portanto, foram utilizadas 3 amostras por pacote, possuindo cada pacote 240 bytes de carga útil (voz) com o uso

do *codec* G.711. Com 3 amostras por pacote, cada ligação ocupará um total de 169,6 Kbits, sendo 84,8 Kbits em cada sentido da ligação.

4.5.7 Supressão de Silêncio

A supressão de silêncio pode ser ativada ou não nos terminais e tem o objetivo de diminuir a largura de banda utilizada. Nos casos onde a largura de banda não é um problema, este recurso não precisa ser ativado.

4.5.8 Compressão de Cabeçalhos

A compressão de cabeçalhos só pode ser utilizada em enlaces ponto a ponto, cenário esse que não faz parte do estudo de caso.

4.5.9 Cálculo da Largura de Banda

Para realizar o cálculo do consumo de largura de banda necessária para absorver os serviços de VoIP na rede do INT, deve-se fazer o cálculo do número de linhas necessárias para absorver o tráfego telefônico na HMM, multiplicado pela largura de banda de cada chamada.

O *codec* utilizado será o G.711 (pacotes de 64kbps sem compressão), utilizando 15 linhas para absorver o tráfego telefônico na hora de maior movimento (quantidade de linhas necessárias descobertas após o uso da fórmula de Erlang B),

tendo o GoS definido em P0.01, ou seja, 1% de probabilidade que alguma ligação seja bloqueada.

Utilizando a calculadora disponível no *site* [44], obtivemos a necessidade de 1.200 Kbps, ou seja, 1,2 Mbps de consumo de largura de banda para o *codec* em questão na HMM, como demonstrado na figura abaixo:

Figura 29: Calculadora de Erlang [44].

Tabela 06: Resultado do cálculo [44]

Compression algorithm	Packet duration	B.H.T.	Blocking	Bandwidth (kbps)	Voice paths
G.711 (PCM) 64kbps uncompressed	20 milliseconds (160 samples)	7.970	0.010	1200	15

5 CONCLUSÃO

Este trabalho visa mostrar os benefícios que as Comunicações Unificadas podem trazer aos negócios de diversos segmentos da instituição, esclarecer como estes benefícios são concretizados com o apoio da tecnologia VoIP e da alta largura de banda, apresentar os componentes de hardware e software de uma solução de Comunicações Unificadas, bem como apresentar as tecnologias que permitem a realização dos serviços de Comunicações Unificadas e qual seu impacto na infraestrutura de rede existente.

Os objetivos propostos foram atingidos através de: (i) um estudo do ambiente de telefonia existente (legado), (ii) criação de uma proposta de atualização da plataforma existente por uma mais atual e integrada aos serviços de TI, (iii) planejamento da substituição da telefonia para evitar interrupções no serviço, (iv) adequação do ambiente de TI e implantação da plataforma, (v) redimensionamento das equipes de serviços e, (vi) testes na nova plataforma de comunicação.

Como objetivos secundários, os fundamentos de VoIP foram abordados, principalmente o de Comunicações Unificadas, resultando em uma referência para aproveitamento em estudos futuros. Os quesitos de QoS utilizados para a implementação de serviços VoIP em redes corporativas foram apresentados e discutidos.

No estudo do ambiente de telefonia existente foram identificados diversos problemas, como por exemplo, infraestrutura inadequada para continuidade de serviços de telecom, ausência de equipes especializadas para tratamento de incidentes, falta de redundância dos serviços, o que implicava em períodos de

queda de serviços grandes, falta de escalabilidade visto que a quantidade de ramais necessários para atendimento da demanda não conseguia ser atendida a partir da plataforma antiga.

Foi proposto um cenário para substituição da plataforma antiga, sem interferência na plataforma atual, onde, os equipamentos necessários para implantação foram especificados, alterações na infraestrutura de acesso, distribuição e núcleo foram realizadas e a inclusão de um novo catálogo de serviços que possibilitara o acesso, a disponibilidade e a conexão de usuários a partir de diversos tipos de dispositivos, como por exemplo, telefones IP, softphone, presença e smartphones. Foi incluída também a comunicação utilizando videoconferências, melhorando a experiência do usuário em relação à plataforma.

Foi descrito, também, uma metodologia para o planejamento de capacidade de rede para implantação de serviços VoIP. Foram realizados estudos sobre o planejamento de capacidade de redes telefônicas convencionais e a possibilidade de adaptação deste método para os serviços VoIP.

O estudo de caso possibilitou a aplicação da metodologia em um ambiente real. Os resultados demonstram a possibilidade de utilizar serviços de VoIP, entretanto, para garantir a qualidade oferecida pela telefonia convencional é indispensável a utilização de mecanismos de QoS. Em redes corporativas, podem ser utilizados mecanismos de CoS, tais como DiffServ e IEEE 802.1D, em *switches* e roteadores para a priorização de tráfego. Em casos de largura de banda excedente, como em LANs comutadas, os mecanismos de CoS podem garantir a qualidade das

chamadas. Em enlaces ponto a ponto, podem ser utilizados mecanismos de redução de largura de banda, como a utilização de compressão de cabeçalhos, por exemplo.

Por fim, espero que este trabalho sirva de consulta para empresas que possuam um ambiente de comunicação diversificado e que buscam a unificação deste serviços transformando-o em um sistema de comunicação mais inteligente, seguro e disponível. Espera-se também que seja possível realizar um planejamento antes de qualquer implantação, para o projeto ser bem sucedido, procurando utilizar uma solução viável financeiramente e tecnicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] PETRY, J. P. de O. **Comunicações Unificadas usando os protocolos SIP e XMPP**. IFSC, 2010.
- [2] HARBAUGH, L. G. **Cinco Razões Para Adotar Comunicação Unificada**. PC World EUA. 2011.
- [3] SHORETEL. **Getting the Foundation Right: Unified Communications**. White paper. 2010. Disponível em : <http://i.zdnet.com/whitepapers/ShoreTel_How_to_Get_The_Foundation_Right.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2013.
- [4] MAYER, G.; POIKSELKA, M. **The IMS: IP Multimedia Concepts and Services**. Wiley, 2009.
- [5] SILVER et al. **Unified Network Presence Management**. White paper, 2000. Disponível em: <<https://syncwithme.googlecode.com/svn-history/r23/trunk/material/UNPM.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2013.
- [6] UNION, I. T. **Introduction to CCITT Signalling System Nº 7**. 1993. Disponível em:<<http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.700/en>>. Acesso em: 06 fev. 2014.
- [7] WILKINSON, N. **Next Generation Network Services: Technologies and Strategies**. Wiley, 2000.
- [8] DAY, M; ROSENBERG, J; SUGANO, H. RFC 2778: **A Model for Presence and Instant Messaging**. 2000. Disponível em:<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2778.txt>>. Acesso em: 06 fev. 2014.
- [9] DAY, M. et al. **RFC 2779: Instant Messaging / Presence Protocol Requirements**. 2000. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2779.txt>>. Acesso em: 06 fev. 2014.
- [10] ROUSE, M. **Videoconference (vídeo conferencing)**. 2007. Disponível em: <<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/videoconference>>. Acesso em: 06 fev. 2014.
- [11] SANTOS, N. D. Educação à Distância e as Novas Tecnologias de Informação e Aprendizagem. **Artigo do programa novas tecnologias na educação**. Disponível em: <<http://www.engenheiro2001.org.br/programas/980201A2.htm>>. Acessado em: 03 fev. 2014.
- [12] CISCO. **H.323 and SIP Integration**. White paper. Disponível em: <http://www.cisco.com/en/us/tech/tk701/technologies_white_paper09186a0080092947.shtml>. Acesso em: 01 fev. 2014.

- [13] GOMES, F. L. S. **Videoconferência, Sistemas e Aplicações**. Visual Books, 2003.
- [14] CISCO. SIP: **Promise becomes reality**. White paper. Disponível em: <http://www.cisco.com/en/us/tech/tk652/tk701/technologies_white_paper_09186a0080092949.shtml>. Acesso em: 06 fev. 2014.
- [15] VOITEL. **Audioconferência é opção para rede colaborativa**. 2013. Disponível em: <<http://idgnow.com.br/blog/voitel/2013/06/19/o-que-e-uma-audioconferencia/>>. Acesso em: 06 fev. 2014.
- [16] POSTEL, J. B. **Simple Mail Transfer Protocol**. 1982. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc821.txt>>. Acesso em: 07 jan. 2014.
- [17] MYERS, J.; ROSE, M. **Post Office Protocol – version 3**. 1996. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1939.txt>>. Acesso em: 07 jan. 2014.
- [18] CRISPIN, M. **Internet Message Access Protocol – version 4rev1**. Disponível em: <<http://www.rfc-base.org/txt/rfc-3501.txt>>. Acesso em: 07 jan. 2014.
- [19] CISCO. **SCCP Call Flows**. Disponível em: <http://www.cisco.com/en/us/docs/voice_ip_comm/cata/186_188/2_15_ms/english/administration/guide/sccp/sccpaaph.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2014.
- [20] HARTMANN, D. **Skinny Client Control Protocol**. 2008. Disponível em: <<http://www.networld.com/community/node/29821>>. Acesso em: 10 fev. 2014.
- [21] LEVIN, J. **Lecture Notes On Networking Protocols – VoIP**. 2006. Disponível em: <[http://hisown.com/talks/voip%20-%20excerpt%20\(sccp\).pdf](http://hisown.com/talks/voip%20-%20excerpt%20(sccp).pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2013.
- [22] HANDLEY, M. et al. **SIP: Session Initiation Protocol**. 1999. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2543.txt>>. Acesso em: 23 jan. 2014.
- [23] ROSENBERG, J. et al. **SIP: Session Initiation Protocol**. 2002. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>>. Acesso em: 23 jan. 2014.
- [24] KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de Computadores: uma abordagem Top-Down**. Pearson Education, 2006.
- [25] Vaz, I.; Dinau, P. **SIP (Session Initiation Protocol)**. 2006. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/06_1/sip/>. Acesso em: 24 jan. 2014.
- [26] KOHLER, E.; et al. **Service Name and Transport Protocol Port Number Registry**. 2014. Disponível em: <<http://www.iana.org/assignments/service-names-port-numbers/service-names-port-numbers.xhtml?&page=1>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

- [27] BERNERS-LEE, T.; FIELDING, R.; MASINTER, L. **Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax**. 2005. Disponível em: <<http://tools.ietf.org/rfc/rfc3986.txt>>. Acesso em: 11 fev. 2014.
- [28] JUNIOR, P. N. L. F. **PTT no celular: Protocolos SIP e RTP**. 2007. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialpushtotalk2/pagina_3.asp>. Acesso em: 11 fev. 2014.
- [29] CISCO. **Quality of Service for Voice over IP**. 2001. Disponível em:<http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/solutions_docs/qos_solutions/QoSVoIP/QoSVoIP.html>. Acesso em 23 jan. 2014.
- [30] CISCO. **Benefits of Deploying Unified Communications on a Cisco Integrated Network**. Disponível em: <http://www.cisco.com/web/AP/partners/assets/docs/cisco_solution_brief_benefits_deploying_uc.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2014.
- [31] LIMA, C. E. do N. **Diferenciação de Serviços na Internet – DiffServ**. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/01_2/diffserv/>. Acesso em 27 jan. 2014.
- [32] GONÇALVES, A. R. **Método para Planejamento de Capacidade de Redes ATM Baseado em Simulação**. 2000. Dissertação (mestrado em ciência da computação), Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.
- [33] MONKS, E. M., ROCHOL, J., COSTA, A. C. R. **Metodologia Planejamento de Capacidade em Redes Corporativas para Implementação de Serviços VoIP**. 2010. Artigo, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.
- [34] BROCKMEYER, E., HALSTRØM, H., JENSEN, A. **The Life and Works of A. K. Erlang**. 1948. Transactions of the Danish Academy of Technical Sciences. Copenhagen.
- [35] IVERSEN, V. B. et al. **Teletraffic Engineering Handbook**. 2005. ITU (International Telecommunication Union), ITC (International Teletraffic Congress). Genebra – Suíça.
- [36] CISCO. **Traffic Analysis for Voice over IP**. 2001. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/solutions_docs/voip_solutions/TA_ISD.html>. Acesso em: 23 fev. 2014.
- [37] CASTRO, M. C. F. de. **Planejamento de Redes Comutadas**. 2005. Disponível em: <http://www.feng.pucrs.br/~decastro/pdf/Redes_Comutadas_Cap4.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2014.

- [38] ANGUS, I. **An Introduction to Erlang B and Erlang C**. 2002. Telemanagement Journal. Disponível em: <<http://www.angustel.ca>>. Acesso em: 24 fev. 2014.
- [39] SCHULZRINNE, H. et al. **RTP: A Transport Protocol for Real-Time Application: RFC 1889**. 1996. Internet Engineering Task Force, Network Working Group.
- [40] WALLINGFORD, T. **Switching to VoIP**. O'Reilly, 2005.
- [41] COLLINS, D. **Carrier Grade Voice over IP**. 2nd edition. 2003. McGraw-Hill.
- [42] IEEE. **IEEE Std 802.1D – Media Access Control (MAC) Bridges**. Institute of Electrical and Electronic Engineers, 2004.
- [43] LUTOSA, L. C. G., CARVALHO, L. S. G., RODRIGUES, P. H. de A. **Utilização do Modelo E para Avaliação da Qualidade da Fala em Sistemas de Comunicação Baseados em Voz sobre IP**. 2002. Laboratório de Voz sobre IP – Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal do Amazonas e Laboratório de Voz sobre IP – Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- [44] **Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator**. Disponível em: <<http://www.erlang.com/calculator/eipb/>>. Acessado em: fevereiro de 2014.
- [45] **ZENOSS**. Disponível em: <www.zenoss.org>. Acesso em: 27 fev. 2014.

ANEXOS

ANEXO A – TIPOS DE MENSAGENS SUPORTADAS NO SCCP.

Os tipos de mensagens SCCP são divididas em 3 (três) seções:

• Registro e gerência das mensagens:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| – <i>StationRegister</i> | – <i>StationSpeedDialStatReq</i> |
| – <i>StationReset</i> | – <i>StationLineStatReq</i> |
| – <i>StationMediaPort</i> | – <i>StationConfigStatReq</i> |
| – <i>StationSpeedDialState</i> | – <i>StationTimeDateReq</i> |
| – <i>StationRegisterAck</i> | – <i>StationButtonTemplateReq</i> |
| – <i>StationRegister</i> | – <i>StationVersionReq</i> |
| – <i>StationIpPort</i> | – <i>StationCapabilitiesRes</i> |
| – <i>StationMediaPortList</i> | – <i>StationServerReq</i> |
| – <i>StationForwardStatReq</i> | – <i>StationAlarm</i> |

• Mensagens de controle de chamadas:

- | | |
|---|--------------------------------|
| – <i>StationKeyPadButton</i> | – <i>StationStopTone</i> |
| – <i>StationEnblocCall</i> | – <i>StationSetRinger</i> |
| – <i>StationStimulus</i> | – <i>StationSetLamp</i> |
| – <i>StationOffHook</i> | – <i>StationSetHkFDetect</i> |
| – <i>StationOffHookwithCallingPartyNumber</i> | – <i>StationSetSpeakerMode</i> |
| – <i>StationOnHook</i> | – <i>StationSetMicroMode</i> |
| – <i>StationHookFlash</i> | – <i>StationCallInfo</i> |
| – <i>StationStartTone</i> | – <i>StationDisplayText</i> |

– *StationClearDisplay*

– *StationEnunciatorCommand*

• **Mensagens de controle de mídia:**

– *StationStartMediaTransmission*

– *StationStopMulticastMediaReception*

– *StationStopMediaTransmission*

– *StationStartMulticastTransmission*

– *StationStartSessionTransmission*

– *StationStopMulticastTransmission*

– *StationStopSessionTransmission*

– *StationOpenReceiveChannel*

– *StationMulticastMediaReception*

– *StationOpenReceiveChannelAck*

– *StationMulticastMediaReceptionAck*

– *StationCloseReceiveChannel*

ANEXO B - PERFIL DE TRAFEGO DO INT.

A) Perfil de tráfego do INT, apurado em minutos, relativamente às ligações telefônicas originadas no Rio de Janeiro, para o período de 12 meses – **STFC-LOCAL:**

Tabela 07 – Ligações locais

Tipo de Tráfego	Horário das Chamadas	Tráfego Anual estimado em minutos
Chamadas FIXO–FIXO	8 às 18 h.	851.232
Chamadas FIXO–MÓVEL	8 às 18 h	99.000

B) Perfil de tráfego do INT, apurado em minutos, relativamente às ligações telefônicas originadas no Rio de Janeiro, para o período de 12 meses – **FIXO-FIXO:**

Tabela 08 – Ligações para região I (fixo – fixo)

REGIÃO I				
Sigla do Estado	Tráfego em minutos			Total de minutos
	Capital		Demais Municípios	
AL	Maceió	45	0	45
AM	Manas	2.023	3	2.026
AP	Macapá	16	0	16
BA	Salvador	725	390	1.115
CE	Fortaleza	503	62	565
ES	Vitória	483	3.819	4.302
MA	São Luiz	124	31	155
MG	Belo Horizonte	1.893	7.423	9.316
PA	Belém	418	0	418
PB	João Pessoa	141	189	330
PE	Recife	1.021	589	1.610
PI	Teresina	55	0	55
RJ	Rio de Janeiro		11.378	11.378
RN	Natal	422	25	447

RR	Boa Vista	1	0	1
SE	Aracajú	425	11	436
TOTAL GERAL DE MINUTOS				32.215

Tabela 09 – Ligações para região II (fixo – fixo)

REGIÃO II				
Sigla do Estado	Tráfego em minutos			Total de minutos
	Capital		Demais Municípios	
AC	Rio Branco	6	0	6
DF	Brasília	17.406	231	17.637
GO	Goiânia	255	628	883
MS	Campo Grande	103	48	151
MT	Cuiabá	58	66	94
PR	Curitiba	1.090	881	1.971
RO	Porto Velho	2	0	2
RS	Porto Alegre	691	1.212	1.903
SC	Florianópolis	500	2.845	3.345
TO	Palmas	15	41	56
TOTAL GERAL DE MINUTOS				26.048

Tabela 10 – Ligações para região III (fixo – fixo)

REGIÃO III				
Sigla do Estado	Tráfego em minutos			Total de minutos
	Capital		Demais Municípios	
SP	São Paulo	18.924	21.053	39.977
TOTAL GERAL DE MINUTOS				39.977

C) Perfil de tráfego do INT, apurado em minutos, relativamente às ligações telefônicas originadas no Rio de Janeiro, para o período de 12 meses – **FIXO-MÓVEL:**

Tabela 11 – Ligações para região I (fixo – móvel)

REGIÃO I				
Sigla do Estado	Tráfego em minutos			Total de minutos
	Capital		Demais Municípios	
AL	Maceió	0	0	0
AM	Manaus	2.749	0	2.749
AP	Macapá	0	0	0
BA	Salvador	168	45	213
CE	Fortaleza	26	0	26
ES	Vitória	413	187	600
MA	São Luiz	17	0	17
MG	Belo Horizonte	240	1.138	1.378
PA	Belém	48	0	48
PB	João Pessoa	38	0	38
PE	Recife	82	58	140
PI	Teresina	1	0	1
RJ	Rio de Janeiro		94.859	94.859
RN	Natal	68	0	68
RR	Boa Vista	3	0	3
SE	Aracajú	57	0	57
TOTAL GERAL DE MINUTOS				100.197

Tabela 12 – Ligações para região II (fixo – móvel)

REGIÃO II				
Sigla do Estado	Tráfego em minutos			Total de minutos
	Capital		Demais Municípios	
AC	Rio Branco	0	0	0
DF	Brasília	918	0	918
GO	Goiânia	39	30	69
MS	Campo Grande	45	0	45
MT	Cuiabá	9	0	9
PR	Curitiba	119	185	304
RO	Porto Velho	4	0	4
RS	Porto Alegre	109	30	139
SC	Florianópolis	189	60	251

TO	Palmas	7	0	7
TOTAL GERAL DE MINUTOS				1.746

Tabela 13 – Ligações para região III (fixo – móvel)

REGIÃO III				
Sigla do Estado	Tráfego em minutos			Total de minutos
	Capital		Demais Municípios	
SP	São Paulo	2.348	571	2.919
TOTAL GERAL DE MINUTOS				2.919

D) Perfil de tráfego do INT, apurado em minutos, relativamente às ligações telefônicas originadas no Rio de Janeiro, para o período de 12 meses – **LIGAÇÕES TELEFÔNICAS INTERNACIONAIS:**

Tabela 14 – Ligações internacionais

PAÍSES	QUANTIDADE DE MINUTOS (ANUAL)
Alemanha	12
Canadá	6
Chile	5
Estados Unidos	25
França	22
Israel	10
Itália	15
Uruguai	17
TOTAL GERAL DE MINUTOS	112

ANEXO C – RELATÓRIO DE TRÁFEGO TELEFÔNICO DO DIA COM MAIOR MOVIMENTO.

Tráfego por Dia		Página 253 de 255
Emissão.: 20/02/2014 12:24		

Tráfego:0

Filtro customizado:Nenhum

Período:09/01/2014 a 09/01/2014

Horas utilizadas: das 00:00 às 23:59

Perda admissível:1%

Rota(s): Rota pública de entrada

Calculado em 09/01/14 18:14

Rota pública de saída

Rota pública bi-direcional

Data	Hora	Tráfego [Erlang]	Chamadas	Duração Média	Troncos Simultâneos	Troncos Necessários
09/01/14	Qui 00:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 00:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 01:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 01:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 02:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 02:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 03:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 03:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 04:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 04:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 05:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 05:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 06:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 06:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 07:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 07:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 08:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 08:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 09:00	1,45	43	00:02:01	8	6
09/01/14	Qui 09:30	5,44	139	00:02:20	12	12
09/01/14	Qui 10:00	7,97	206	00:02:19	14	15 HMM
09/01/14	Qui 10:30	5,74	151	00:02:16	14	12
09/01/14	Qui 11:00	2,66	60	00:02:39	7	8
09/01/14	Qui 11:30	1,95	56	00:02:05	7	7
09/01/14	Qui 12:00	2,80	89	00:01:53	7	8
09/01/14	Qui 12:30	2,01	52	00:02:19	7	7
09/01/14	Qui 13:00	0,56	12	00:02:46	9	4
09/01/14	Qui 13:30	3,64	122	00:01:47	12	9
09/01/14	Qui 14:00	7,09	228	00:01:51	12	14
09/01/14	Qui 14:30	7,40	220	00:02:01	12	15
09/01/14	Qui 15:00	6,00	176	00:02:02	12	13
09/01/14	Qui 15:30	2,34	74	00:01:53	10	7
09/01/14	Qui 16:00	0,53	4	00:08:00	4	4
09/01/14	Qui 16:30	2,14	36	00:03:34	7	7
09/01/14	Qui 17:00	2,77	54	00:03:04	7	8
09/01/14	Qui 17:30	1,18	25	00:02:50	7	5
09/01/14	Qui 18:00	0,02	3	00:00:29	1	3
09/01/14	Qui 18:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 19:00	0,00	0	00:00:00	0	0

Tráfego por Dia

Emissão.: 20/02/2014 12:24

Tráfego:0

Filtro customizado:Nenhum

Período:09/01/2014 a 09/01/2014

Horas utilizadas: das 00:00 às 23:59

Perda admissível:1%

Rota(s): Rota pública de entrada

Calculado em 09/01/14 18:14

Rota pública de saída
Rota pública bi-direcional

Data	Hora	Tráfego (Erlang)	Chamadas	Duração Média	Troncos Simultâneos	Troncos Necessários
09/01/14	Qui 19:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 20:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 20:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 21:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 21:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 22:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 22:30	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 23:00	0,00	0	00:00:00	0	0
09/01/14	Qui 23:30				0	0
Total Diário:		63,71	1.750	00:02:11		
Média:		1,36	37,23	00:02:11		

Tráfego x Hora

