

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

LEANDRO SIQUEIRA LUTZ
BRUNO DAHER COELHO OLIVEIRA

**OTIMIZAÇÃO DA REDE DE TELEFONIA FIXA ATRAVÉS DA
IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA IMS**

CURITIBA
2016

LEANDRO SIQUEIRA LUTZ
BRUNO DAHER COELHO OLIVEIRA

OTIMIZAÇÃO DA REDE DE TELEFONIA FIXA ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA IMS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Alexandre Jorge Miziara

Coorientadora: Jamea C. B. Silva Franklin

CURITIBA
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

LEANDRO SIQUEIRA LUTZ
BRUNO DAHER COELHO OLIVEIRA

OTIMIZAÇÃO DA REDE DE TELEFONIA FIXA ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA IMS

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 19 de Maio de 2016, como requisito parcial para obtenção do título de **Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações**, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

Prof. M.Sc. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas
Franklin

UTFPR

Prof. Dra. Jamea Cristina Batista Silva

UTFPR

Prof. M. Sc. Alexandre Jorge Miziara
Orientador - UTFPR

“A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

BRUNO DAHER COELHO OLIVEIRA

Agradeço a Deus por me permitir ser uma pessoa saudável, por me dar condições para concluir mais uma etapa da minha vida, por me permitir reconhecer em cada dificuldade uma oportunidade para evoluir.

Pelo apoio, respeito, paciência, pela minha formação de caráter, pela honestidade, integridade, humildade e pelo amor que recebi, agradeço a minha mãe Teresa Coelho, para quem dedico este trabalho e os anos pelos quais passei na Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Aos professores do curso de Sistemas de Telecomunicações pela dedicação, pelos exemplos e caminhos apontados durante o curso, especialmente ao professor Alexandre Miziara por aceitar nos orientar no desenvolvimento deste trabalho com disposição e atenção.

Agradeço a toda a minha família por me incentivar de maneira criativa, desde os meus primeiros passos na vida até os dias de hoje, a seguir pelo caminho da evolução. Pelos bons exemplos, por contribuírem na minha formação, por me guiarem em situações de conflito, por serem referência para mim em muito do que sou.

LEANDRO SIQUEIRA LUTZ

Agradeço a Deus, por iluminar o meu caminho, permitir que eu chegasse neste momento da vida, por me conceder forças e sabedoria para vencer os obstáculos.

Aos professores do curso de Sistemas em Telecomunicações, e ao professor Alexandre Miziara por ter aceitado ser o orientador deste trabalho.

Agradeço a todos os colegas que fizeram parte da minha trajetória pela instituição e que colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

E principalmente a minha família, meus pais Osmar e Ilone, meu irmão Tiago, por mais que estejam longe sempre me incentivaram a ser uma pessoa melhor.

RESUMO

OLIVEIRA, Bruno Daher C; LUTZ, Leandro Siqueira. **Otimização da Rede de Telefonia Fixa através da implantação de tecnologia IMS**. 2016. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações) – Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Curitiba, 2016.

Diante da necessidade do Mercado de Telefonia Fixa em apresentar novos serviços para o consumidor, este trabalho sugere implantação de um sistema multimídia baseado em Tecnologia IP (IMS) como solução atender o mercado com novos serviços e abrir espaço para a inovação e competitividade. A rede proposta é uma tecnologia de rede convergente que foi desenvolvida inicialmente para a plataforma de telefonia móvel tem como objetivo a renovação dos serviços da rede fixa legada, o aumento na capacidade de atendimento aos clientes e a, convergência fixo-móvel. Para atingir os objetivos propostos, foi levantado o histórico das redes de telefonia legada NGN e apresentados os principais pontos de uma rede IMS. Ao final foram levantadas as vantagens de se utilizar uma rede IMS e a tendência do Mercado de telecomunicações apontando para as mudanças que são necessárias para atender o consumidor.

Palavras-chaves: IMS. Convergência. Inovação Tecnológica. Telefonia.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Bruno Daher C; LUTZ, Leandro Siqueira. **Otimização da Rede de Telefonia Fixa através da implantação de tecnologia IMS**. 2016. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações) – Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Curitiba, 2016.

Given with the requirement of the Fixed Telephony Market to introduce new services for customers, this study suggests the implementation of a multimedia system based on IP Technology (IMS) as a solution to attend the market with new services, make room for innovation and competitiveness. The proposed network is a converged networking technology that was originally developed for the mobile phone platform, aims at renewing the legacy wireline services, increase in the capacity of customer service, fixed-mobile convergence. To achieve the proposed goals, it was raised from the historical legacy telephone networks, NGN and presented the main points of an IMS network. In the end was presented the advantages of adopt an IMS network and the trend of the telecommunications market, pointing to the changes that are necessary to attend the customer.

Keywords: IMS. Convergency. Technologic innovation. Telephony.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxo mostrando a demanda do Mercado sobre as operadoras.....	13
Figura 2 - Esquema tronco E1.....	16
Figura 3 - Telefonia manual.....	20
Figura 4 - Rede SDH.....	27
Figura 5 - Camadas de serviço SDH.....	27
Figura 6 - Quadro SDH	28
Figura 7 - Comutação por circuitos	28
Figura 8 - Circuito de transmissão e recepção.....	28
Figura 9 - Interconexão entre sistemas	29
Figura 10 - Arquitetura Rede NGN.....	31
Figura 11 - Comutação por pacotes	32
Figura 12 - Plano de controle – sinalizações.....	33
Figura 13 - Exemplo de Redes distintas interconectadas	34
Figura 14 - Interconexão entre centrais da mesma operadora com a PSTNF	36
Figura 15 - Sistema de sinalização SS7.....	36
Figura 16 - Composição das mensagens ISUP.....	37
Figura 17 - Detalhamento básico de uma chamada utilizando SIP	41
Figura 18 - Arquitetura IMS	44
Figura 19 - Módulos CSCF.....	45
Figura 20 - HSS/SLF	48
Figura 21 - Localização do MGCF na rede	49
Figura 22 – AGCF	51
Figura 23 - Conexões IMS com a PSTN/PLMN	52
Figura 24 - Terminais de acesso.....	53
Figura 25 - Bastidores de uma central TDM, a DMS-100.....	55
Figura 26 - Centrais TDM interconectadas através do SS7	56
Figura 27 - Bastidor da solução IMS da Huawei	56
Figura 28 - Solução IMS implantada em uma região	57
Figura 29 - Terminais de acesso a rede IMS	57

LISTA DE SIGLAS

3GPP	The 3rd Generation Partnership Project
AGCF	Access Gateway Control Function
AS	Application Server
BBS	Bulletin Board System Service
BRI	Basic Rate Interface
CAS	Channel Associated Signaling
CCS	Common Channel Signaling
CCS7	Common Channel Signaling N° 7
CDR	Call Detail Record
CPA	Controle por Programa Armazenado
CSCF	Call Session Control Function
DNS	Domain Name Server
DTMF	Dual Tone Multifrequency
FMC	Fixed Mobile convergence
GSM	Global System for Mobile
HLR	Home Location Register
HSS	Home Subscriber Server
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia System
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISUP	ISDN User Part
ITU-T	Telecommunication Standardization Sector
MEGACO	Media Gateway Control
MFC	Multi Frequencial Compelida
MGCF	Media Gateway Control Function
MSN	Multiple Subscriber Number
OSI	Open Systems Interconnect
NGN	Next Generation Network
PCM	Pulse Code Modulation
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PLMN	Public Land Mobile Network
POTS	Plain Old Telephone Service
PSTN	Public Switched Telephone Network
PRI	Primary Rate Interface
PTT	Push To Talk
R2	Region 2
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
REL	Release
RFC	Request For Comments
SCP	Service Control Point
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SIP	Session Initiation Protocol
SLF	Subscriber Location Function
SSP	Service Switching Point
STP	Signal Transfer Point
TDM	Time Division Multiplex

UA	User Agent
UAC	User Agent Client
VOIP	Voice over Internet Protocol

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	11
1.1.1 Problema.....	12
1.1.2 Justificativa.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 METODOLOGIA.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 REDE DE TELEFONIA CONVENCIONAL - PSTN.....	15
2.1.1 E1.....	15
2.1.3 Sinalização por Canal Associado.....	17
2.1.4 Sinalização por Canal Comum.....	17
2.1.6 ISDN.....	18
2.2 TELEFONIA PRÉ-NGN.....	20
2.2.1 Estrutura Básica das Centrais.....	20
2.2.2 Funções das Centrais telefônicas.....	22
2.2.3 SDH.....	25
2.3.4 Padrão em Camadas.....	26
2.3.5 Conceitos de Multiplexação.....	26
2.3.6 TDM.....	27
2.3.7 Comutação por circuitos.....	27
2.3.8 Sinalização.....	29
2.4 REDES NGN.....	30
2.4.1 Comutação por pacotes.....	31
2.4.2 Protocolo H.248.....	32
2.4.3 Protocolo SIP.....	33
2.5 INTERCONEXÃO.....	34
2.5.1 ISUP.....	35
2.5.2 Elementos que compõe a SS7.....	35
2.5.3 SIP.....	39
2.5.3.1 Funções básicas.....	39
2.5.3.2 Respostas SIP.....	42
2.6 REDES IMS.....	43
2.6.1 Arquitetura IMS.....	43
2.6.2 CSCF.....	44
2.6.3 HSS/SLF.....	47
2.6.4 ATS/AS.....	48
2.6.5 MGCF.....	48
2.6.2 IMGW.....	49
2.6.3 BGCF.....	49
2.6.4 AGCF.....	50
2.6.5 Identificador no sistema IMS.....	51
2.6.6 Vantagens sobre os sistemas legados.....	52
3 MERCADO	54
4 ESTUDO DE CASO	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

REFERÊNCIAS.....	59
------------------	----

1 INTRODUÇÃO

Um sistema de telecomunicações é composto por um conjunto de equipamentos que quando interligados adequadamente garantem a comunicação entre pontos geograficamente distintos. A qualidade necessária para tornar possível a transmissão de uma mensagem, a qual pode ser constituída por sons, imagens, ou mesmo símbolos como caracteres gráficos, está diretamente relacionada à qualidade dos equipamentos envolvidos neste sistema (BAYÃO, 2015).

Nos tempos da central manual os assinantes de um serviço de telefonia tinham seus telefones conectados às centrais por meio de um par de fios de cobre. Para que um assinante ligasse para outro era necessário um intermediário, o operador de telefonia, que por sua vez trabalhava em frente a um painel onde interconectava dois assinantes distintos, manualmente. No sistema telefônico moderno o operador foi substituído por um interruptor eletrônico. (ENSINAR, 2015).

A evolução tecnológica, impulsionada pela pressão do mercado consumidor, trouxe novas tecnologias para as redes de telefonia, diversificando-as e incrementando seu potencial de oferecer serviços agregados.

Segundo Canuto (2015), no intuito de facilitar a convergência de distintas redes, como as redes TDM (*Time Division Multiplex*) e as Redes IP (*Internet Protocol*), algumas operadoras usam a NGN (*Next Generation Network*). Neste mesmo cenário a tecnologia IMS (*IP Multimedia System*), segundo Dalmazo (2015), desenvolvida pelo 3GPP (*Third-generation Partnership Project*), permite a integração entre várias formas de acesso, independentemente da tecnologia empregada.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A proposta apresentada consiste na análise das redes de telefonia com ênfase no uso das redes IMS, que fornecem serviços de voz através da rede de dados, partindo da central de comutação até a residência do cliente, com um menor custo e maior vantagem.

O sistema de telefonia convencional junto com o IMS e NGN é utilizado pelas empresas, estas redes mistas fornecem serviços de voz através da comutação por circuito e também da comutação por pacotes.

1.1.1 Problema

Os sistemas de telefonia convencionais TDM utilizam uma rede física mais complexa, com um custo maior, utilizando grandes centrais de comutação que ocupam muito espaço, armários de rua que usualmente estão localizados em espaços alocados, a seguir são listadas algumas desvantagens do uso da rede legada:

- Dificuldade em desenvolver novos produtos;
- Centrais Telefônicas que utilizam a tecnologia TDM com capacidade de 100.000 portas para assinantes;
- Interconexão ISUP (*ISDN User Part*) entre elementos da mesma rede, necessitando de muitos circuitos;
- Alto custo para manter espaços com os equipamentos antigos.

1.1.2 Justificativa

A cada período surgem novas tecnologia nos meios de telecomunicações, das redes legadas as redes convergentes atuais impulsionando companhias telefônicas à mudar para fornecer serviços diferenciados, aquelas que não acompanham a tecnologia acabam ficando “congeladas”. Conforme ilustra a figura 1, novas tecnologias geram novos serviços, que geram competição no mercado, que composto pelas operadoras fica mais competitivo, fazendo com que estas por sua vez adotem novas estratégias para que possam lucrar e se manter no mercado.

O avanço tecnológico, causando a evolução dos equipamentos de transmissão e comutação permitiu a existência de uma rede mais flexível através da qual é possível entregar soluções diferenciadas com maior custo benefício para o cliente final. Dentre as vantagens de um serviço fornecido pela rede NGN ou IMS estão os baixos custos nas chamadas de todos os tipos: locais, longa distância nacional e longa distância internacional; maior facilidade para integração dos serviços e desenvolvimento de serviços multimídia, dentre outras vantagens sobre o sistema de telefonia convencional.

Uma vez que os sistemas VoIP (*Voice over Internet Protocol*) utilizam o protocolo de comunicação SIP (*Session Initiation Protocol*), baseado em texto e utilizado por muitos equipamentos, assim deixando para trás os circuitos dedicados e interconexão ISUP entre centrais da mesma rede, todas as necessidades

mencionadas podem ser supridas, gerando economia de recursos, especialmente na interconexão de equipamentos e centrais.

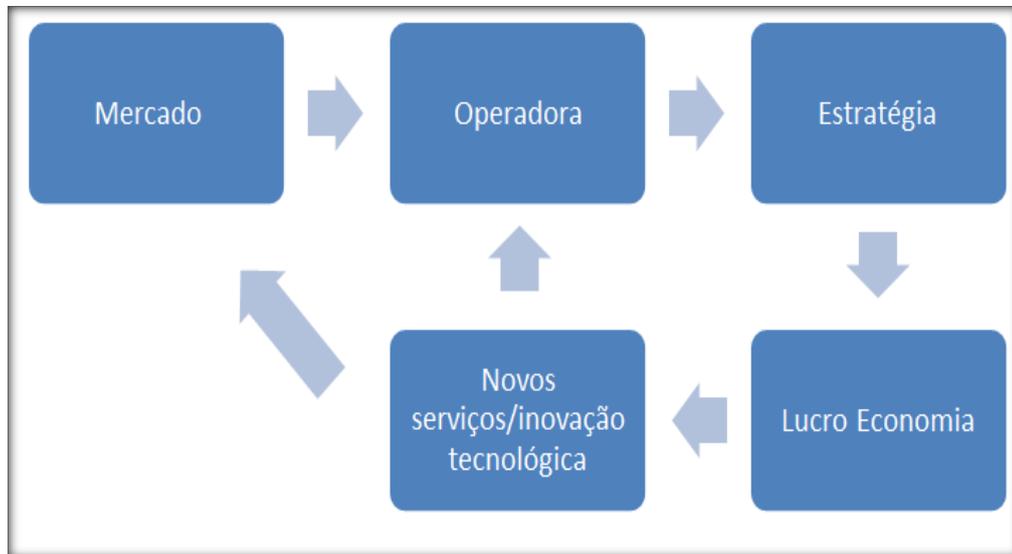


Figura 1: Fluxo mostrando a demanda do Mercado sobre as operadoras.
Fonte: Autoria própria.

Para a empresa implantar esses sistemas em sua rede, deve-se realizar um levantamento de mercado e tecnologias que podem ser implementadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Otimizar a rede de telefonia fixa através da implantação de tecnologia IMS.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar a topologia dos sistemas atuais.
- Definir protocolos de comunicação propostos para trabalhar com a TDM.
- Definir protocolos de comunicação propostos para trabalhar com a NGN.
- Definir os elementos da rede NGN e IMS.
- Apresentar as vantagens da rede IMS comparadas ao modelo atual de telefonia fixa.

1.3 METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa compreende um estudo de caso, que será desenvolvido com base na rede de uma empresa de telecomunicações que fornece serviços de telefonia fixa e banda larga. A abrangência da análise é para a rede toda, visando as facilidades de interconexão e infraestrutura de rede onde uma central de tecnologia IMS pode substituir várias centrais puramente TDM ou mistas.

Será realizado o levantamento do material bibliográfico para estudar todas as tecnologias e protocolos envolvidos nos sistemas de rede mencionados anteriormente.

Após o levantamento bibliográfico, os conhecimentos adquiridos serão implementados em um estudo de caso, no qual será demonstrada a estrutura básica de telefonia, tanto para redes NGN e IMS, bem como dos elementos que as compõem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta proposta de trabalho contempla as atividades técnicas de telefonia. Para melhor compreensão dos conteúdos abordados foi realizada uma consulta preliminar dos seguintes assuntos: Rede TDM, Rede de telefonia convencional PSTN (*Public Switch Telephone Network*), Redes de nova geração NGN, IMS, SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*), Link E1 e protocolos de sinalização ISUP, SIP e H248, os quais são apresentados em detalhes nos tópicos seguintes.

2.1 REDE DE TELEFONIA CONVENCIONAL - PSTN

O atual sistema de telefonia, também chamado de PSTN, foi desenhado para acomodar uma única aplicação: voz não comprimida. Estas redes foram construídas para entregar 99,9994% das chamadas, com baixa latência e *jitter*, um roteamento de chamadas altamente escalável através da infraestrutura SS7 (vide tópico 2.5.2) e serviços de voz de valor agregado como mensagem de voz e identificador de chamadas (FUNICELLI, 2008).

A central de comutação estabelece circuitos temporários entre assinantes permitindo o compartilhamento de meios e promovendo uma otimização dos recursos disponíveis. A central à que estão conectados os assinantes de uma rede telefônica em uma região é chamada de Central Local. Para permitir que assinantes ligados a uma Central Local falem com os assinantes ligados a outra Central Local são estabelecidas conexões entre as duas centrais, conhecidas como circuitos troncos.

No Brasil um circuito tronco utiliza geralmente o padrão ITU-T (*Telecommunication Standardization Sector*) para canalização digital sendo igual a 2 Mbps ou um E1 (TUDE; SOUZA, 2014).

2.1.1 E1

A figura 2 representa o esquema tronco E1 e basicamente ilustra como um assinante A está ligado a um assinante B e de forma abrangente quais são os intermediários entre esses dois assinantes.

O Protocolo E1 é entregue sob um enlace de par trançado, que utiliza 32 canais com velocidades de 64 Kbps, dos quais 30 são canais simultâneos para

transmissão e recepção de chamadas, 1 canal é dedicado ao sincronismo e 1 canal é utilizado para sinalização, totalizando uma transmissão de 2.048 Mbps (JUNIOR, 2015).

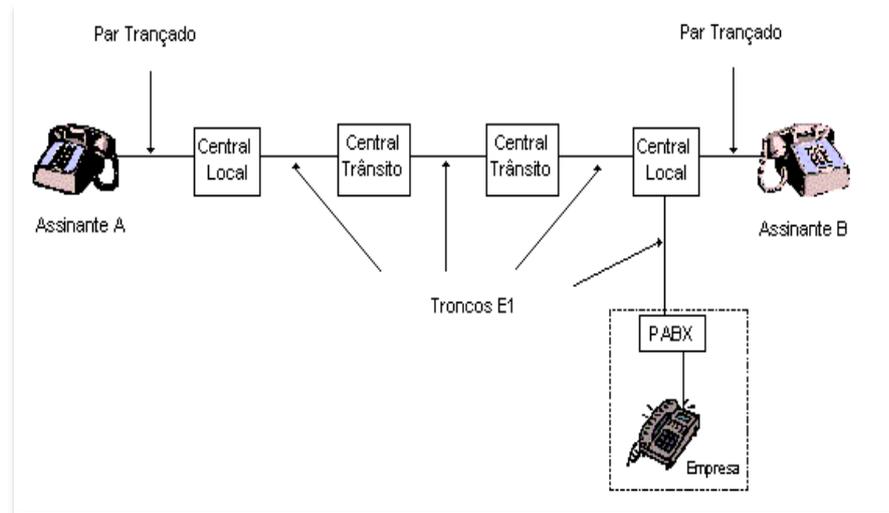


Figura 2: Esquema tronco E1.
Fonte: Junior (2015).

2.1.2 Sinalização entre Registradores

A sinalização entre registradores ocorre na forma analógica, por duplas de tons de áudio, como DTMF (*Dual Tone Multifrequency*) com frequências e durações especiais, obviamente para diferenciação entre elas.

As sinalizações são regulamentadas e respeitam padrões, nos quais se baseiam documentos com normas técnicas, nos quais são listadas as especificações seguidas no Brasil:

- **SDT 210.110.702** - especificação de sinalização entre registradores para a rede nacional de telefonia a terrestre;
- **SDT 210.110.706** - protocolos de sinalização entre registradores para a rede nacional de telefonia.

2.1.3 Sinalização por Canal Associado

A sinalização por canal associado, também CAS (*Channel Associated Signaling*) é a mais utilizada nos sistemas telefônicos convencionais, na qual a conversação é estabelecida sobre os próprios circuitos envolvidos nesses sistemas.

Fazem parte desse modo de sinalização os seguintes protocolos:

- Sinalização de Linha E/M (*Ear/Mouth*), que segue pelo canal 16;
- Sinalização de Registradores MFC (*MultiFrequencial Compelida*) que segue pelos canais de voz respectivos.

2.1.4 Sinalização por Canal Comum

A CCS (*Common Channel Signaling*) conhecida como sinalização por canal comum, propõe a transferência de sinais através de bits, na qual - ao contrário da sinalização por canal associado – a conversação é estabelecida entre os sistemas de processamento dos centros envolvidos na conexão.

Nesta moderna forma de sinalização telefônica usa-se um dado canal de um dado tronco E1, como um canal de dados de 64 Kbps, e por ele trafega-se toda a sinalização telefônica numa forma totalmente digital e estruturada, correspondente a uma grande quantidade [milhares] de canais de voz de vários troncos E1 (ALECRIM,2015).

Conforme Alecrim, 2015, são seguidas as seguintes especificações, no Brasil:

- **SDT 220.250.715** - especificações de Sinalização por canal Comum;
- **SDT 210.110.724** - requisitos mínimos do subsistema de Usuário para Telefonia do Sistema de Sinalização por Canal Comum CPA-T, TUP (ITU-T Versão Nacional) para a rede nacional de telefonia;
- **SDT 220.250.732** - subsistema de Usuário RDSI - ISUP do Sistema de sinalização por Canal Comum nº 7;
- **SDT 220.250.735** - subsistema de – MTP;
- **SDT 220.500.711** - requisitos mínimos do subsistema de Transferência de Mensagens do Sistema de Sinalização por Canal Comum MTP (ITU-T Versão Nacional) para a rede nacional de telecomunicações.

2.1.5 ISDN

Consolidado entre os anos de 1984 e 1986 e utilizado até hoje, o ISDN (*Integrated Services Digital Network*) ou RDSI (*Rede Digital de Serviços Integrados*) é um serviço disponível em centrais telefônicas digitais, o qual permite acesso à Internet e baseia-se na troca digital de dados, na qual são transmitidos pacotes utilizando a multiplexação, a qual permite estabelecer em "par-trançado" várias ligações lógicas em uma ligação física.

Para Alecrim, 2015, através do uso de um equipamento adequado, uma linha telefônica convencional é transformada em dois canais de 64 Kb/s, onde é possível usar voz e dados ao mesmo tempo, sendo que cada um ocupa um canal. Também é possível usar os dois canais para voz ou para dados. Visto de modo grosso, é como se a linha telefônica fosse transformada em duas.

A tecnologia ISDN possui um padrão de transmissão que possibilita aos sinais que trafegam internamente às centrais telefônicas serem gerados e recebidos em formato digital no computador do usuário, sem a necessidade de um modem. No entanto, para que um serviço ISDN seja ativado em uma linha telefônica é necessário a instalação de equipamentos ISDN no local de acesso do usuário e a central telefônica deve estar preparada para prover o serviço de ISDN (ALECRIM, 2015).

Histórico ISDN

Segundo Alecrim (2015). A tecnologia ISDN se mostrou interessante aos propósitos de deixar os equipamentos mais baratos. Usuários que conseguiam velocidade satisfatória durante as conexões aos BBS (*Bulletin Board System Service*) - conhecido como *pré-Internet* - perceberam a mesma eficiência não existia, mesmo com modems de 28.8 Kb/s, os mais velozes para Internet na época.

Para o autor, era nítido o despreparo das companhias telefônicas em fornecer acesso ao fenômeno "Internet", além da precária condição infra estrutural dos provedores da época. Então como a Internet era algo fascinante, muitos começaram a se perguntar como obter velocidades maiores e mais estáveis nas conexões à internet diante disso, e então o ISDN passou então a ser usada para tal finalidade, substituindo seu objetivo de desenvolvimento inicial.

Funcionamento ISDN

Duas formas de comunicação são possíveis no acesso ISDN, o acesso básico BRI (*Basic Rate Interface*) e o PRI (*Primary Multiplex*), detalhados a seguir:

Acesso Básico BRI - destinado ao usuário doméstico ou pequenas empresas, o ISDN-BRI é a forma de acesso básico no ISDN. Esse tipo de conexão põe sempre à disposição dois canais, possibilitando assim o uso máximo de dois equipamentos ou ligações simultaneamente mesmo sendo possível conectar até 8 equipamentos ao ISDN. Pode inclusive servir como substituto para acessos telefônicos tradicionais. O reconhecimento do serviço é feito pelo MSN (*Multiple Subscriber Number*) que determina a qual dos equipamentos se destina a ligação.

Acesso Primário PRI - o ISDN PRI permite que no máximo 30 canais, com taxa de transmissão de 2048 kbits, dos 32 disponíveis no ISDN, sejam utilizados. Este tipo de acesso liga diretamente a central telefônica ao cliente, link no qual é possível a comunicação simultânea em 30 equipamentos, algo útil a empresas de porte médio e grande e a provedores de acesso à internet. Este tipo de ISDN também possui um canal D, que opera a 64 Kb/s, que será detalhado na sequência, conforme (ALECRIM 2015).

Tanto para o tipo os ISDN BRI ou PRI, há um canal denominado D (*D channel*), também conhecido como "canal de dados", que é responsável por manter uma "reserva" de 8.000 bits e também informações necessárias aos dois canais B, como protocolo de transmissão de dados, tipo de equipamento, além de informações de interesse da companhia telefônica, como taxas, data e horas de conexão, enfim". (ALECRIM, 2015).

Para Alecrim, 2015, o ISDN trabalha basicamente com 4 protocolos, todos eles operam no canal útil e não no canal de dados, sendo eles:

- **V.110** - o protocolo de velocidade V.110 é um processo de transmissão que existe desde os princípios da tecnologia ISDN. Os dados são transmitidos em até 38.400 bit/s. O restante da capacidade (até 64 kbits) fica ocupado com pacotes de dados redundantes;

- **V.120** - é o sucessor do V.110 e possui poucas diferenças em relação ao primeiro. A principal é que nele os dados são transmitidos em até 54.000 bit/s;
- **X.75 e T70NL** - ambos são mais recentes e conseguem aproveitar integralmente a capacidade de transmissão do Canal B. Foram estes protocolos que permitiram à tecnologia ISDN ser uma solução viável para acesso à Internet.

2.2 TELEFONIA PRÉ-NGN

2.2.1 Estrutura Básica das Centrais

O imperador do Brasil Dom Pedro II, um ano após ouvir a voz do inventor Alexander Graham Bell pelo seu telefone durante uma feira em 1876 nos Estados Unidos, ordenou a instalação de conexões no Rio de Janeiro para falar com os ministros sem sair do palácio, colocando o Brasil à frente da Europa no uso da tecnologia. Em seis anos, a então capital do país contaria com 5 centrais telefônicas. Na virada para o século 20 já eram 1.500 linhas. São Paulo demorou a acompanhar o ritmo dos cariocas e, só em 1901, passou as 1.000 linhas, já que a instalação dos postes e passagens para os cabos era algo caro e demorado (TAVARES, 2015).

A figura 3 mostra as telefonistas em operação.



Figura 3: Telefonista.
Fonte: Tavares (2015).

Alguns nomes foram muito importantes para a evolução das telecomunicações, em ordem cronológica alguns dos eventos que pontuaram de forma singular a história neste cenário.

1879 - os irmãos Thomas e Daniel Connelly e Thomas J. McTighe, patentearam o primeiro sistema em que um usuário podia controlar um mecanismo de comutação à distância (FUNDAÇÃO TELEFÔNICA, 2015).

1982 - Almond Brown Strowger inaugura a 3 de novembro, em La Porte (*Indiana*), a primeira central telefônica automática do mundo, com 56 telefones, aplicando sua invenção, cujos primeiros resultados bem-sucedidos são de 1889 (FUNDAÇÃO TELEFÔNICA, 2015).

1893 - Valdemar Poulsen (dinamarquês) inventa o primeiro gravador sonoro magnético usando fio de aço como meio de gravação (CAMPOS, 2015).

1896 - inaugurada a Companhia Rede Telefônica Bragantina, que, à época (1896 a 1916), talvez tenha sido a maior companhia a operar em território brasileiro (1.641 km de linhas telefônicas) (FUNDAÇÃO TELEFÔNICA, 2015).

1901 - Guglielmo Marconi demonstra o radiotelegrafo fazendo uma transmissão que cruza o Oceano Atlântico. Recebeu o prêmio Nobel de Física de 1909 juntamente com Karl Braun (CAMPOS, 2015).

1933 - Edwin Armstrong (americano) inventa a modulação em frequência (FM) para a transmissão de rádio (CAMPOS, 2015).

1938 - H. A. Reeves (americano) inventa a modulação por codificação de pulso (PCM) (CAMPOS, 2015).

1947 - William Schockley, Walter Brattain e John Bardeen (americanos) inventam o transistor de junção nos laboratórios Bell (CAMPOS, 2015).

1955 - introdução do Pager como um produto de comunicação via rádio usado em hospitais e fábricas (CAMPOS, 2015).

1955 - Navender Kapany (indiano naturalizado americano) demonstra o uso da fibra óptica como um meio de transmissão de baixa perda usando sinais luminosos (CAMPOS, 2015).

1958 - Jack Kilby (americano) constrói o primeiro circuito integrado usando o semicondutor germânio e, independentemente, Robert Noyce (americano) constrói o primeiro CI usando o semicondutor silício (CAMPOS, 2015).

1960 - o primeiro satélite passivo de comunicação é lançado, obtendo-se com êxito a reflexão de sinais de rádio de volta para a Terra (CAMPOS, 2015).

1963 - o primeiro satélite de comunicação é colocado em órbita geoestacionária (CAMPOS, 2015).

1969 - a ARPANET é instalada nos Estados Unidos pelo Departamento de Defesa, evoluindo mais tarde e se transformando na Internet (CAMPOS, 2015).

1984 - a Internet se torna mundial (CAMPOS, 2015).

1988 - primeiro cabo de fibra óptica transatlântico entre os Estados Unidos e Europa (CAMPOS, 2015).

2004 - a comunicação wireless é empregada em aeroportos, universidades e outras instalações para acesso à Internet (CAMPOS, 2015).

2.2.2 Funções das Centrais telefônicas

Conforme Pinheiro (2015), ao longo dos anos as centrais telefônicas sofreram mudanças, passando de sistemas eletromecânicos para sistemas semi-eletrônicos tornando-se totalmente eletrônicos e possíveis de serem programados.

Tal avanço expandiu a capacidade de oferecer serviços agregados ao cliente de telefonia, tais como:

Flexibilidade - o programa permite alterações e reconfigurações na central sem que ela tenha que ser desligada. Essa operação pode ser realizada localmente ou remotamente;

Facilidades para os assinantes – a CPA (*Controle por Programa Armazenado*) permite um grande número de facilidades para os assinantes como discagem abreviada, identificação de chamadas, restrição de chamadas, siga-me, etc.;

Facilidades administrativas - facilidades operacionais como mudanças de roteamento, produção de relatórios e estatísticas detalhadas, controle mais eficiente das facilidades de assinantes;

Velocidade de estabelecimento de ligação - por utilizarem dispositivos eletrônicos, a velocidade de conexão na ordem de 250b/s;

Economia de espaço - as CPA's têm dimensões reduzidas em comparação com as antigas centrais eletromecânicas;

Facilidades de manutenção - menor índice de falhas uma vez que não possuem peças móveis;

Qualidade de conexão - todo o processo de comutação é digital, não sendo produzidos ruídos de comutação mecânica que afetam a qualidade da conexão;

Custo - com um índice de manutenção mais baixo, uma maior eficiência em termos de serviços, as centrais de programa armazenado oferecem uma ótima relação custo/benefício;

Tempo de instalação - tempo menor de instalação ou ampliação em relação às centrais eletromecânicas.

A central telefônica, segundo Pinheiro (2015), pode ser classificada em pública ou privada.

As centrais privadas são utilizadas em empresas e outros setores nos quais existe uma demanda de alto tráfego de voz. Os aparelhos telefônicos ligados a uma central privada são chamados de ramais, enquanto os enlaces com a central pública local são chamados troncos.

São classificadas as centrais telefônicas como:

- **Central Local** – Ponto de chegada das linhas de assinantes e onde se faz a comutação local;
- **Central Tandem** – Interliga centrais locais ou interurbanas;
- **Central Trânsito** – Interliga dois ou mais sistemas locais, interurbanos ou mesmo internacionalmente.

No que diz respeito a classes, a rede pública se divide em:

- **Central Trânsito classe I** – Representa o nível mais elevado da rede interurbana. Essa central tem pelo menos acesso a uma central internacional;
- **Central Trânsito classe II** – Central trânsito interurbana, subordinada a uma central classe I;
- **Central Trânsito classe III** – Central trânsito interurbana, subordinada a uma central classe II;
- **Central Trânsito classe IV** – Central trânsito interurbana, subordinada a uma central classe III e interligada a centrais locais.

As funções principais das centrais telefônicas continuam basicamente as mesmas desde sua invenção no século XIX:

Atendimento - o sistema executa a monitoração de todas as linhas para identificar pedidos de chamada. O atendimento implica na disponibilização de recursos para o estabelecimento da chamada;

Recepção da informação - além dos sinais de solicitação e término da chamada, a central recebe informações como endereço da linha chamada e serviços de valor adicionado;

Processamento da informação - o sistema processa as informações recebidas para definir as ações a serem tomadas;

Teste de ocupado -o sistema faz teste para verificar a disponibilidade do circuito de saída requerido;

Interconexão - para uma chamada entre dois usuários, três conexões são realizadas na seguinte sequência:

- Ligação para o terminal que originou a chamada;
- Ligação com o terminal chamado;
- Conexão entre os dois terminais;

Alerta - depois de realizada a conexão, o sistema alerta o assinante chamado, enviando um tom característico para o assinante que chama;

Supervisão de chamada – Ocorre durante todo o tempo para tarifação e determinação do instante em que o circuito deve ser desconectado;

Envio de informação - ocorre sempre que o assinante está conectado em outra central. A central de origem deve enviar informações para serem processadas pela central de destino.

2.2.3 SDH

Composto por equipamentos físicos e meios de transmissão (fibra óptica, preferencialmente) o SDH é um sistema digital síncrono, que objetiva dispor uma infraestrutura básica de redes de dados e voz. Se utiliza de multiplexação com altas taxas de bits, atuando em diversos segmentos do mercado através de empresas que prestam serviços de Telecomunicações. Compatível com padrão Europeu PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) cujas taxas variam de 2 a 140Mbits, assim como no padrão Americano, cujas taxas vão de 1,5 a 45 Mbits. Esta tecnologia permite mecanismos variados de proteção dos seus equipamentos de rede, oferecendo uma maior segurança e alta disponibilizada do sistema de transmissão de dados (FILHO, 2015).

Conforme cita Filho, 2015, a rede SDH desdobra-se em Rede Física, Equipamentos, Sistema de Gerência e Sistema de Sincronismo, os quais se detalham abaixo.

- **Rede Física** - a rede física é constituída pelo meio de propagação do sinal que interliga os equipamentos SDH, podendo variar entre fibra óptica, enlaces de rádio e sistemas ópticos de visada direta, baseados em feixes de luz infravermelha;
- **Equipamentos** - os equipamentos da rede SDH são os multiplexadores, de diversas capacidades que executam o transporte de informações;
- **Sistema de Gerência** - a rede SDH é supervisionada e controlada, e para tal exige que equipamentos sejam configurados para prover estas facilidades, os quais formam este sistema de gerência;
- **Sistema de Sincronismo** - garante a propagação do sinal pela rede e sua função é fornecer referências de relógio para os equipamentos da rede SDH.

2.3.4 Padrão em Camadas

Desenvolvido usando a abordagem cliente/servidor e uma arquitetura de administração e supervisão baseada no modelo de camadas OSI (*Open Systems Interconnect*)), o padrão SDH permite que a supervisão do transporte de informações seja feita através de camadas hierarquizadas (FILHO, 2015).

As figuras 4 e 5 representam a Rede SDH e suas hierarquias, respectivamente.

2.3.5 Conceitos de Multiplexação

Multiplexação consiste em, por um mesmo enlace de comunicação, transmitir 1 ou mais sinais independentes. A multiplexação além de tornar possível a transmissão simultânea de mais de um sinal, otimiza e favorece recursos com estrutura mais limitada.

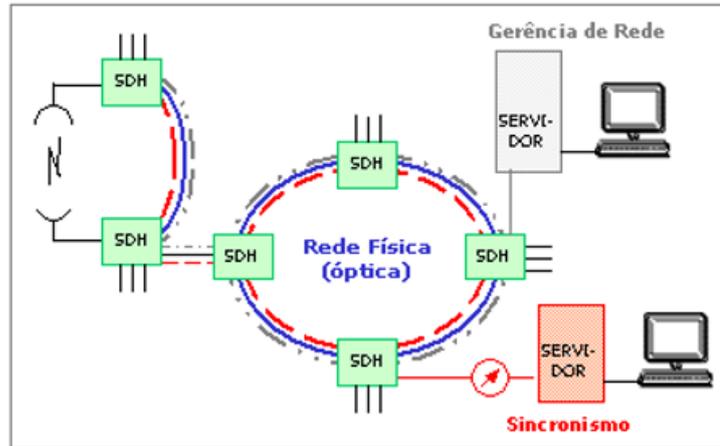


Figura 4: rede SDH.
Fonte: Filho (2015).

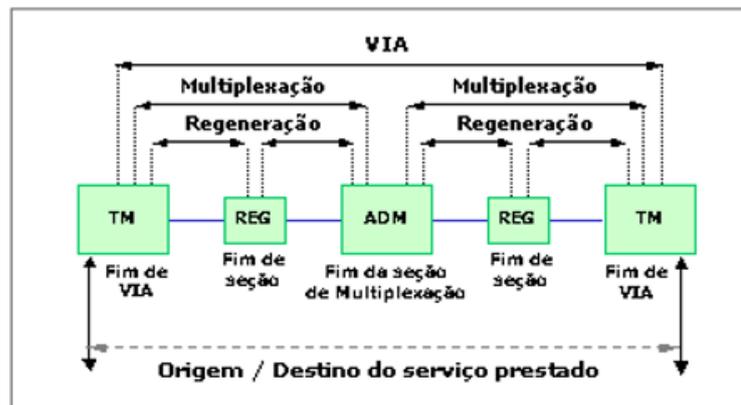


Figura 5: Camadas de serviço SDH.
Fonte: Filho (2015).

2.3.6 TDM

A TDM foi desenvolvida pela *Bell Laboratories*, com o intuito de maximizar a quantidade de tráfego de voz transportado por um meio. Utiliza a estrutura SDH, conforme ilustra o a figura 6.

2.3.7 Comutação por circuitos

Segundo Ribeiro, 2015, demandando uma conexão dedicada para a transferência de sinais, continuamente, a comunicação via circuitos é uma técnica apropriada para sistemas de telecomunicações, principalmente para transmissão de

voz, portanto durante toda a transmissão ocorre o uso permanente do recurso. A figura 7 mostra como funciona esse princípio.

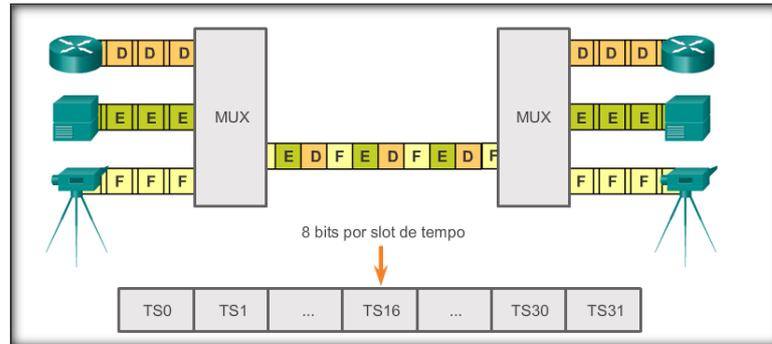


Figura 6: Quadro SDH.
Fonte: Filho (2015).

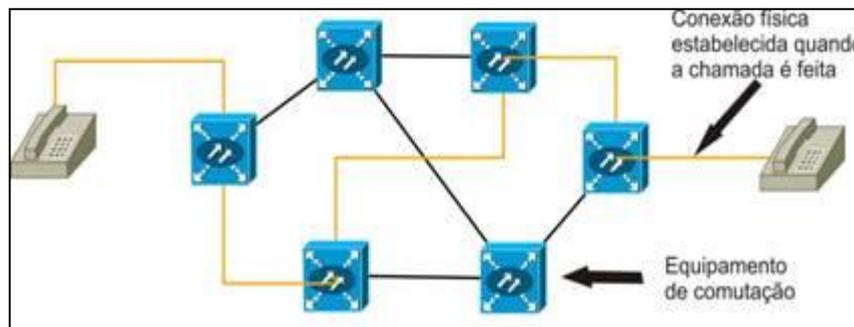


Figura 7: Comutação por circuitos.
Fonte: Ribeiro (2015).

A figura 8 ilustra um circuito de transmissão e recepção de sinal.

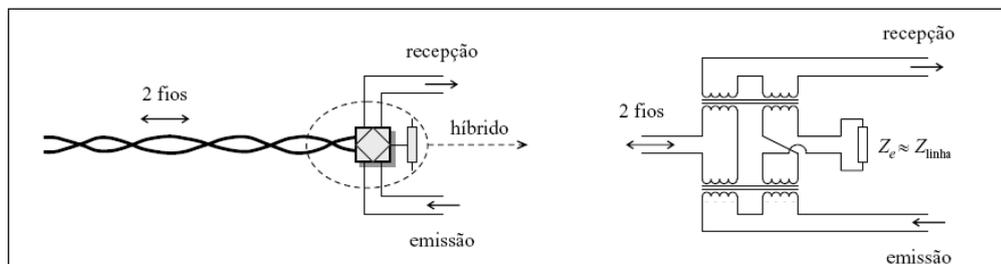


Figura 8: Circuito de transmissão e recepção.
Fonte: Adaptado de Ribeiro (2015).

Uma rota fixa é estabelecida entre duas estações envolvidas na comunicação, através de uma conexão bidirecional, na qual cada transceptora possui um canal dedicado para si, para que então as estações possam trocar informações. A figura 9 demonstra a interconexão entre dois sistemas.

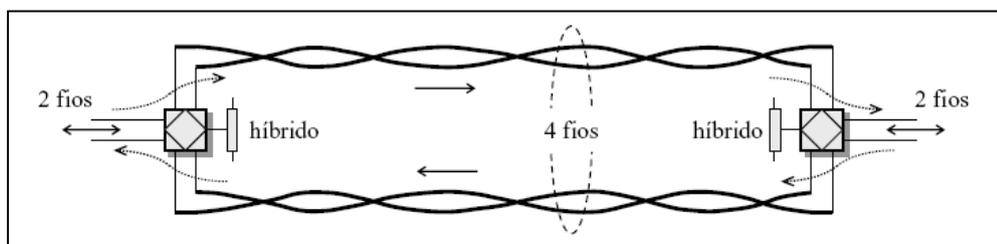


Figura 9: Interconexão entre sistemas.
Fonte: Adaptado de Ribeiro (2015).

2.3.8 Sinalização

Segundo Pinheiro (2015), a sinalização é responsável pela transferência de informação de controle entre a rede de comutação (centrais telefônicas) e os assinantes, sendo responsável pelo estabelecimento, manutenção e desconexão das ligações. A sinalização entre a central telefônica e o assinante indica se o assinante pode enviar o número para quem quer ligar (sinal de linha). Se o número para o qual se quer ligar está ocupado (sinal de ocupado), se o número para o qual se quer ligar está disponível e está à espera de ser atendido (sinal de chamada) entre outros. Os tipos de sinalização NGN são descritos como:

- **Alerta** – o toque de chamada no telefone do assinante, ou o levantar do telefone do gancho por parte de um assinante, geram sinais de alerta;
- **Endereçamento** – o número de telefone do destinatário deve ser transmitido pelo assinante de origem. O número telefônico do destinatário pode ser transmitido através de impulsos de corrente (Decádico) ou por combinação de duas frequências, DTMF;
- **Supervisão** – As centrais de comutação necessitam saber quais as linhas inativas ou em utilização;

- **Informação** – O sinal de linha, o sinal de ocupado, o sinal de chamada e gravações enviadas para o assinante são sinais de informação.

2.4 REDES NGN

O conceito de NGN está sendo introduzido devido ao novo cenário das telecomunicações no mundo, caracterizado por muitos fatores, como: abertura da competição entre as operadoras, (causando disputas por um maior mercado entre si), explosão do tráfego digital, aumento no uso de Internet por usuários, aumento na demanda por novos serviços de mídia e aumento na demanda de solicitação de serviços móveis. O melhor foco que o NGN demonstra é a facilidade de convergência entre as redes e os serviços (CORREIA, 2015).

O NGN (Next Generation Network – Geração de Novas Redes) é um pacote básico de redes que incluem serviços de telecomunicações e facilidade no uso múltiplo de banda-larga, transporte de informação ao longo da rede com QoS, sendo as funções de gerência que tramitam junto com a rede, independentes do tráfego de dados e o usuário não sofre nenhuma restrição para os diversos acessos oferecidos na rede, onde todos os serviços oferecidos podem ser providos aos usuários com total mobilidade e garantia de ubiquidade (PINHEIRO 2015).

São as características Básicas do NGN:

- Transferência básica de pacotes;
- Separação dos controles de funções de capacidade, sessão de chamadas e serviços/aplicativos;
- Provisionamento de interfaces abertas;
- Suporte a aplicativos e mecanismos baseados na construção de blocos (incluindo real time, streaming, non-real time e multimídia);
- Capacidades de banda-larga;
- QoS e transparência ponto-a-ponto na rede;
- Mobilidade total;
- Ilimitados serviços a serem oferecidos aos usuários;
- Esquemas de identificação de conflitos de endereçamento IP;
- Convergência dos serviços oferecidos nas redes fixa e móvel;
- Abrangência de requisitos regulatórios como: emergência, segurança, privacidade.

O NGN pode prover a criação de infra-estrutura, protocolos, além da gerência de vários tipos de serviços que são ou não possíveis de existir. Os serviços poderão utilizar todo o tipo de mídia (áudio, vídeo, áudio-vídeo), com todos os tipos de esquemas e serviços de dados, voz, *unicast*, *multicast* e *broadcast*, mensagens de texto, transferência de dados, real-time e non-real time, sensibilidade a atrasos de pacotes e tolerância de erros (PINHEIRO, 2015). A figura 9 mostra como é dividida a arquitetura da rede NGN.



Figura 10: Arquitetura Rede NGN.
Fonte: Adaptado de Pinheiro (2015).

2.4.1 Comutação por pacotes

Segundo Ribeiro (2015), neste tipo de comutação, pacotes contendo dados são enviados individualmente através das ligações de dados partilhada entre os usuários da rede, diferente da comutação por circuitos, que estabelece uma ligação virtual entre ambos os nós para uso dedicado durante a transmissão, mesmo quando não há transmissão, segundo o qual a comutação de pacotes é utilizada para otimizar o uso da largura de banda da rede, minimizar a latência e aumentar a robustez da comunicação. Possui uma maior complexidade no entanto apresenta maior variação na qualidade de serviço, utilizando melhor os recursos da rede, uma

vez que são utilizadas técnicas de multiplexagem temporal estatística. A figura 11 mostra a viagem de um pacote na rede.

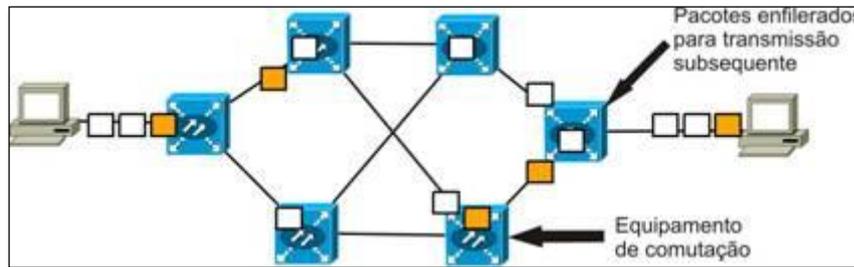


Figura 11: Comutação por Pacotes.
Fonte: Adaptado de Ribeiro (2015).

A comutação via pacotes utiliza circuito virtual, onde os pacotes trafegam por um único caminho. Nesta modalidade existe a garantia de entrega dos pacotes, de forma ordenada. Exemplos disso são os protocolos Frame Relay X.25. A comutação por pacotes no método datagrama, no qual os pacotes são encaminhados independentemente, oferecendo flexibilidade e robustez superiores, já que a rede pode reajustar-se mediante a quebra de um link de transmissão de dados. É necessário enviar-se sempre o endereço de origem, por exemplo o IP (RIBEIRO, 2015).

2.4.2 Protocolo H.248

O protocolo MeGaCo/H.248 foi desenvolvido para ser utilizado em um cenário NGN.

Buscando criar um padrão para o controle dos Mídia Gateways, foi criado pelo Grupo de Trabalho MEGACO do IETF (*Internet Engineering Task Force*) e pelo Grupo de Estudo de 16 do ITU-T o protocolo MeGaCo, conhecido também como H.248.

O Mídia Gateway é um elemento da rede NGN, Next Generation Network, que funciona como ponto de junção entre diferentes redes de transporte, e possui um conjunto de funcionalidades que começa com a simples adaptação do transporte, a operacionalidade entre o tradicional e o novo protocolo de sinalização da chamada e envolve a compressão e descompressão da mídia, caso seja necessário (OLIVEIRA, 2015).

A figura 12 mostra como o protocolo MeGaCo está interligado a outros elementos e aonde é utilizado o protocolo H.248.

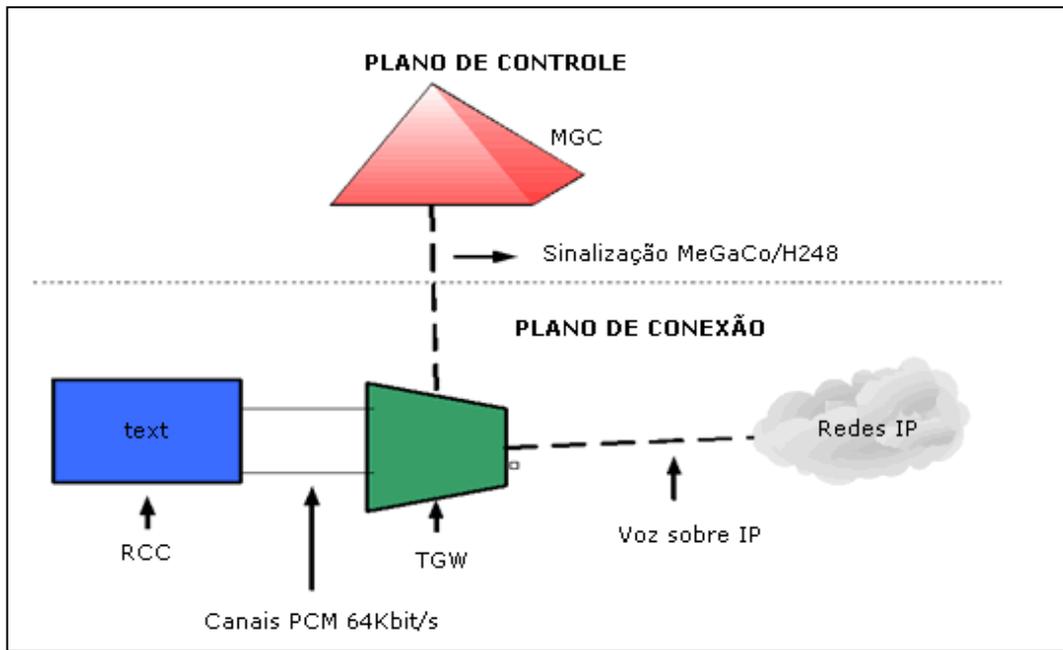


Figura 12: Plano de Controle – Sinalizações.
Adaptado de: Oliveira (2015).

Conforme Oliveira (2015), o protocolo MeGaCo (*Media Gateway Control*) permite o envio de estatísticas, tais como número de pacotes, octetos enviados, recebidos assim como perdidos. Permite visões como atraso de pacotes enfileirados nos roteadores da rede.

2.4.3 Protocolo SIP

O SIP é um protocolo de controle para criação, modificação e finalização de sessões multimídia e chamadas telefônicas com um ou mais participantes. Os participantes podem ser convidados para sessões do tipo unicast e multicast. O SIP pode convidar usuários para participar de uma nova sessão ou para uma sessão multimídia já existente (JÚNIOR, 2015).

Desenvolvido na Universidade de Columbia e posteriormente submetido à aprovação do IETF, o SIP - alternativo ao H.323 - foi aprovado e emitido como RFC 2543 em março de 1999. Baseado em texto, usando regras de codificação e cabeçalhos o SIP é um protocolo do tipo cliente-servidor, com sintaxe e semântica similar ao HTTP. As requisições geradas por uma entidade cliente são enviadas para uma entidade do tipo servidor. O servidor processa a mensagem e devolve ao cliente uma resposta (GOMES, 2015).

2.5 INTERCONEXÃO

Para o usuário de uma rede, por exemplo, a rede da operadora A, poder falar com o usuário de outra rede, por exemplo, a rede da operadora B, é necessário que estas duas redes estejam interconectadas. Sem a interconexão entre as redes, os usuários de uma rede ficam limitados a se comunicar com os outros usuários da sua própria rede. A rede do serviço de telefonia fixa local da operadora A é uma rede distinta da rede do serviço de telefonia fixa de longa distância da mesma operadora A e também distinta de rede do serviço telefonia fixa local da operadora B (BORGES, 2003).

A figura 13 mostra a interconexão entre redes distintas.

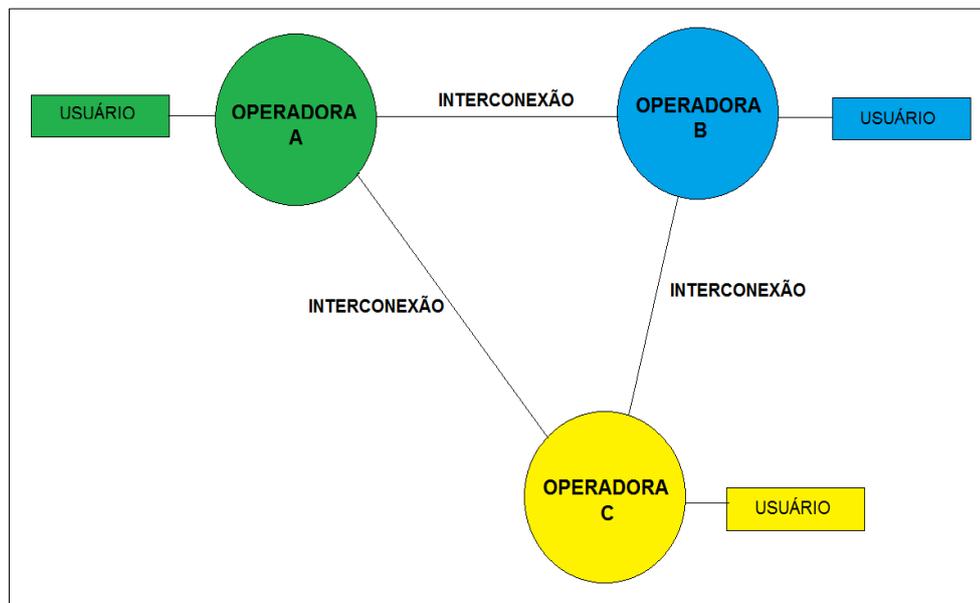


Figura 13: Exemplo de Redes distintas interconectadas.
Fonte: Adaptado de Teleco (2003).

Conforme Borges, 2003, para que os usuários de todas as redes possam falar entre si é preciso que tenha sido implementada a interconexão entre todas as redes. A figura 14 mostra a estrutura da rede de uma operadora com a PSTN (*Public Switch Telephone Network*).

O atual sistema de telefonia, também chamado de PSTN foi desenhado para acomodar uma única aplicação: voz não comprimida. Estas redes foram construídas para entregar 99,9994% das chamadas, com baixa latência e *jitter*, um roteamento de chamadas altamente escalável através da infra-estrutura SS7 e serviços de voz de

valor agregado como mensagem de voz e identificador de chamadas (FUNICELLI, 2008).

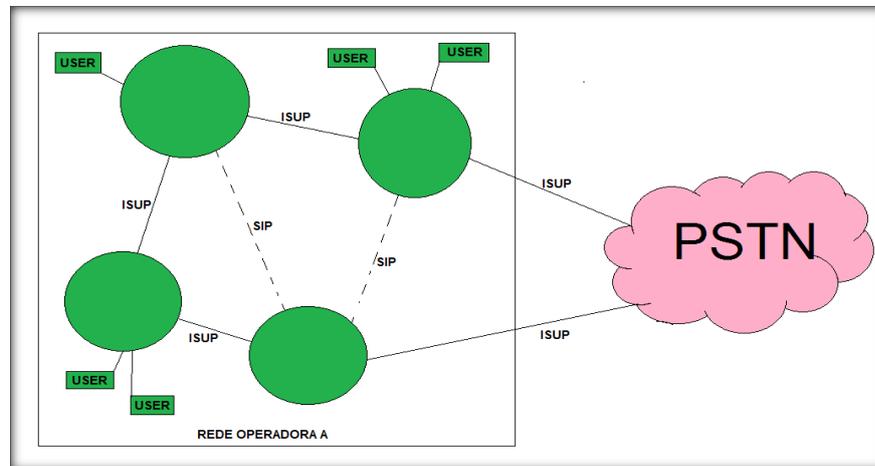


Figura 14: Interconexão entre centrais da mesma operadora com a PSTN.
Fonte: Adaptado de Teleco (2003).

2.5.1 SS7

O sistema SSCC7 (*Sistema de Sinalização por Canal Comum nº 7*), em inglês (*Signaling System #7*), consiste em fazer com que as informações de sinalização e controle não transitem no próprio canal de voz da conexão correspondente e sim através de uma rede de dados independente de alto desempenho. Separando-se em uma rede própria os circuitos de sinalização, os canais de voz podem permanecer livres enquanto não se iniciar uma efetiva chamada ao usuário distante, aumentando a disponibilidade de canais de voz sem a instalação de circuitos de voz adicionais (D'ÁVILA; SILVA; FERNANDES; JÚNIOR, 1996).

A figura 15 mostra o esquema de sinalização SS7 com seus elementos.

2.5.2 Elementos que compõe a SS7

Segundo Junqueira (1997), a rede Sistema de Sinalização 7 SS7 é uma rede digital dedicada usada para inicialização e controle de chamadas. Cada ponto de sinalização na rede SS7 é unicamente identificado por código numérico de ponto. Códigos de ponto são carregados em mensagens de sinalização trocados entre pontos de sinalização para identificar a fonte e o destino de cada mensagem. O ponto

de sinalização utiliza uma tabela de roteamento para selecionar o caminho apropriado para cada mensagem.

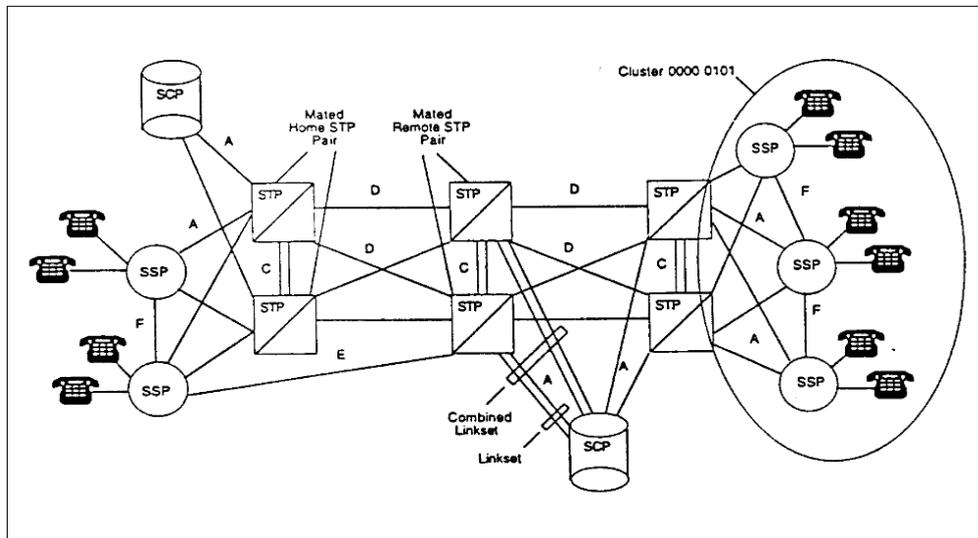


Figura 15: Sistema de sinalização SS7.
Fonte: Souza (2015).

Existem três tipos de pontos de sinalização nas redes SS7 que foram mostrados na figura 15:

- Pontos de serviço de comutação (SSPs);
- Pontos de transferência de sinal (STPs);
- Pontos de controle de serviço - (SCPs).

Os SSPs são comutadores telefônicos (comutadores locais) com capacidades funcionais de sinalização. No 7 e enlaces de sinalização. Eles originam, terminam ou comutam chamadas. Os STPs são comutadores de pacote da rede SS7, que recebem e encaminham as mensagens de sinalização aos seus destinos apropriados, atuando como bancos de dados para fornecer informações necessárias para o processamento de uma chamada (MOTOYAMA, 2015).

2.5.2.1 Mensagens ISUP

Segundo Souza (2015), as mensagens ISUP (*ISDN User Part*) são divididas nas seguintes partes, como ilustram as figuras 16 e o quadro 1.

- Parte de parâmetros mandatórios fixos;
- Parte de parâmetros mandatórios variáveis;

- Parte de parâmetros opcionais.

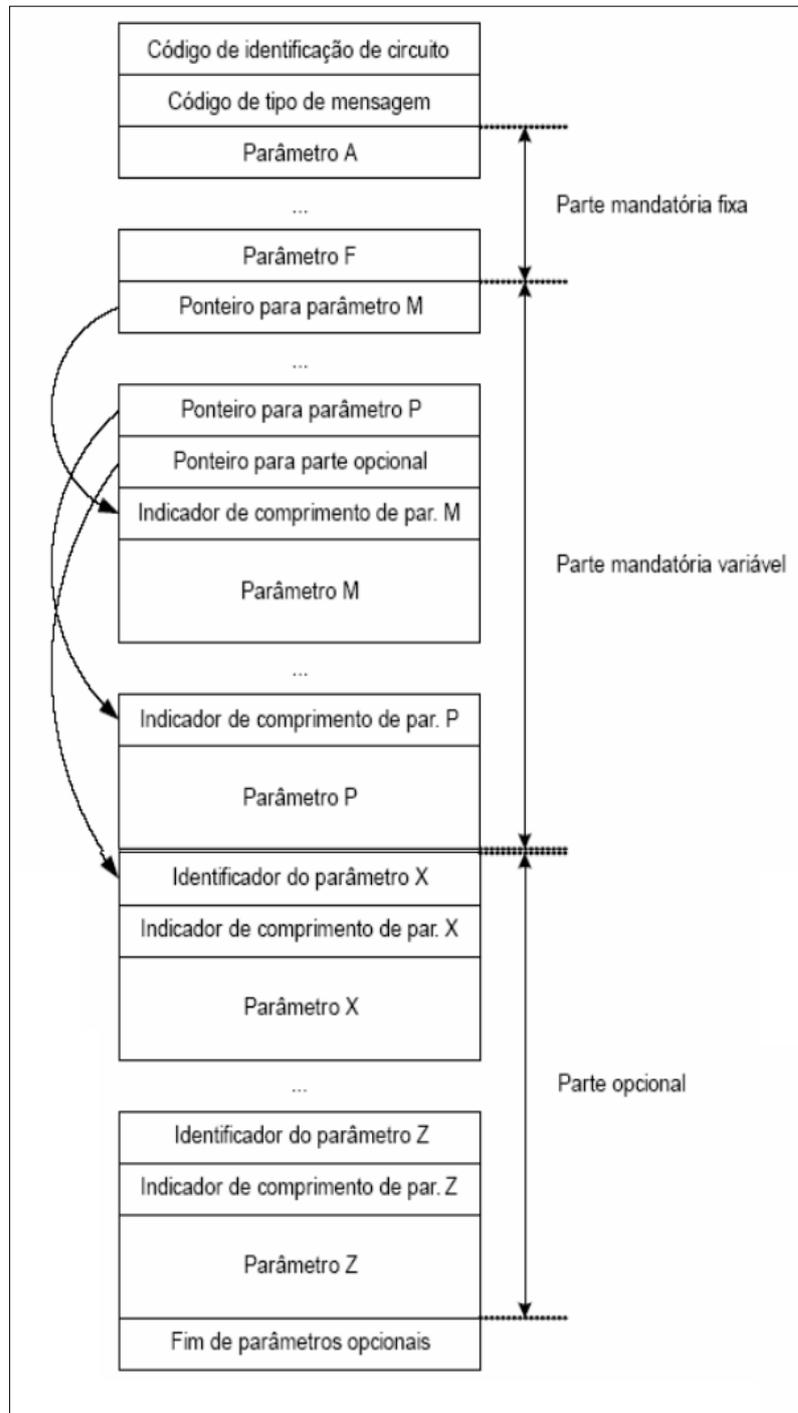


Figura 16: Composição das mensagens ISUP.
Fonte: Souza (2015).

MENSAGENS ISUP	
• ACM - Address Complete Message	• CVT - Circuit Validation Test
• ANM - Answer	• EXM - Exit
• BLA - Blocking Acknowledgment	• FAC - Facility
• BLO - Blocking	• FOT - Forward Transfer
• CCR - Continuity Check Request	• GRA - Group Reset Acknowledgement
• CFN - Confusion	• GRS - Group Reset
• CGB - Circuit Group Blocking	• IAM - Initial Address Message
• CGBA - Circuit Group Blocking Acknowledgment	• INF - Information
• CGU - Circuit Group Unblocking	• INR - Information Request
• CGUA - Circuit Group Unblocking Acknowledgment	• LPA - Loop-Back Acknowledgment
• COT - Continuity	• REL - Release
• CPG - Call Progress	• RES - Resume
• CQM - Circuit Query	• RLC - Release Complete
• CQR - Circuit Query Response	• RSC - Reset Circuit
• CRA - Circuit Reservation Acknowledge	• SUS - Suspend
• CRM - Circuit Reservation	• UBA - Unblocking Acknowledgment
• CVR - Circuit Validation Response	• UBL - Unblocking
	• UCIC - Unequipped Circuit Identification Code

Quadro 1- Mensagens ISUP que podem ser enviadas durante uma chamada.
Fonte: Adaptado de Souza (2015).

Dentre as mensagens do ISUP, pode ser ressaltada a mensagem REL (*Release*) que pode assumir diversos valores por se tratar do motivo de desconexão da chamada. Por Exemplo:

- Desconexão por número inexistente : 0 0 0 0 0 0 1 *Unallocated Number*
- Desconexão normal da chamada: 0 0 1 0 0 0 0 *Normal Call Clearing*
- Desconexão por destino ocupado: 0 0 1 0 0 0 1 *User Busy*

Segundo Lee Dryburgh e Jeff Hewett (2004), o SS7 tem as seguintes funcionalidades:

- Configurar e derrubar conexões comutadas por circuito, tais como chamadas telefônicas feitas sobre ambos celular e de linha fixa;
- Recursos de rede avançados, como os oferecidos por serviços complementares (chamando o nome / número de apresentação, retorno automático de chamada, e assim por diante);
- Gestão da mobilidade em redes celulares, que permite aos assinantes mover geograficamente, permanecendo conectado à rede, mesmo durante uma chamada ativa está em vigor. Esta é a função central de uma rede celular;

- Serviço de Mensagens Curtas (SMS), onde SS7 é utilizada não só para a sinalização, mas também para o transporte de conteúdo de texto alfanumérico;
- Suporte para serviços de rede inteligente IN (*Intelligent Network*), tais como (800) chamada toll-free;
- Suporte para ISDN;
- Portabilidade local do número (LNP) para permitir aos assinantes a mudar o seu serviço, prestador de serviço, e localização sem a necessidade de mudar seu número de telefone.

2.5.3 SIP

O protocolo SIP foi projetado para funcionar sobre a camada de aplicação (OSI), sua principal função é realizar chamadas através de redes IP, multimídia. Esse protocolo é um padrão do IETF e sua última versão, a SIPv2 foi publicada em 2002 sob a RFC (*Request For Comments*) 3261.

O SIP é um protocolo de sinalização fim-a-fim baseado em texto, o qual sinaliza o início, a modificação e o encerramento das sessões. As sessões se baseiam no modelo cliente-servidor e independem do tipo de dado trafegado dentro do canal estabelecido. Os protocolos de sinalização para VoIP (*Voice Over IP*) ou em português, (*Voz sobre IP*), como o SIP, devem contemplar a codificação de voz, a configuração das chamadas, o transporte de dados, o modo de autenticação, os requisitos e as tecnologias de segurança, as primitivas de comunicação, o formato do cabeçalho e do endereçamento e a sintaxe das mensagens (SILVEIRA; PISA. 2008).

2.5.3.1 Funções básicas

Segundo Júnior (2015), o SIP é um protocolo de controle para criação, modificação e finalização de sessões multimídia e chamadas telefônicas com um ou mais participantes. Os participantes podem ser convidados para sessões do tipo *unicast* e *multicast*. O SIP pode convidar usuários para participar de uma nova sessão ou para uma sessão multimídia já existente. Os serviços do SIP para o estabelecimento e encerramento de sessões incluem:

- **Localização de Usuário** - como um usuário pode se movimentar por toda a rede, ele precisa ser localizado antes de efetivamente iniciar uma comunicação. Este procedimento determina a localização do usuário e a viabilidade dele ser usado para a comunicação;
- **Capacidades do Usuário** - este procedimento é utilizado para determinar as capacidades de mídia dos usuários envolvidos na comunicação e para determinar os parâmetros de mídia que devem ser usados;
- **Disponibilidade do Usuário** - após um usuário ser localizado, é necessário saber se ele está disponível para uma nova comunicação. Este procedimento determina se o usuário possui recursos disponíveis para iniciar uma nova comunicação;
- **Configuração de Chamada** - é o processo de definição dos parâmetros que serão utilizados para o estabelecimento da chamada;
- **Controle da Chamada** - é o processo de gerenciamento da chamada, incluindo processos de transferência e encerramento de ligações.

O SIP é implementado através das seguintes entidades:

- **UA** (*User Agent*) - um agente de usuário é um sistema-fim que age em nome de um usuário. Ele consiste de duas partes: um cliente e um servidor;
- **UAC** (*User Agent Client*) - é a porção cliente do UA que é responsável pelo início da comunicação entre um cliente e o servidor. Esta comunicação se inicia através de uma solicitação, mensagem do tipo *REQUEST*, que estabelece o início de uma transação SIP;
- **UAS** (*User Agent Server*) - é a porção do servidor UA que é responsável por processar uma mensagem do tipo *REQUEST* enviado pelo UAC;

- **Multimedia Session** - uma sessão multimídia é a troca de fluxos de informações entre transmissores e receptores multimídias;
- **Server** - é aplicação que é responsável em receber as mensagens do tipo *REQUEST* dos usuários e enviar mensagens do tipo *RESPONSE*. Na prática o Server é um hardware que implementa funções de *proxy server*, *redirect server* e a parte UAS.

A figura 17 mostra o *callflow* com a troca de mensagens que ocorre durante uma chamada entre dois usuários SIP.

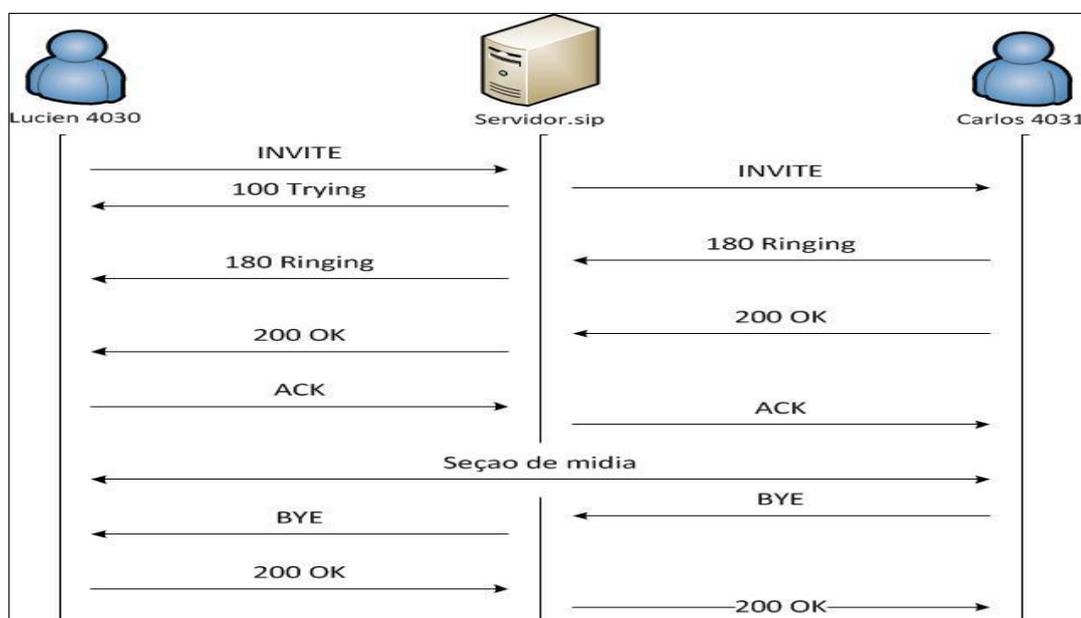


Figura 17: Detalhamento básico de uma chamada utilizando SIP.
Fonte: Bartsch (2015).

Conforme Júnior (2015), as mensagens *REQUEST* podem ter vários métodos (*Method*), e cada método representa uma ação requerida, conforme os exemplos apresentados a seguir:

- **REGISTER** - uma mensagem com este método envia informações sobre identificação e localização do usuário;
- **INVITE** - este método é utilizado quando se deseja convidar um novo participante para uma sessão já existente ou para uma nova sessão;

- **BYE** - método utilizado para encerrar a participação numa sessão;
- **ACK** - Uma mensagem com este método é enviada por um usuário que mandou um INVITE para avisar que uma mensagem do tipo RESPONSE foi recebida. Portanto, para toda mensagem com um ACK deve existir uma mensagem anterior com INVITE.

2.5.3.2 Respostas SIP

Segundo Moraes (2015), o protocolo SIP pode ter várias respostas para qualquer solicitação, este código de Status é um número de três dígitos que expressa o resultado da tentativa de atender o pedido requisitado, sendo que o primeiro dígito deste representa a classe da resposta e a Frase Motivo é textual, voltada à interpretação humana, do código de status.

Para um determinado pedido SIP, há uma ou mais respostas possíveis e estas encontram-se divididas nas seis classes listadas abaixo:

- **Respostas Informacionais** - este tipo de respostas indica o status da chamada. Fazem parte desta classe: 100 *Trying*, 180 *Ringin*g, 181 *Call Is Being Forwarded*, 182 *Queued* e 183 *Session Progress*;
- **Respostas de Sucesso** - indicam que um determinado pedido foi consentido. Fazem parte dessa classe: 200 OK e 202 *accepted*;
- **Respostas de Redirecionamento** - são utilizadas pelo Servidor de Redirecionamento quando um usuário não está alcançável pelo endereço fornecido. Fazem parte desta classe: 300 *Multiple Choices*, 301 *Moved Permanently*, 302 *Moved Temporarily*, 305 *Use Proxy* e 380 *Alternative Service*;
- **Respostas de Erro do Cliente** - explicitam erro no pedido do cliente, por exemplo, uma solicitação não autorizada para uma determinada entidade. Fazem parte desta classe: 400 *Bad Request*, 401 *Unauthorized*, 402 *Payment Required*, 403 *Forbidden*, 404 *Not Found*, entre outras;

- **Respostas de Erro do Servidor** - indicam a incapacidade do servidor em atender o pedido requisitado. Fazem parte desta classe: 500 *Server Internal Error*, 501 *Not Implemented*, 502 *Bad Gateway*, 503 *Service Unavailable*, 504 *Server Time-out*, 505 *Version Not Supported*, 513 *Message Too Large*, 580 *Precondition Failure*;
- **Respostas de Erro Global** - A requisição não poderá ser atendida por nenhum servidor. Fazem parte desta classe: 600 *Busy Everywhere*, 603 *Decline*, 604 *Does Not Exist Anywhere*, 606 *Not Acceptable*.

2.6 REDES IMS

O IMS (*IP Multimedia System*) representa um esforço do 3GPP em definir uma arquitetura baseada totalmente em IP (*Internet Protocol*) de redes de telefonia celular, seu objetivo é realizar a convergência entre voz e dados, a arquitetura baseada em comutação de pacotes (totalmente IP) em oposição a comutação por circuitos das redes tradicionais (MADEIRA, 2015).

De acordo com a Huawei Technologies (2009), o 3GPP visa convergir as atuais redes de *telecom* e internet com o intuito de solucionar alguns problemas operacionais como:

- Baixo crescimento dos usuários;
- Dificuldade na implementação de novos serviços;
- Qualidade de serviço;
- Queda de receita.

2.6.1 Arquitetura IMS

A arquitetura IMS fornece, entre outras vantagens, diminuir custos na operação das redes, pela convergência de voz e dados e móvel & fixo. Essa arquitetura permite que o assinante use serviços sofisticados de valor agregado.

Para Lauretti (2004), mesmo com as vantagens citadas em relação à outras arquiteturas de rede, a IMS apresenta suas limitações, as quais são listadas na sequência.

- Baixa interação entre plataformas de serviços. Por exemplo, é conveniente que se possam criar serviços diferenciados que combinem duas ou mais capacidades da rede;
- Baixa eficiência na administração de bases de dados. Frequentemente, cada plataforma de serviços requer sua própria base de dados de assinantes para provisionamento. Obviamente esta não é uma maneira eficiente de se implementar e operar novos serviços. A figura 18 mostra todos elementos que podem ser englobados na solução IMS.

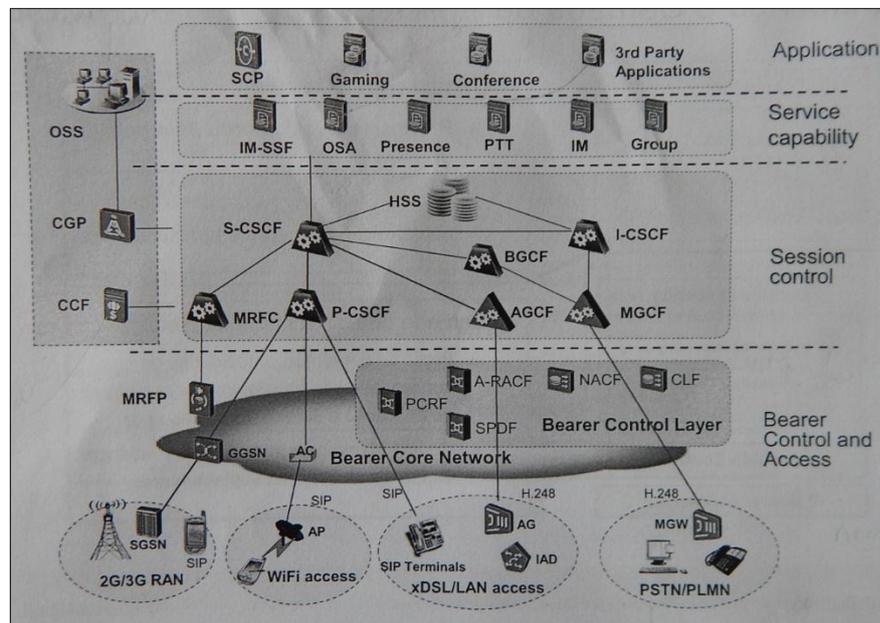


Figura 18: Arquitetura IMS.
Fonte: Huawei (2009).

A seguir são discutidos os elementos de uma rede IMS e suas funções. É importante que se entenda estes elementos e suas funções para uma completa compreensão das vantagens desta nova geração de redes (LAURETTI, 2015).

2.6.2 CSCF

O plano de controle do IMS é composto por elementos funcionais responsáveis pelo estabelecimento de sessões entre os usuários. O IMS é uma arquitetura de protocolo SIP e a maioria desses elementos pode portanto ser visto como servidores proxy SIP evoluídos, cada um aplicando uma regra específica no

processamento de mensagens SIP. Esses servidores SIP chamados de CSCF (*Call Session Control Function*) são definidos como três elementos funcionais diferentes: P-CSCF (*Proxy CSCF*), I-CSCF (*Interrogating CSCF*) e S-CSCF (*Serving CSCF*) (MACIOSZYK, 2011). A figura 19, mostra onde se encontram os 3 módulos que formam o CSCF.

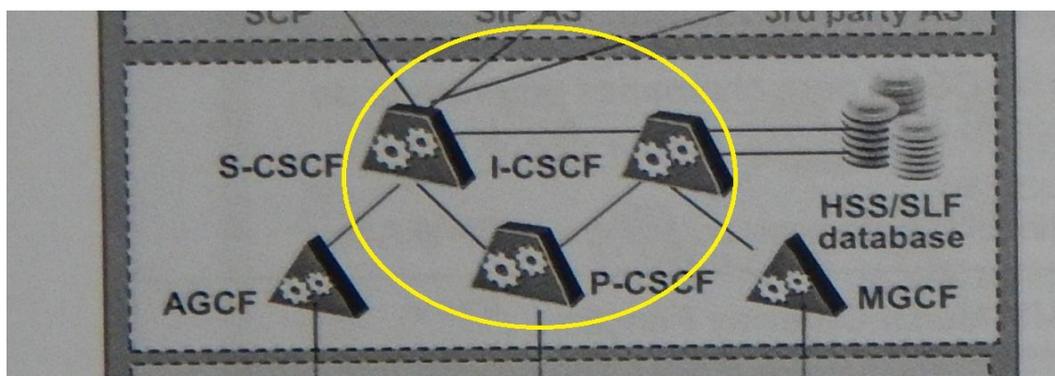


Figura 19: Módulos CSCF.

Fonte: (Huawei IMS Overview Training, 2009. Pg 20).

P-CSCF - o P-CSCF é o primeiro ponto de contato (no plano de sinalização) entre o terminal IMS e a rede IMS. Do ponto de vista do SIP, o P-CSCF está agindo como um *SIP Proxy Server* de entrada e saída. Isto significa que todos os pedidos iniciados ou destinados ao terminal IMS passa pelo P-CSCF. O P-CSCF envia requisições e respostas SIP no sentido apropriado (isto é, para o terminal IMS ou para a rede IMS). O P-CSCF é alocado ao terminal durante o registro e permanece enquanto durar este registro (isto é, um terminal IMS se comunica somente com um único P-CSCF durante todo o registro). O P-CSCF inclui diversas funções, algumas delas são relacionadas à segurança. Primeiramente, estabelece um número de associações de segurança *IPSec* para o terminal IMS. Estas associações de segurança *IPSec* oferecem proteção de integridade (isto é, a habilidade de detectar qualquer mudança no conteúdo da mensagem desde sua criação). Uma vez que o P-CSCF autentica o usuário (como parte do estabelecimento da associação de segurança) o P-CSCF afirma a identidade do usuário aos demais nós da rede. Desta maneira, os outros nós não necessitam autenticar novamente o usuário já que confiam no P-CSCF. O resto dos nós da rede de identificação do usuário (afirmada pelo P-CSCF) tem outras finalidades, tais como fornecer serviços personalizados e gerar registros do cliente. Adicionalmente, o P-CSCF verifica a exatidão dos pedidos SIP emitidos pelo terminal IMS. Esta verificação

impede que terminais IMS criem requisições as quais não foram construídos de acordo com regras do SIP (FUNICELLI, 2008).

I-CSCF - o I-CSCF é um *proxy* SIP situado na borda de um domínio. O endereço do I-CSCF é listado nos registros de domínio do DNS (*Domain Name System*). Quando um SIP server executa os procedimentos SIP para encontrar o próximo salto SIP para uma mensagem particular, o SIP server obtêm o endereço de um I-CSCF do domínio de destino. Além da funcionalidade de proxy server SIP o I-CSCF tem interface com o SLF e o HSS (*Home Subscriber Server*). Esta relação é baseada no protocolo *Diameter*. O I-CSCF recebe a informação da posição do usuário e redireciona a requisição SIP para o destino apropriado (tipicamente um S-CSCF) (FUNICELLI, 2008).

S-CSCF - o S-CSCF é o nó central do plano de sinalização. O S-CSCF é essencialmente um SIP server, mas também executa o controle de sessão. Além da funcionalidade de SIP server o S-CSCF também atua como um SIP registrar. Isto significa que mantêm uma ligação entre a posição do usuário (por exemplo, o endereço IP que o usuário "logou") e o endereço SIP do usuário de registro (conhecido também como *Public User Identity*).

Como o I-CSCF, o S-CSCF também executa uma relação com o HSS via Diameter. As principais razões para comunicar com o HSS são (FUNICELLI, 2008):

- Baixar os vetores de autenticação do HSS referente ao usuário que está tentando acessar o IMS. O S-CSCF usa estes vetores para autenticar o usuário;
- Baixar o perfil de usuário do HSS. Os perfis de usuário incluem o perfil do serviço, que é um conjunto de triggers que podem fazer com que uma mensagem SIP seja roteada através de um ou mais servidores de aplicação na orquestração de um serviço específico;
- Informar o HSS que este é o S-CSCF que alocou o usuário durante o registro.

Todas as sinalizações SIP que os terminais IMS emitem e recebem passam pelo S-CSCF alocado a este usuário. O S-CSCF inspeciona cada mensagem SIP e determina se a sinalização SIP deve visitar uma ou mais aplicações durante o caminho ao destino final. Uma das funções principais do S-CSCF é fornecer o roteamento SIP aos serviços. Se o usuário marcar um número de telefone em vez de um URI SIP (*Uniform Resource Identifier*) o S-CSCF fornece os serviços de tradução, baseados tipicamente no DNS E.164 Number Translation. O S-CSCF também reforça o policiamento do operador da rede. Por exemplo, um usuário pode não ser autorizado a estabelecer determinados tipos de sessões. O S-CSCF impede usuários de executar operações desautorizadas (FUNICELLI, 2015).

2.6.3 HSS/SLF

O HSS (*Home Subscriber Server*) é o repositório central para as informações relacionadas aos usuários. Tecnicamente, o HSS é uma evolução do HLR (*Home Location Register*), que é um nó especificado pela arquitetura GSM (*Global System for Device*). O HSS contém todos os dados relacionados ao usuário necessários para assegurar sessões multimídia. Estes dados incluem, entre outros, informações da posição, da segurança (incluindo ambas as informações de autenticação e de autorização), de perfil do usuário (incluindo os serviços que o usuário tem acesso), e o S-CSCF (*Serving-CSCF*) alocado ao usuário. Uma rede pode conter mais de um HSS, caso o número de usuários seja muito elevado para ser contido em um único HSS. Em todo caso, todos os dados relacionados a um usuário particular são armazenados em apenas um HSS. As redes com um único HSS não necessitam de um SLF (*Subscriber Location Function*), somente redes com mais de um HSS requerem um SLF. O SLF é uma base de dados simples que mapeia e relaciona os endereços dos usuários aos seus respectivos HSS's, conforme mostra a figura 20. Um nó que pergunte ao SLF, com o endereço do usuário como entrada, obtém o HSS como saída (FUNICELLI, 2015).

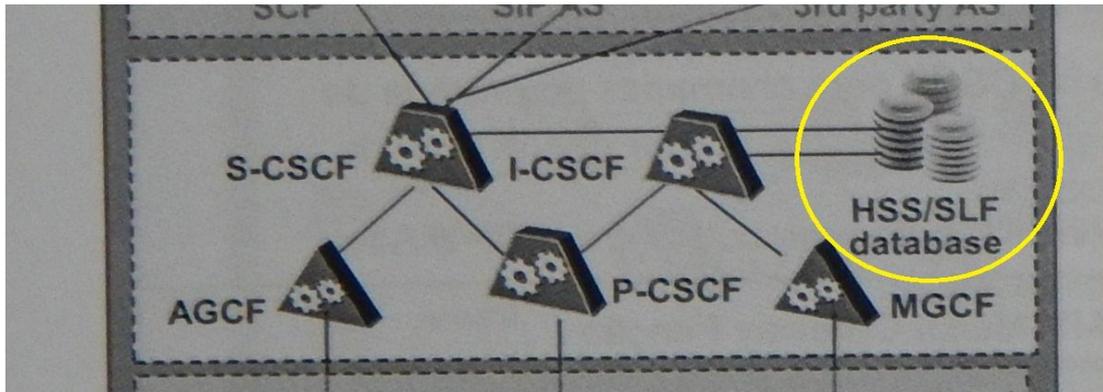


Figura 20:HSS/SLF.

Fonte: (Huawei IMS Overview Training, 2009, Pg 2).

2.6.4 ATS/AS

O ATS (*Application Telephony Server*) é um AS (*Application Server*) SIP, que realiza vários serviços de telecomunicações e pode prover (HUAWEI TECHNOLOGIES, 2009):

Serviços básicos de chamadas de voz:

- Serviços básicos de voz e serviços vídeo fone.

Serviços suplementares:

- Identificação de linha;
- Retorno de chamada;
- Restrição de chamadas;
- Transferência de chamadas;
- Serviços de conferencia;
- Serviços de notificações.

2.6.5 MGCF

O MGCF (*Media Gateway Control Function*) controla os estado de chamada que dizem respeito ao controle de conexão para canais de mídia em um IMS-MGW e mantém comunicação com o CSCF garantir que todas as informações relevantes a sessão permaneçam em sincronia. A coordenação de sinalização entre as redes de circuito e pacote são essenciais e da responsabilidade do MGCF como a comunicação

entre os ambientes SIP e ISUP (ADVATECH, 2015). A figura 21 mostra a localização do MGCF na arquitetura IMS.

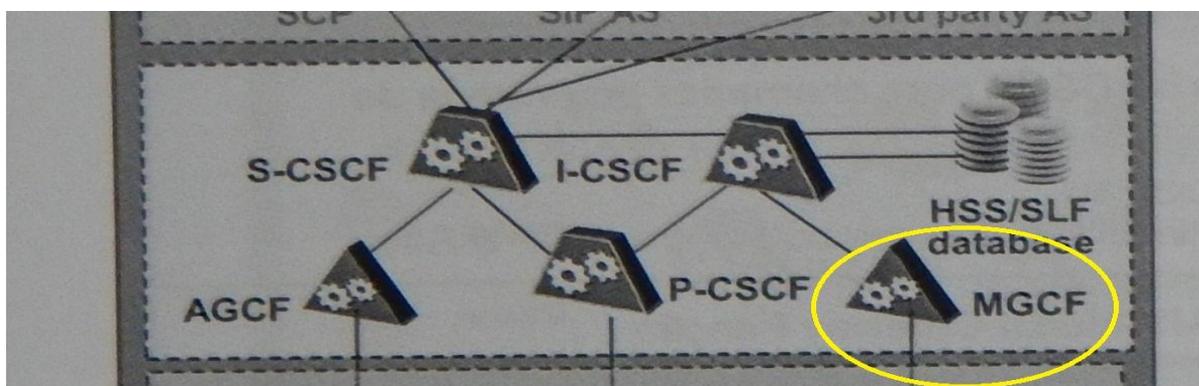


Figura 21: Localização do MGCF na rede.
Fonte: (IMS Overview Training, pg 20, 2009).

2.6.2 IMGW

O IMGW (*IMS Media Gateway*) finaliza chamadas da rede de comutação de circuito e fluxos de mídia a partir de uma rede de pacotes. Ele liga e combina pontos finais conforme necessário, e sob o controle do MGCF. Conversão de mídia e transcodificação, controle de portador, e muitas vezes o processamento de carga são todos realizados pelo IMS-MGW. Um conjunto amplo apoio de *CODECs* são necessários juntamente com a funcionalidade de cancelamento de eco de alta qualidade. A capacidade de criar uma ponte de conferência representa mais um papel para um IMS-MGW (ADVANTECH, 2015).

2.6.3 BGCF

O BGCF (*Breakout Gateway Control Function*) é responsável por selecionar a saída de operadora local ou para sessões SIP destinadas a PSTN. É a entidade lógica dentro da IMS que decide como rotear as sessões telefônicas iniciadas na rede IMS e que são destinadas a rede de circuitos, a PSTN. A rede de circuitos pode ser qualquer rede legada, a própria PSTN ou outra rede sem fio. Se a saída ocorre na rede IMS então o BGCF roteia a sessão para um MGCF que em seguida, aloca um Media Gateway ou o BGCF roteia a sessão para um BGCF para a rede de outra operadora (TECH FAQ, 2015).

As funções do BGCF (HU, 2009) são:

- Seleciona o MGCF;
- Fornece segurança através de autorização de redes;
- BGCF determina o próximo passo para o roteamento de mensagens SIP;
- Geração de CDRs;
- Localização do endereço PSTN;
- Minimizar distância caminho;
- Caminho de menor custo;
- Seleciona a rede a ser usada.

2.6.4 AGCF

De acordo com a Huawei Technologies (2009), o AGCF - *Access Gateway Control Function* é um dos módulos da rede IMS que permite a integração dos usuários POTS (*Plain Old Telephone Service*), suporta função de controle de media gateway H.248.

O AGCF implementa a função de encaminhamento da chamada como um chamador, ele transfere o encaminhamento de chamada do UA para o S-CSCF, também pode processar a autenticação.

Conforme HU (2009), as funções do AGCF são:

- AGCF aparece como um P-CSCF para os outros CSCFs;
- Age como um MGCF para controlar Media Gateways ;
- O primeiro ponto de contato para gateways de mídia residenciais;
- Realizar sinalização de interoperabilidade entre SIP e sinalização analógica;
- Agir como um agente SIP User;
- Entregar o padrão dialtone adequado;
- Processar eventos no meio de chamadas.

A figura 22 mostra o módulo AGCF na arquitetura IMS.

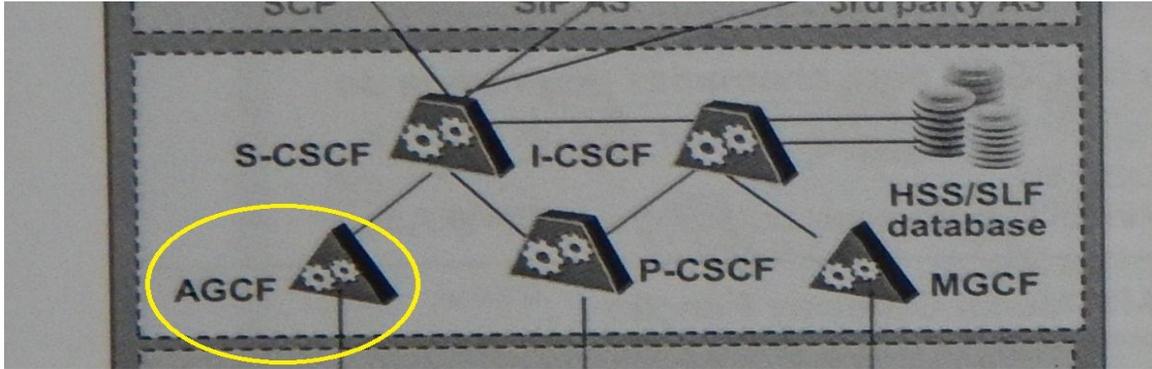


Figura 22: AGCF.

Fonte: IMS Overview Training, pg 20.

2.6.5 Identificador no sistema IMS

A identificação no IMS se dá de duas formas: o SIP URI e o Tel URI. O URI (*Uniform Resource Identifier*) consiste no nome de usuário e domínio. O nome do usuário pode ser parte do número E.164 e domínio é o domínio da rede (HUAWEI TECHNOLOGIES, 2010).

O TEL URI (*Telephone Uniform Resource Identifier*) é baseado nas regras da recomendação E.164 do ITU.

O E.164 é um plano de numeração internacional para sistemas de telefones públicos em que cada número atribuído contém um código de país (CC), um código de destino nacional (NDC), e um número de assinante (SN). Pode haver até 15 dígitos num número E.164. O plano E.164 foi originalmente desenvolvido pela União Internacional das Telecomunicações (ITU). Com E.164, cada endereço é único em todo o mundo. Com até 15 dígitos possíveis em um número, existem 100 trilhões de possíveis números de telefone E.164, mais de 10.000 para cada ser humano na terra (ROUSE, 2005).

Abaixo exemplos dos padrões URI SIP e TEL URI.

- URI SIP : SIP:+554130301234@abcd.com.br
- TEL URI:
 - tel:+554131234567
 - tel:+18578563412

A figura 23 mostra a conexão da rede IMS com a PSTN.

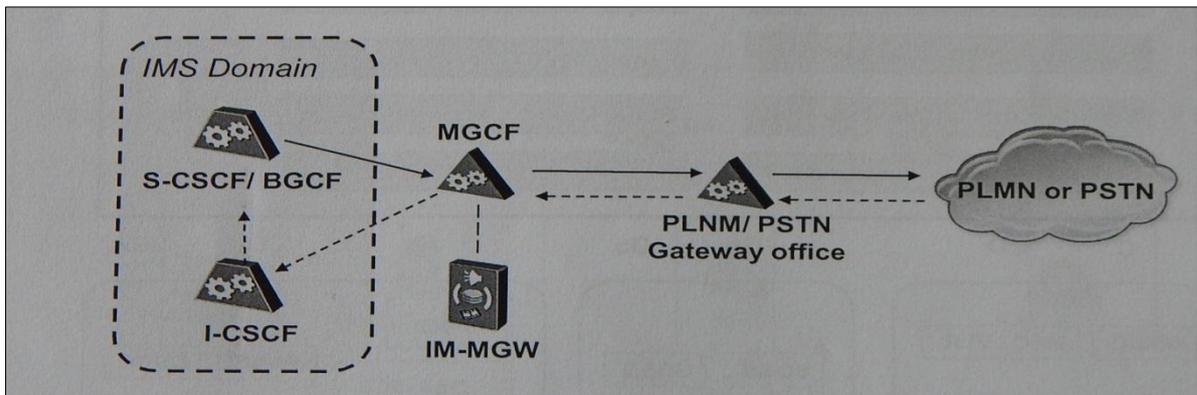


Figura 23: Conexões IMS com a PSTN/PLMN.
Fonte: Huawei IMS Overview Training, Pg 49.

2.6.6 Vantagens sobre os sistemas legados

De acordo com a Dialogic Corporation a arquitetura IMS pode fornecer os seguintes benefícios para provedores de serviço:

- Maior facilidade para criar e implantar novos aplicativos e serviços;
- Terceiros podem oferecer seus próprios aplicativos e utilizar os serviços de rede comuns, compartilhando os lucros com o mínimo de risco;
- Novos serviços que envolvem sessões simultâneas de multimídia (voz, vídeo e dados) durante a mesma chamada são agora possíveis;
- Ajuda a atrair novos assinantes e reter assinantes atuais;
- Melhorar a qualidade de voz para aplicações em conferências;
- Aplicações sem fio podem ser oferecidos aos assinantes de telefonia fixa ou banda larga;
- Os prestadores de serviços podem mais facilmente oferecer pacotes de serviços;
- Custos mais baixos de Implementação de serviços através de vários transportes, tais como PTT (*Push-To-Talk*), FMC (*Fixed Mobile Convergence*), serviços de vídeo móvel, e assim por diante;
- Provisionamento comum, gerenciamento e sistemas de faturamento são suportados por todas as redes;

- Custos significativamente mais baixos de transporte resultar quando se deslocam de tempo-switched para canais de comutação por pacotes.

A maior vantagem para o usuário final é o modo como pode acessar seu serviço e se conectar com a PSTN, conforme a figura 24, pois o terminal de acesso não é exclusivo ao aparelho telefônico como ocorre habitualmente.

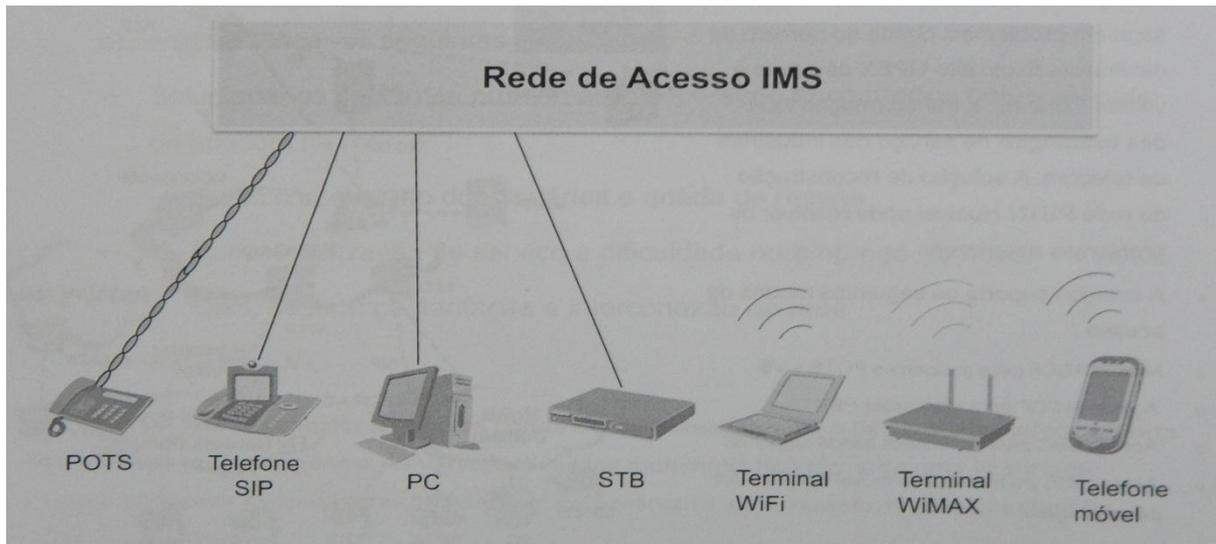


Figura 24: Terminais de acesso.

Fonte: Huawei IMS Overview Training (2009, P. 49)

3 MERCADO

Desde o surgimento, a telefonia fixa está em constantes mudanças, sempre impulsionadas pelo mercado consumidor, porém a mesma encontra-se a muito tempo sem inovações e perdendo mercado para telefonia móvel ou até mesmo aplicações como o *Skype* e *Whatsapp*.

Adotando uma estratégia inovadora, como a de implementar uma nova tecnologia a empresa pode passar a fornecer serviços variados para seus usuários, ter destaque no mercado e ser mais competitiva.

Segundo estudo feito pelo Ibope a pedido da Qualcomm, 26% dos brasileiros possuem smartphone; destes, 89% dizem se comunicar por meio de apps de mensagens (uma alta de 164% em relação a 2013). Dentre as principais atividades com o celular, menções a chamadas telefônicas caíram 64%. Algo semelhante deve acontecer com voz como resultado da popularização de recursos de voz por IP, recurso que permite fazer chamadas a outros usuários pela internet, e que passou a ser oferecido pelo WhatsApp a usuários *Android* desde o início deste mês (RONCOLATO, 2015).

Com nova tecnologia a operadora pode atender a demanda do mercado, satisfazer seus usuários e estabelecer novos patamares.

Para as operadoras, torna-se importante uma mudança de comportamento, para atingir resultados impactantes que justifiquem os investimentos. Chegar primeiro no cliente e apresentar soluções econômicas e criativas confere a operadora uma postura agressiva e salutar no mercado. Para que isto ocorra é necessário um método que auxilie no planejamento periódico da demanda de dados (ARTIGAS; NUNES, 2007).

4 ESTUDO DE CASO

As centrais telefônicas puramente TDM ocupam muito recurso, espaço e não conseguem prover novas facilidades para os usuários, a figura 25 mostra alguns bastidores de uma central TDM, a DMS 100 da Nortel, utilizada no estudo de caso.



Figura 25: Bastidores de uma central TDM, a DMS-100.
Fonte: Afiler (2015).

A central possui a capacidade de atendimento de 100.000 usuários POTS e atendimento para troncos PCM30, ocupa grandes espaços e pode prover os serviços básicos para os usuários. Muitas operadoras ainda utilizam esse tipo de equipamento em suas redes, entretanto não podem atender a demanda do mercado por novas soluções de telefonia e precisam procurar outras soluções como o NGN e o IMS.

A figura 26 mostra como as redes puramente TDM trabalham, existe uma ou mais centrais locais que atendem a mesma localidade, utilizam interconexão SS7 e são interligadas com centrais maiores, centrais de transito. Os circuitos que interligam as centrais ficam exclusivamente reservados para essas conexões, não podendo ser utilizados de outras formas, o recurso é dedicado.

As centrais telefônicas IMS ocupam um menor espaço e podem prover muitas facilidades e com um custo menor já que esta tecnologia foi desenvolvida inicialmente para celulares. A figura 27 mostra que em um bastidor se tem a solução IMS completa.

A inteligência da central IMS fica separada dos módulos que fazem interface com os usuários, uma solução IMS pode atender a uma região como mostra a figura 28, diferentemente das centrais TDM aonde muitas vezes existe mais de uma para a mesma cidade por não haver um método de expansão da mesma através de módulos adicionais.

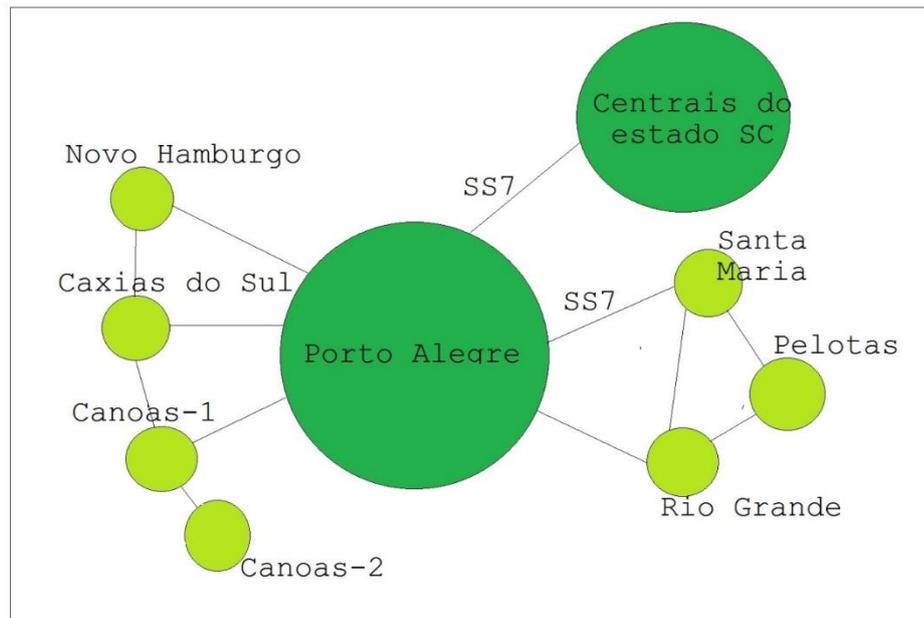


Figura 26: Centrais TDM interconectadas através do SS7.
Fonte: Autoria própria.

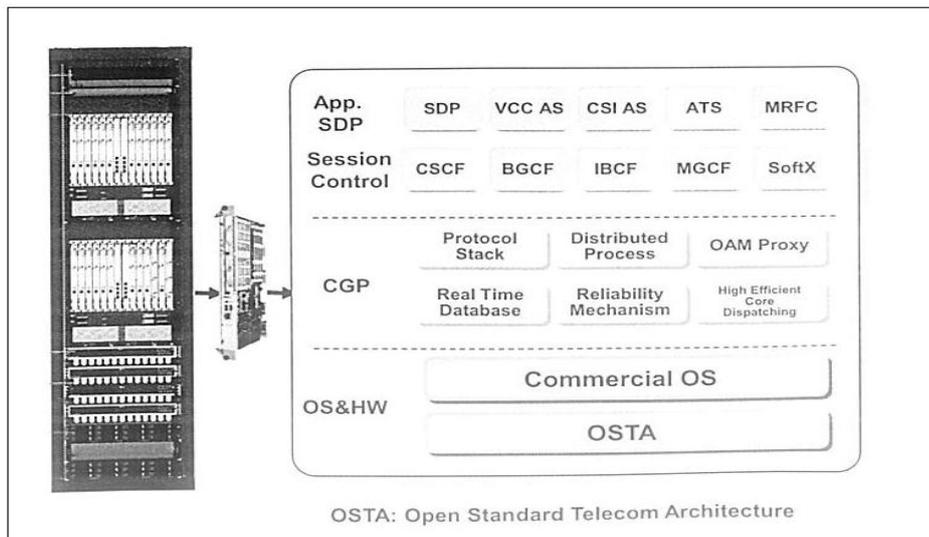


Figura 27: Bastidor da solução IMS da Huawei.
Fonte: IMS Overview Training (2009, P. 69).

A solução IMS estudada tem a capacidade de atender 300K assinantes podendo ser expandida até 20M e a interconexão SIP facilita o transporte de chamadas, aproveitando com mais eficiência os recursos. Com a utilização do SIP o custo das chamadas diminuirá e também poderá facilitar a implementação de facilidades para os usuários, como a mobilidade da linha do usuário, a figura 29 mostra os tipos de terminais acesso.

Com essa variedade de terminais de acesso, o usuário pode utilizar a sua linha mesmo não estando em casa, essa é a maior vantagem da rede IMS sobre as redes legadas, o terminal pode ser acessado a partir de qualquer conexão de dados.

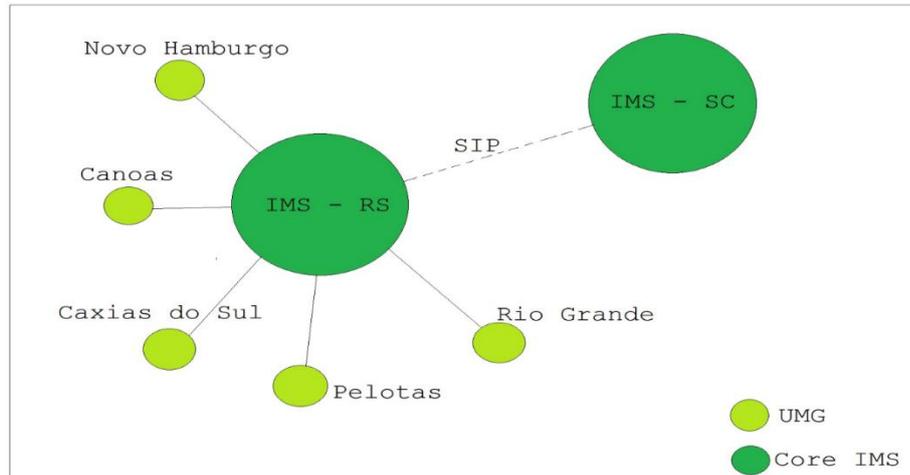


Figura 28: Solução IMS implantada em uma região.
Fonte: Autoria própria.



Figura 29: Terminais de acesso a rede IMS.
Fonte: IMS Overview Training, (2009, P. 80).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho realizou-se uma análise das tecnologias de telecomunicações para a telefonia fixa desde o seu surgimento, foram analisados os cenários de redes TDM, NGN e a adoção da rede IMS que foi desenvolvida principalmente para a rede de telefonia móvel para desenvolver novos produtos e serviços de telecomunicações.

Apresentou-se como problema a necessidade de oferecer novas soluções para um mercado que está engessado, que ainda tem uma demanda grande de novas soluções para atrair o consumidor, a necessidade de uma rede que oferece aos clientes a possibilidade da mobilidade para seu serviço de telefonia com qualidade.

Foi realizado o levantamento bibliográfico dos tipos de redes de telefonia como a TDM, NGN e IMS, apresentando assim os principais componentes que formam essas redes. Foram levantadas as especificações das sinalizações que esses sistemas utilizam bem como a entre registradores, sinalizações de controle como a H.248, R2 (*Region-2*), ISDN, ISUP, SIP. Por fim foi detalhada a tecnologia IMS, assim como seus módulos e como essa estrutura beneficia o usuário final com novos produtos que podem ser desenvolvidos e ofertados.

Acredita-se que o presente trabalho pode ser muito útil no desenvolvimento de soluções para clientes da telefonia fixa, estratégia de crescimento e migração de tecnologias das operadoras de telefonia, fornecendo os dados para a aplicação da rede IMS também na telefonia fixa.

REFERÊNCIAS

ADVANTECH. **IMS-MGW AND IMS-MGCF.** Disponível em:
 <http://www2.advantech.com/networks-telecom/ApplicationDetail.aspx?doc_id={3B222ED1-6165-41CA-BF52-A2A12171FAF}> Acesso em: 21/11/2015.

AFILER. Disponível em:
 <<http://afiler.com/2009/11/>> Acesso em 28/12/2015.

ARTIGAS, Fernando; NUNES, Gustavo. **REDES NGN: DESAFIOS E SERVIÇOS PARA CONVERGÊNCIA.** Disponível em:
 <<http://www.teleco.com.br/DVD/PDF/tutorialngnconverg.pdf>>
 Acesso em 10/12/2015.

ALECRIM, Emerson. **Tecnologia ISDN.** Disponível em:
 <<http://www.infowester.com/isdn.php>>. Acesso em: 02/11/2015.

BARTSCH, Lucien. **Protocolo SIP: Entenda como funciona uma ligação VoIP.** Disponível em: <<http://blog.sippulse.com/entenda-como-funciona-um-dialogo-sip-protocolo-utilizado-em-ligacoes-voip/>> Acesso em: 07/07/2015.

BAYÃO, João Baptista. **TELECOMUNICAÇÕES.** Disponível em:
 <<files.sistele7.webnode.com/200000003-bfb97c0b45/e-book-1-3-1-1.pdf>> Acesso em 05/08/2015.

BORGES, Miryan Natividade. **INTERCONEXÃO NO BRASIL.** Disponível em:
 <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialinterc/pagina_1.asp> Acesso em: 25/08/2015.

CAMPOS, Alessandro. **Telefonia Digital: A Convergência de Voz em Dados.** Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina_4.asp>
 Acesso em 30/09/2015.

CAMPOS, Sarmento. **Cronologia das Telecomunicações.** Disponível em:
 <<http://www.sarmiento.eng.br/Telecomunicacoes.htm>>. Acesso em 03/11/2015.

CANUTO, Fernando. **IMS, O DEGRAU PARA NGN.** Disponível em:
 <<http://fndc.org.br/clipping/ims-o-degrau-para-ngn-203291/>> Acesso em 28/07/2015

CORREIA, Danilo Pignatari. **Estudo de Caso NGN I: Agregação de Roteadores NGN nas Centrais Trânsito do Estado do Ceará.** Disponível em:
 <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialngnce1/default.asp>>. Acesso em 17/04/2015.

DALMAZO, Luiza. **IMS, NO CAMINHO PARA A CONVERGÊNCIA**. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/tecnologia/2005/11/21/idgnoticia.2006-03-29.9306750454>> Acesso em 10/07/2015.

DRYBURGH, Lee; HEWETT, Jeff. **SIGNALING SYSTEM No. 7: PROTOCOL, ARCHITECTURE, AND APPLICATIONS**. Cisco Press, 2004.

ENSINAR, **TELEFONIA CONVENCIONAL**. Disponível em: <<https://ensinar.wordpress.com/2008/10/08/telefonica-convencional/>>. Acesso em: 07/07/2015.

FILHO, Huber Bernal. **Redes SDH**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/pdfs/tutorialrsdh.pdf>>. Acesso em 02/02/2015.

FONSECA JÚNIOR, Paulo Nazareno Lagoia. **Protocolo SIP**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialpushtotalk2/pagina_3.asp>. Acesso em: 18/06/2015.

FUNICELLI, Vinicius Barreiro. **NGN e IMS I: REDES LEGADAS E REDES CONVERGENTES**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/pdfs/tutorialngnims1.pdf>> Acesso em: 05/08/2015.

GOMES, Fábio. **Videoconferência: H.323 versus SIP**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialh323xsip/pagina_3.asp>. Acesso em 30/09/2015.

HU, Daniel. Disponível em: <<http://welcometodannysblogger.blogspot.com.br>> Acesso em 31/10/2015.

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. **IMS Overview Training**, 2010.

JUNIOR, Flavio M. Dotta **GUIA DE SINALIZAÇÃO EM TRONCO E1**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgsin/pagina_1.asp> Acesso em: 06/07/2015.

JUNQUEIRA, Flavio Paiva. **O protocolo de sinalização SS7**. Disponível em: <<http://www.gta.ufrj.br/~flavio/>>. Acesso em 17/11/2015.

LAURETTI, Samuel. **EVOLUÇÃO DAS REDES DE TELECOMUNICAÇÃO: ARQUITETURA IMS**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialims/default.asp>> Acesso em: 13/10/2015.

MACIOSZYK, Eric. **IMS AND MULTIMEDIA SERVICES, WHAT ELSE? VOIP, CONVERGENCE, SIP, LTE...** Disponível em: <<http://catis-blog.com/?tag=cscf>> Acesso em 21/11/2015.

MADEIRA, Frederico Tiago Tavares. **Segurança em Redes de Voz Sobre IP**. 90 f. Tese (Especialização em Segurança em Redes de Computadores) – Associação de Ensino Superior de Olinda, Olinda, 2007. Disponível em: <http://www.madeira.eng.br/liberty/download_file.php?attachment_id=43>. Acesso em: 29/06/2015.

MORAES, Ana Luiza Dallora. SIP Session Initiaton Protocol. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2009_2/ana/3sobreosip.html>. Acesso em 17/11/2015.

MOTOYAMA, Shusaburo. **SINALIZAÇÃO TELEFONICA**. Disponível em: <<http://www.dt.fee.unicamp.br/~motoyama/ee981/apostilas/Capitulo7.pdf>> Acesso em: 22/06/2015.

OLIVEIRA, Júlio. **MeGaCo: Conheça o protocolo de sinalização de Mídia Gateways VoIP**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmegaco/default.asp>>. Acesso em 30/09/2015.

PINHEIRO, José. **Rede Telefônica Comutada**. Disponível em: <http://www.projeteredes.com.br/tutoriais/tutorial_rede_telefonica_comutada_01.php>. Acesso em 08/09/2015.

PISA, Pedro. **SIP (Session Initiation Protocol)**. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/pisa/index.html> Acesso em 30/09/2015.

RIBEIRO, Glaucia. **Voz sobre IP I: A Convergência de dados e voz**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipconv/default.asp>>. Acesso em 03/05/2015.

RONCOLATO, Murilo. **CHAMADA DE VOZ NO WHATSAPP OBRIGA OPERADORAS A REPENSAREM SEU FUTURO**. Disponível em: <<http://blogs.estadao.com.br/link/chamada-de-voz-no-whatsapp-obriga-operadoras-a-repensarem-seu-futuro/>> Acesso em: 23/11/2015.

ROUSE, Margaret. **E.164**. Disponível em: <<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/E164/>> Acesso em 31/10/2015.

SILVA, Rondinei; CARICATTO, Fernando; MELO, Jair Cândido; CAETANO, Rodrigo. **Next Generation Network. In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba.** Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/inic/inic/07/INIC0000558.ok.pdf>. Acesso em: 01/07/2015.

SILVEIRA, Pedro. **SIP (SESSION INITIATION PROTOCOL).** Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/pisa/OProtocolo.html> Acesso em: 19/09/2015.

SOUZA, Fabio. **SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO.** Disponível em: <<http://www.sj.ifsc.edu.br/~fabiosouza/Tecnico/Subsequente/Topicos%20em%20Telefonia/Basico%20%20SS7.pdf>> Acesso em: 15/07/2015.

TAVARES, Ingrid. **Bem antes do iPhone.** Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI269863-17773,00-BEM+ANTES+DO+IPHONE.html>>. Acesso em 03/11/2015.

TECH FAQ. **WHAT IS BGCF – BREAKOUT GATEWAY CONTROL FUNCTION.** Disponível em: <<http://www.wapopia.com/techfaq/ims-faq/what-is-bgcf-breakout-gateway-control-function/>> Acesso em: 22/11/2015.

TUDE, Eduardo; SOUZA, José Luís. **TELEFONIA FIXA NO BRASIL.** Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/pdfs/tutorialstfc.pdf>> Acesso em 11/07/2015.