



**UNIFACS**

UNIVERSIDADE SALVADOR

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES\*

**UNIFACS UNIVERSIDADE SALVADOR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO**

**LEONARDO ALEXANDRE DE LUCENA MELO**

**GESTÃO DE PROJETOS EM TELEFONIA CELULAR (CMN): UMA VISÃO PARA  
ALÉM DAS QUESTÕES TECNOLÓGICAS**

Salvador  
2015

**LEONARDO ALEXANDRE DE LUCENA MELO**

**GESTÃO DE PROJETOS EM TELEFONIA CELULAR (CMN): UMA VISÃO  
PARA ALÉM DAS QUESTÕES TECNOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Sistemas de Computação, UNIFACS Universidade Salvador, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Joaquim Fernandes de Barros, PhD.

Salvador  
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities

Melo, Leonardo Alexandre de Lucena

Gestão de projetos em telefonia celular (CMN): uma visão para além das questões tecnológicas./ Leonardo Alexandre de Lucena Melo. – Salvador, 2015.

241 p.: il.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas e Computação, UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Dr. Manoel Joaquim Fernandes de Barros, PhD.

1. Telefonia celular. I. Barros, Manoel Joaquim Fernandes de, orient. II. Título.

CDD: 005.26

LEONARDO ALEXANDRE DE LUCENA MELO

GESTÃO DE PROJETOS EM TELEFONIA CELULAR (CMN): UMA VISÃO PARA  
ALÉM DAS QUESTÕES TECNOLÓGICAS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sistemas e Computação, UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities, pela seguinte banca examinadora:

Manoel Joaquim Fernandes de Barros – Orientador \_\_\_\_\_  
Doutor em Educação pela Universidade Federal do Estado da Bahia – UFBA  
UNIFACS Universidade Salvador – Laureate Internacional Universities

Joberto Sérgio Barbosa Martins \_\_\_\_\_  
Doutor em Ciência da Computação, Université Paris VI  
UNIFACS Universidade Salvador – Laureate Internacional Universities

Sergio Hage Fialho \_\_\_\_\_  
Doutor em Administração pela Universidade Federal da Bahia (UFBA)  
UNIFACS Universidade Salvador – Laureate Internacional Universities

Salvador, 12 de junho de 2015.

**Dedico esse trabalho à minha amada mãe,** que sempre zelou pela educação dos filhos. No cume da alta dimensão que agora te encontra, receba um coração grato, por ter me deixado não somente educação, mas entendimento de valores como dignidade e honradez.

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, por ter me dado saúde, disposição e inspiração para realização desse trabalho. Em seguida, agradeço a minha família por ter tido paciência nas minhas ausências, mesmo estando presente, mas com a mente voltada ao curso; em especial, na pessoa de minha esposa Socorro Melo, que sempre foi fonte de estímulo, motivação e até de exortação para que concluísse o presente trabalho.

Quero agradecer também ao corpo docente da UNIFACS, do curso de Mestrado em Sistemas de Computação, em especial ao meu orientador professor Dr. Manoel Joaquim Fernandes de Barros, que além de estimulador, foi coparticipante do presente trabalho, sempre sugerindo melhorias e incentivando uma pesquisa mais apurada. Agradeço também ao colegiado da instituição, que acolheu nosso pedido de reingresso, após certo tempo ausente, devido ao trabalho secular. Gostaria também de agradecer a todos aqueles que de forma indireta ou indireta contribuíram para a conclusão deste trabalho.

*"O coração do entendido adquire o conhecimento, e o ouvido dos sábios busca a sabedoria." Provérbios 18:15.*

*"Existe uma paixão pelo entendimento, tal como existe uma paixão pela música. Essa paixão é comum nas crianças, mas a maioria das pessoas perde-a posteriormente. Sem essa paixão não teria havido matemática nem ciências naturais." Albert Einstein.*

## **RESUMO**

Este documento apresenta um estudo sobre a evolução das Redes de Próxima Geração (NGN) de Telefonia Celular. Além de uma visão da tecnologia, propõe uma abordagem relacionada à Gestão de Projetos de migração de geração de redes de telefonia celular (CMN). Para o presente trabalho, foram apresentados estudos sobre os projetos utilizados e coleta de dados referentes à história de vida e entrevistas providas por profissionais que participaram de um estudo de caso. É mostrado que na realização de projetos complexos, a gestão de projetos tem um peso tão ou mais importante do que as questões tecnológicas envolvidas.

**Palavras Chave:** VoIP. NGN. IMS. MPLS. CMN. Telefonia celular.



## **ABSTRACT**

This paper presents a study on the development of Next Generation Networks (NGN) for Cellular Telephony. In addition to a view of technology, proposes a related approach to the Project Management applied to migration of Cellular Mobile Networks (CMN). For this study were presented studies on the projects applied and data collected concerning the life history and interviews provided by professionals who participated in a case study. It is shown that in carrying out complex projects, project management has a weight as or more important than the technological issues involved.

**Keywords:** VoIP. NGN. IMS. MPLS. CMN. Cellular telephony. Mobile.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Operação de serviços tradicionais .....	37
Figura 2 - Implementação de uma rede SONET/SDH/TDM típica .....	40
Figura 3 - Redes de transferência e Sinalização (Planos de Controle e Informação) .....	46
Figura 4 - Arquitetura básica do protocolo SIGTRAN.....	49
Figura 5 - Interligação de Redes de sinalização com uso do SIGTRAN .....	50
Figura 6 - Esquema de interligação entre os principais módulos de um sistema de Telefonia Móvel .....	56
Figura 7 - CMN ( <i>Cellular Mobile Network</i> - Rede de Dispositivos Móveis Celulares). Norma EIA/TIA 553 .....	59
Figura 8 - Elementos de uma CMN (Rede de Dispositivos Móveis Celulares).....	60
Figura 9 - Interligação entre MSC .....	62
Figura 10 - Arquitetura da rede GSM. ....	67
Figura 11 - Encaminhamento dos rótulos ( <i>labels</i> ) de <i>switches</i> MPLS.....	86
Figura 13 - Associação "pacote-rótulo-FEC-LSP" .....	89
Figura 14 - Cabeçalho MPLS .....	91
Figura 15 - Encapsulamento do quadro com rótulo.....	92
Figura 16 - Estrutura e encapsulamento do cabeçalho MPLS .....	92
Figura 17 - DSCP (Differentiated Service Code). ....	97
Figura 18 - <i>Tagging</i> (marcação) em camada 2 .....	98
Figura 19 - Marcação em camada 3.....	98
Figura 20 - Marcação no rótulo MPLS.....	99
Figura 21 - Blocos funcionais do DiffServ .....	99
Figura 22 - Convergência de <i>backbone</i> com uso de tecnologias do tipo AToM (Any Transport over MPLS) após implementação de uma rede CMN padrão 3GPP .....	103
Figura 23 - Integração de Serviços Horizontal X Vertical .....	107
Figura 25 - Arquitetura NGN Decomposta .....	110
Figura 24 - Nível de equilíbrio e amplitude de forças opostas.....	154
Figura 26 - Aumento de capital em Telecomunicações por região; de 2008 a 2º trimestre de 2011 .....	169
Figura 27 - Conectividade entre a Rede padrão da Operadora X e as novas cidades pelo padrão do FABRICANTE A .....	177
Figura 28 - Planos da rede NGN .....	178
Figura 29 - Fase 1 da migração (cenário inicial) .....	180

Figura 30 - Fase 2 da migração: conexão com a rede IP/MPLS .....	181
Figura 31 - Fase 3 da migração. Cenário final .....	182
Figura 32 - Fase 1 da migração - Situação anterior da rede de Transporte da OPERADORA X.....	183
Figura 33 - Fase 2 da Migração. Sítios passam a ser conectados via rede IP/MPLS. Primeira Mudança .....	186
Figura 34 - Fase 3 de migração: Segunda mudança .....	187
Figura 35 - Finalização de migração, incluindo todos os novos elementos.....	188
Figura 36 - Topologia Geral após conclusão da migração .....	189
Figura 37 - Princípio de resiliência geral de LAN .....	195

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Recomendações propostas pelo grupo ITU-T SG13.....	114
Tabela 2 - Cenário de desenvolvimento de sistemas de TI.....	205
Tabela 3 - Fatores críticos do sucesso.....	206

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>A3</i>	<i>Authentication algorithm</i>
<i>A5</i>	<i>Ciphering algorithm</i>
<i>A8</i>	<i>Ciphering key computation</i>
<i>AGCH</i>	<i>Access Grant CHannel</i>
<i>AMPS</i>	<i>Advanced Mobile Phone Service</i>
<i>AoC</i>	<i>Advice of Charge</i>
<i>ARQ</i>	<i>Automatic Repeat reQuest mechanism</i>
<i>AToM</i>	<i>Any Transport over MPLS</i>
<i>ATM</i>	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
<i>AUC</i>	<i>Authentication Center</i>
<i>BAIC</i>	<i>Barring of All Incoming Calls</i>
<i>BAOC</i>	<i>Barring of All Outgoing Calls</i>
<i>BICC</i>	<i>Bearer Independent Call Control Protocol</i>
<i>BOIC</i>	<i>Barring of Outgoing International Calls</i>
<i>BCCH</i>	<i>Broadcast Control CHannel</i>
<i>BCH</i>	<i>Broadcast CHannel</i>
<i>BER</i>	<i>Bit Error Rate</i>
<i>bps</i>	<i>Bits per second</i>
<i>BSC</i>	<i>Base Station Controller</i>
<i>BSS</i>	<i>Base Station Subsystem</i>
<i>BTS</i>	<i>Base Transceiver Station</i>
<i>CC</i>	<i>Call Control</i>
<i>CCCH</i>	<i>Common Control CHannel</i>
<i>CDMA</i>	<i>Code Division Multiple Access</i>
<i>CEPT</i>	<i>Conference of European Posts and Telecommunications</i>
<i>CFB</i>	<i>Call Forwarding on mobile subscriber Busy</i>
<i>CFNRc</i>	<i>Call Forwarding on mobile subscriber Not Reachable</i>
<i>CFNRy</i>	<i>Call Forwarding on No Reply</i>
<i>CFU</i>	<i>Call Forwarding Unconditional</i>
<i>CGI</i>	<i>Cell Global Identity</i>
<i>C/I</i>	<i>Carrier-to-Interference ratio</i>

<i>C/I</i>	<i>Carrier-to-Interference ratio</i>
<i>CLIP</i>	<i>Calling Line Identification Presentation</i>
<i>CLIR</i>	<i>Calling Line Identification Restriction</i>
<i>CM</i>	<i>Communication Management</i>
<i>CMN</i>	<i>Cellular Mobile Network ou Corporate Mobile Network</i>
<i>CoLP</i>	<i>Connected Line identification Presentation</i>
<i>CoLR</i>	<i>Connected Line identification Restriction</i>
<i>CUG</i>	<i>Closed User Group</i>
<i>CW</i>	<i>Call Waiting</i>
<i>DCS</i>	<i>Digital Cellular System</i>
<i>DCCH</i>	<i>Dedicated Control CHannel</i>
<i>DTX</i>	<i>Discontinuous transmission</i>
<i>EIR</i>	<i>Equipment Identity Register</i>
<i>ETSI</i>	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
<i>FACCH</i>	<i>Fast Associated Control CHannel</i>
<i>FCCH</i>	<i>Frequency-Correction CHannel</i>
<i>FDMA</i>	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
<i>FEC</i>	<i>Forward Error Correction code</i>
<i>FER</i>	<i>Frame Erasure Rate</i>
<i>GIWU</i>	<i>GSM Interworking Unit</i>
<i>GMSC</i>	<i>GSM Mobile services Switching Center</i>
<i>GMSK</i>	<i>Gaussian Minimum Shift Keying</i>
<i>GP</i>	<i>Guard Period</i>
<i>GSM</i>	<i>Global System for Mobile communications</i>
<i>HLR</i>	<i>Home Location Register</i>
<i>HW</i>	<i>Hardware</i>
<i>IMEI</i>	<i>International Mobile Equipment Identity</i>
<i>IMS</i>	<i>IP Multimedia Subsystem</i>
<i>IMSI</i>	<i>International Mobile Subscriber Identity</i>
<i>IMT</i>	<i>International Mobile Telecommunications</i>
<i>IPBB</i>	<i>IP Backbone</i>
<i>ISDN</i>	<i>Integrated Services Digital Network</i>
<i>ISUP</i>	<i>ISDN User Part</i>

<i>ITU-T</i>	<i>International Telecommunication Union — Telecommunication Standardization Sector</i>
<i>JDC</i>	<i>Japanese Digital Cellular</i>
<i>LA</i>	<i>Location Area</i>
<i>LAI</i>	<i>Location Area Identity</i>
<i>LER</i>	<i>Label Edge Routers</i>
<i>LOS</i>	<i>Line-Of-Sight</i>
<i>LSR</i>	<i>Label Switching Routers</i>
<i>MAC</i>	<i>Media Access Control</i>
<i>MGW</i>	<i>Media Gateways</i>
<i>MM</i>	<i>Mobility Management</i>
<i>MoU</i>	<i>Memorandum of Understanding</i>
<i>MS</i>	<i>Mobile Station</i>
<i>MSC</i>	<i>Mobile Services Switching Center</i>
<i>MSISDN</i>	<i>Mobile Station ISDN number</i>
<i>MSRN</i>	<i>Mobile Station Roaming Number</i>
<i>MSS</i>	<i>Media Switch Server</i>
<i>NADC</i>	<i>North American Digital Cellular</i>
<i>NAMPS</i>	<i>Narrowband AMPS</i>
<i>NGN</i>	<i>Network Generation Network</i>
<i>NMT</i>	<i>Nordic Mobile Telephone</i>
<i>NSS</i>	<i>Network and Switching Subsystem</i>
<i>O&amp;M</i>	<i>Operations &amp; Maintenance Centre</i>
<i>OAM</i>	<i>Operation, Administration and Maintenance</i>
<i>OSI</i>	<i>Open Systems Interconnection</i>
<i>OSS</i>	<i>Operation and Support Subsystem</i>
<i>PAD</i>	<i>Packet Assembler Disassembler</i>
<i>PCH</i>	<i>Paging CHannel</i>
<i>PCS</i>	<i>Personal Communications Services</i>
<i>PDC</i>	<i>Personal Digital Cellular</i>
<i>PIN</i>	<i>Personal Identification Number</i>
<i>PLMN</i>	<i>Public Land Mobile Network</i>
<i>PMBOK</i>	<i>Project Management Body of Knowledge</i>

<i>POTS</i>	<i>Plain Old Telephony Service</i>
<i>PSPDN</i>	<i>Packet Switched Public Data Network</i>
<i>PSTN</i>	<i>Public Switched Telephone Network</i>
<i>RACH</i>	<i>Random Access CHannel</i>
<i>RF</i>	<i>Radio Frequency</i>
<i>RPE-LTP</i>	<i>Regular Pulse Excitation Long-Term Prediction</i>
<i>RR</i>	<i>Radio Resources management</i>
<i>RTCP</i>	<i>Real-Time Transport Protocol</i>
<i>SACCH</i>	<i>Slow Associated Control Channel</i>
<i>SCH</i>	<i>Synchronization CHannel</i>
<i>SDCCH</i>	<i>Standalone Dedicated Control CHannel</i>
<i>SDH</i>	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>
<i>SDP</i>	<i>Session Description Protocol</i>
<i>SIM</i>	<i>Subscriber Identity Module</i>
<i>SMS</i>	<i>Short Message Services</i>
<i>SMS-CB</i>	<i>Short Message Services Cell Broadcast</i>
<i>SMS-MO/PP</i>	<i>Short Message Services Mobile Originating/Point-to-Point</i>
<i>SMS-MT/PP</i>	<i>Short Message Services Mobile Terminating/Point-to-Point</i>
<i>SNR</i>	<i>Signal to Noise Ratio</i>
<i>SONET</i>	<i>Synchronous Optical Network</i>
<i>SRES</i>	<i>Signed RESult</i>
<i>SS</i>	<i>Supplementary Services</i>
<i>STM</i>	<i>Synchronous Transport Module</i>
<i>TACS</i>	<i>Total Access Communication System</i>
<i>TCH</i>	<i>Traffic CHannel</i>
<i>TCH/F</i>	<i>Traffic CHannel/Full rate</i>
<i>TCH/H</i>	<i>Traffic CHannel/Half rate</i>
<i>TDM</i>	<i>Time Division Multiplexing</i>
<i>TDMA</i>	<i>Time Division Multiple Access</i>
<i>TMSI</i>	<i>Temporary Mobile Subscriber Identity</i>
<i>TISPAN</i>	<i>Telecommunications and Internet Services and converged Protocols for Advanced Networking.</i>
<i>UMTS</i>	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>



<i>VAD</i>	<i>Voice Activity Detection</i>
<i>VLR</i>	<i>Visitor Location Register</i>
<i>WiFi ou Wi-Fi</i>	<i>IEEE 802.11b wireless LAN system</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
1.3 JUSTIFICATIVA .....	25
<b>2 TECNOLOGIA DE TELECOMUNICAÇÕES.....</b>	<b>27</b>
2.1 A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE TELEFONIA .....	28
2.2 SISTEMAS TELEFÔNICOS .....	30
2.3 A TELEFONIA NO INÍCIO DO SÉCULO XX .....	32
2.4 TELEFONIA "FIXA" .....	35
<b>2.4.1 Serviços para Redes de Telefonia Fixa .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.2 Protocolo SS7 .....</b>	<b>41</b>
<b>2.4.3 Protocolo SIGTRAN.....</b>	<b>47</b>
2.5 TELEFONIA MÓVEL .....	51
<b>2.5.1 Evolução tecnológica.....</b>	<b>51</b>
<b>2.5.2 Detalhamentos sobre as redes de telefonia móvel celular .....</b>	<b>59</b>
<b>2.5.3 Tecnologias de <i>backbone</i> utilizadas na telefonia móvel .....</b>	<b>63</b>
2.6 GSM – GROUP SPECIAL MOBILE .....	64
<b>2.6.1 Arquitetura da rede GSM .....</b>	<b>66</b>
2.7 REDES ORIENTADAS A DATAGRAMAS E O PROTOCOLO TCP/IP .....	71
<b>2.7.1 Redes orientadas a Pacotes (datagramas) .....</b>	<b>72</b>
<b>2.7.2 A camada de transporte.....</b>	<b>76</b>
2.8 TECNOLOGIAS VOLTADAS AO VOIP (VOICE OVER IP).....	79
<b>2.8.1 Redes MPLS.....</b>	<b>83</b>
<b>2.8.2 IMS em Redes NGN .....</b>	<b>104</b>
<b>2.8.3 NGN (Next Generation Networks) .....</b>	<b>109</b>
<b>2.8.4 Serviços para Redes de Telefonia Móvel .....</b>	<b>116</b>
<b>3 GESTÃO DE PROJETOS.....</b>	<b>120</b>
3.1 GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO .....	121
3.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE ACORDO COM O PMI .....	127
3.3 GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE TI .....	133
3.4 DESAFIOS E DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS PROJETOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL .....	139
3.5 DIFICULDADES RELACIONADAS À GESTÃO DE PROJETO DE TI.....	147

3.6 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DE NEGÓCIOS DAS REDES IMS / NGN ..	154
<b>3.6.1 Incertezas nos negócios.....</b>	<b>157</b>
<b>3.6.2 Vantagem do uso da NGN para os novos mercados de Telecomunicações .....</b>	<b>158</b>
<b>3.6.3 Estrutura Evolutiva e Modelagem de Processos para uma rede NGN</b>	<b>159</b>
3.7 APLICABILIDADE DE UMA TECNOLOGIA DE REDE A SER IMPLANTADA	160
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>163</b>
4.1 HISTORIA DE VIDA .....	170
4.2 DESCRIÇÃO GERAL DO ESTUDO DE CASO.....	172
<b>4.2.1 Escopo do Projeto.....</b>	<b>176</b>
<b>4.2.2 Fases do Projeto .....</b>	<b>179</b>
4.3 DESAFIOS RELACIONADOS COM O TRATAMENTO DE FALHAS E DISPONIBILIDADE DA REDE .....	194
4.4 Considerações sobre o Estudo de Caso .....	197
<b>4.4.1 Dificuldades relacionadas com o projeto.....</b>	<b>201</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>214</b>
REFERÊNCIAS.....	217
GLOSSÁRIO .....	224
ANEXO A - Entrevistas .....	236

## 1 INTRODUÇÃO

Na última década, estamos vivenciando uma grande revolução na forma de nos comunicarmos. A telefonia celular nos coloca próximos uns dos outros como jamais vimos antes. As tecnologias de redes sem fio já são amplamente utilizadas em locais públicos, como aeroportos e restaurantes, bem como em empresas, hospitais e escolas, possibilitando o amplo acesso à Internet e aos dados armazenados, sem necessidade de custosas infraestruturas de cabos de cobre ou fibra óptica, pelo menos nos Pontos de Acesso (AP) <sup>1</sup> das redes sem fio disponíveis para os clientes.

Com o uso da internet através de banda larga, percebeu-se a viabilidade de utilização dessa infraestrutura, que poderia ser aproveitada pela comunicação de voz sobre IP (*Internet Protocol*), conhecido como VoIP (*Voice over IP*, ou Voz sobre IP). Com essa tecnologia nas telecomunicações, a divulgação ficou mais ampla e viabilizou a larga utilização desse novo processo tecnológico. Usada, no início, na forma de software do tipo *Skype* <sup>2</sup>e outros semelhantes, para utilizar-se o VoIP, porém, era necessário que o computador estivesse conectado à Internet. Com isso, muitas empresas viram oportunidades de desenvolverem equipamentos que substituíssem a função do computador por funções de telefonia, sendo específicos para o uso, com custos acessíveis e com diversidades superiores aos programas de computador.

Com o sucesso desta tecnologia, os fabricantes aprimoraram e disponibilizaram essa versatilidade tecnológica, que antes era disponível apenas para a telefonia convencional, expandindo para a telefonia móvel, e assim possibilitando, com tarifas reduzidas, a utilização dos sistemas VoIP, com uso de

---

<sup>1</sup> Em uma rede local sem fios (*local area network, WLAN*), um ponto de acesso (*Access Point, AP*) é uma estação que transmite e recebe dados (por vezes referido como um transceptor). Um ponto de acesso conecta usuários a outros usuários dentro da rede e também pode servir como ponto de interligação entre a WLAN e uma rede cabeada fixa. Cada AP pode servir a múltiplos usuários dentro de uma área de rede definida; como as pessoas se movem para além do alcance de um ponto de acesso, eles são repassados automaticamente para o próximo AP. (TECHTARGET, 2015).

<sup>2</sup> *Skype* é um provedor de serviço de telefonia IP, que oferece chamadas gratuitas entre assinantes e chamadas de baixo custo para as pessoas que não usam o serviço. Além de chamadas de telefone padrão, o *Skype* permite a transferência de arquivos, mensagens de texto, chat de vídeo e videoconferência. O serviço está disponível para computadores *desktop*, notebooks e *tablets* e outros dispositivos móveis, incluindo telefones celulares. Uma série de empresas, incluindo *Skype*, produzem telefones *Skype* dedicados (TECHTARGET, 2015).

protocolos SIP ou similar, o que resultou que "a maioria empresas que fizeram essa opção têm relatado uma economia de custo dramáticas de até 40% para chamadas nacionais (DDD) e 90% para chamadas internacionais (DDI)" (JACKSON; SHORTER; FORCHT, 2009, p.107).

Segundo a Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL (2015), o Brasil registrou, em janeiro de 2015, mais de 281 milhões de linhas ativas na telefonia móvel em uso no Brasil. Sendo assim, o Brasil é o quarto país que mais utiliza telefones celulares no mundo, perdendo apenas para a China, Índia e Estados Unidos (ITU-T, 2014). Segundo o portal Ibope Media (2013), o Brasil possui 105 milhões de internautas, e já é o 5º país mais conectado do mundo. Em 2015, o Brasil deve se tornar o 4º país mais conectado, ultrapassando, inclusive, o Japão. De acordo com a Federação do Comércio do Rio de Janeiro, o percentual de brasileiros conectados à internet aumentou de 27% para 48%, entre 2007 e 2011 (PORTAL TO BE GUARANY, 2015). Logo era de se esperar que essas duas tecnologias de sucesso e dois mercados tão promissores (telefonia e Internet), pudessem convergir para uma só solução. Busca-se, antes de tudo, tratar deste tema de forma sistêmica e analítica.

Por um longo período, e até nos dias atuais, os sistemas de telefonia, seja através de telefonia fixa ou móvel, foram desenvolvidos para usarem uma tecnologia essencialmente baseada em sistema de multiplexação, tal como TDM (*Time Division Multiplexing*). Sistemas que apresentaram excelente desempenho, com altíssimos índices de QoS (*Quality of Service*), porém com baixa relação Custo *versus* Benefícios. Assim, as empresas de telefonia, particularmente de telefonia móvel, passaram para a busca de tecnologias com melhoria nessa relação, contudo sem grandes perdas no QoS. Aproveitando o desenvolvimento na área de VoIP, as empresas desenvolveram métodos de aplicação dessa tecnologia voltados à telefonia móvel.

Um dos maiores desafios dos últimos anos nas telecomunicações foi buscar formas tecnológicas e gerenciais de prover a migração do "antigo" mundo da telefonia, que usava padrões tradicionais de conexão, embora já digitais, mas ainda orientadas a circuitos, para o "novo" mundo de conexões orientadas a pacotes. Com essa nova abordagem, seria possível interligar dois universos antes quase intransponíveis, de forma que usuários da rede telefônica pudessem

utilizar-se da internet para realizar ligações telefônicas "tradicionais", através de *backbones* IP, de maneira semelhante como já é realizado para acesso à internet, sem que o usuário precisasse ter conhecimento disto. Essa visão revolucionária iniciou-se com o conceito de IMS (*IP Multimedia Subsystem*), por volta de 1999. Historicamente, os telefones móveis (celulares) têm prestado serviços de chamadas de voz, através de uma rede de padrão de "comutação de circuitos", ao invés de uma rede de comutação de pacotes IP. Os métodos alternativos de entrega de voz ou outros serviços de multimídia sobre IP tornaram-se disponíveis em *smartphones* (por exemplo, VoIP ou do *Skype*), mas essas tecnologias alternativas, na época, ainda não eram padrão em toda a indústria da telefonia. A IMS é uma arquitetura que foi desenvolvida para fornecer tal padronização. Através do conceito de IMS e do uso da tecnologia NGN (*Next Generation Network*), foi possível alcançarmos a terceira geração de telefonia celular (3G) e, posteriormente, a quarta geração (4G), a qual ainda se utiliza dos mesmos conceitos básicos.

Por termos participado do projeto de implantação da primeira rede 3G no Brasil e por acompanhar a implantação de outros projetos igualmente complexos, como grandes redes VoIP corporativas e redes de telefonia via satélites nível nacional e internacional, notou-se que apesar dos profissionais dessa área muitas vezes serem detentores de conhecimento de tecnologia complexa e considerada "de ponta", parecia-lhe que isto não era suficiente para a implantação dessas tecnologias, se não fosse o uso de técnicas e melhores práticas de Gestão de Projetos as quais viabilizariam a integração de equipes de profissionais multidisciplinares, e, por conseguinte, a integração dos diferentes "mundos" tecnológicos. Por ter estado à frente da equipe de tecnologia que tinha como missão integrar esses mundos, levantou-se uma **hipótese de base**, que foi o embrião para a presente dissertação: "A questão da implantação de projetos de uma rede CMN (*Cellular Mobile Network*, ou Rede de Telefonia Móvel) está para além das questões tecnológicas e adentra numa forte abordagem de gestão de projetos".

Pretende-se, com o presente trabalho, apresentar o nível de dificuldade para idealizar e preparar um projeto como este, no qual se encontram diversos desafios, como o envolvimento de profissionais de várias áreas tecnológicas,

interligação dessas tecnologias, dificuldades na coordenação para se interligar essas áreas, dificuldades no levantamento de requisitos junto ao cliente e outras questões semelhantes.

Logo, para que a transição de redes 2,5G <sup>3</sup> para 3G ocorresse, seria necessário ultrapassar grandes desafios tecnológicos e foi preciso que as empresas de telecomunicações buscassem soluções para vencer diversas barreiras, seja no **aspecto tecnológico**, seja no **aspecto de gestão de projetos**. Pretende-se, na presente dissertação, abordar esses dois mundos, aparentemente desacoplados, e cujo projeto de transferência tecnológica, ou seja de uma geração para outra imediatamente superior, conhecido como "migração", exige da gestão de projetos conhecimento multidisciplinar, de maneira que desafios, altamente complexos no aspecto tecnológico, possam ter uma interpretação supra tecnológica. Portanto, busca-se aqui tentar trazer a compreensão de conceitos, tanto de aspectos tecnológicos como de aspectos gerenciais, estratégicos, profissionais e até humanos que mostram o quanto tais passos de superação da indústria, neste caso de telecomunicações, podem ajudar, não somente os *stackholders*, mas todo um universo de profissionais envolvidos, incluindo as operadoras de telecomunicações, fabricantes de dispositivos tecnológicos, governo, clientes e toda a sociedade moderna.

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se uma introdução explanando os objetivos principais e específicos, bem como sua organização. No segundo capítulo, trata-se do Referencial Teórico voltado às questões tecnológicas, onde se explica as tecnologias que são aqui apresentadas e, que apesar de tratar especialmente da terceira geração de redes CMN (*Celular Mobile Network*), ainda são referências nos modernos projetos de sistemas de redes CMN. Esse capítulo inclui também importantes conceitos de redes IMS e NGN. No terceiro capítulo, aborda-se o Referencial Teórico relacionado com os conceitos de Gestão de Projetos, os quais são usados na implantação de redes CMN e, especialmente, no projeto de

---

<sup>3</sup> A Geração 2.5G descreve o estado da tecnologia e capacidade sem fio (*wireless*) geralmente associada com a *General Packet Radio Services* (GPRS), ou seja, entre a segunda e a terceira gerações de tecnologia sem fio. A segunda geração 2G ou de nível de wireless é geralmente identificada como *Global System for Mobile* (GSM) e o serviço móvel de terceira geração ou de nível 3G é geralmente identificado como *Universal Mobile Service Telecomunicações* (UMTS). Cada geração proporciona uma maior taxa de dados e capacidades adicionais.

que trata a presente dissertação. No quarto e último capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada no presente trabalho, onde é apresentado o Estudo de Caso, do qual o autor participou, na migração e implantação da primeira rede CMN do Brasil, padrão 3G.

A metodologia usada foi, inicialmente, a pesquisa bibliográfica e documental, acrescida do método de história de vida. Foram também acrescentadas entrevistas com participantes do projeto, visando a triangulação dos elementos coletados na abordagem de história de vida.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal da presente dissertação é mostrar que, em relação aos projetos de implantação de rede de telefonia CMN, com uso de arquitetura NGN/IMS, para uma melhor compreensão dos mesmos, não se pode ter apenas uma visão puramente de avaliação tecnológica, mas deve-se buscar ter um olhar para além dessas questões. De outra forma, não seria suficiente obter-se um entendimento mais completo no universo das telecomunicações atuais, devendo portanto serem analisados também outros aspectos tão especiais quanto a tecnologia, sob uma ótica de gestão de projetos, visto que, sem essa visão, seria praticamente impossível consolidar todas as tecnologias, suas equipes de especialistas, o *know-how* envolvido, os desafios superados, seja de ordem tecnológica, de ordem dos recursos envolvidos, de naturezas diversas (humanas e financeiras), de ordem estratégica, envolvendo questões comerciais, gerenciais, normatizações, regulatórias, e outras relacionadas com esse tipo de projeto.

Porém, é importante também, que se possa compreender a tecnologia utilizada em tais projetos antes de se aprofundar na gestão dos mesmos. Por isso, inicialmente, pretende-se apresentar um estudo detalhado sobre as soluções de VoIP aplicadas à telefonia Móvel e as tendências tecnológicas atuais das empresas de telecomunicações, que passaram a usar as redes IP como rede principal para transmissão de Voz digitalizada, substituindo as antigas redes analógicas (baseadas em multiplexação do tipo TDM). Arquiteriuras específicas, tais como a IMS (*IP Multimedia Subsystem*) e NGN (*Next Generation Network*),



buscam atingir essa finalidade.

Por esta razão, levantou-se uma **hipótese base**, de que a questão da implantação de projetos de uma rede CMN supera em muito as questões tecnológicas envolvidas e adentra numa forte abordagem de gestão de projetos.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Afim de que se possa apresentar melhor o objetivo geral, decidiu-se pelo uso de uma metodologia de levantamento bibliográfico, na qual se apresenta, de forma evolutiva, os aspectos tecnológicos gerais que culminaram com o aparecimento da NGN e, em seguida, os elementos indicados no estudo de caso apresentado, no que tange à questão de gestão de projetos tecnológicos. Serão relacionados, a seguir, os principais temas que serão tratados:

- Apresentar o desenvolvimento da telefonia analógica e digital, a tecnologia de telefonia móvel e seus principais elementos e uma Introdução às redes de telefonia móvel celular, além de apresentar os princípios de tecnologias utilizadas na telefonia móvel;
- Apresentar as características de VoIP. O uso de VoIP em telefonia digital, especificamente em telefonia móvel. O uso de NGN para telefonia móvel. Realizar estudo de caso em empresa que adotou a tecnologia NGN. Avaliar as novas tendências para uso do VoIP em telefonia móvel e analisar os custos *versus* benefícios da tecnologia VoIP;
- Apresentar, com uma visão de gestão técnica, as dificuldades de implementação das novas tecnologias, em detrimento de tecnologias já amadurecidas. Apresentar os desafios de gestão técnica no projeto, relacionadas com dificuldades de adaptação das tecnologias originais com a restrição de recursos apresentadas pelas operadoras nacionais, com as dificuldades de nível técnico dos profissionais envolvidos, com a falta de treinamento do pessoal técnico e a ausência de laboratórios específicos para implementação de novas tecnologias. E apresentar uma avaliação

dos problemas de implantação das novas tecnologias causados pelas necessidades de regulamentação e desregulamentação geridas pela agência de regulamentação do governo.

- Demonstrar os resultados, propostos pela hipótese base, de que a questão da execução de projetos de uma rede CMN é mais do que apenas o tratamento de questões de tecnologia, envolvendo uma abordagem e um tratamento de gerenciamento de projetos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Com o advento da globalização e da necessidade de uma maior competitividade, as empresas buscam a redução dos seus custos, através de cortes de colaboradores, reciclando e otimizando custos com serviços necessários.

Assim, com o advento do VoIP, muitos clientes buscam minimizar os custos com a telefonia, principalmente na comunicação com as filiais. Devido a isso, faz-se necessário que os clientes, principalmente os empresariais, façam uma avaliação mais aprofundada sobre as características deste serviço, afim de se buscar adquirir conhecimento numa área que será vivenciada por muitas empresas e se estenderá por muitos anos no mercado empresarial do futuro.

Para isso, é necessário que operadoras de telecomunicações procurem se adaptar rapidamente a essa "nova" tendência. É preciso que essas operadoras busquem novas alternativas tecnológicas, como a arquitetura aqui tratada (redes CMN com IMS/NGN). É extremamente importante que se utilize de metodologias ou práticas de gestão de projetos, pois projetos dessa magnitude não têm espaço para falhas, considerando o altíssimo investimento financeiro e os riscos comerciais e estratégicos envolvidos.

Para que se possa ter uma melhor compreensão do desenvolvimento que se atingiu na tecnologia de telecomunicações, é apresentado, a seguir, um breve histórico do surgimento dessa tecnologia, desde o aparecimento do primeiro telefone, em 1876, até os dias de hoje. Dessa forma, pode-se aquilatar o grande passo que a sociedade atingiu, em pouco mais de um século, e assim pode-se ter

uma melhor noção em que ponto nos encontramos na escala de desenvolvimento, que nos leva a soluções cada vez mais dinâmicas e avançadas.

## 2 TECNOLOGIA DE TELECOMUNICAÇÕES

É importante frisar que o presente referencial teórico tem o objetivo de trazer melhor compreensão acerca do arcabouço tecnológico abordado no presente trabalho e mais especificamente no estudo de caso, de forma a enfatizar a importância de um projetista ou gerente de projetos terem domínio técnico do tema, permitindo que fragilidades e outros elementos da questão tecnológica e da gestão de projetos sejam evidenciados.

Se existiu uma tecnologia que mudou radicalmente o comportamento das pessoas, com certeza foi a telefonia. Inicialmente rejeitada, e considerada como supérflua, depois de poucos anos, foi rapidamente aceita e incorporada ao dia-a-dia dos cidadãos em todas as partes do mundo. Hoje, após quase 140 anos, é difícil se achar um local onde não se tenha pelo menos um telefone.

Muitas ideias e invenções foram evoluindo ao longo do tempo. Não foi diferente com a telefonia. Desde sua criação, tem evoluído rapidamente, não somente em sofisticação tecnológica, mas também em número de aparelhos no mundo. Depois do primeiro aparelho de Alexander Graham Bell <sup>4</sup>, em 1876, hoje já existem mais aparelhos celulares no mundo do que pessoas. São mais de 7 bilhões de celulares no mundo, além dos aparelhos fixos. Só o Brasil, segundo a ANATEL (2015), fechou o ano de 2014 com 280 milhões de aparelhos celulares.

Buscando se ter um melhor entendimento dessas importantes ferramentas de comunicação, é mister que se possa compreender os passos que a tecnologia percorreu até nos levar ao sofisticado aparelhamento tecnológico de hoje. Não seria possível se ter um entendimento e uma visão do momento que se vive hoje, no que se refere a tecnologia utilizada nos projetos de telecomunicações, com toda complexidade de conhecimentos envolvidos, tanto no que diz respeito à engenharia de telecomunicações, quanto à gestão de projetos da mesma, sem se permitir um "olhar para traz", afim de melhor se

---

<sup>4</sup> Alexander Graham Bell (1847-1922), cientista americano de origem escocesa, mais conhecido como o inventor do telefone, trabalhava em uma escola para surdos durante a tentativa de inventar uma máquina que iria transmitir som por eletricidade. A Bell foi concedida a primeira patente oficial para o seu telefone em março 1876, embora ele viria a enfrentar anos de desafios legais à sua afirmação de que ele era seu único inventor, resultando em uma das batalhas de patentes mais longas da história. Bell continuou seu trabalho científico pelo resto de sua vida, e usou seu sucesso e riqueza para estabelecer vários centros de pesquisa ao redor do mundo (HISTORY, 2015).

compreender os passos que foram necessários avançar, até se chegar ao momento atual. Optou-se, portanto, pela apresentação de alguns marcos históricos da evolução das redes telefônicas. Se pretende assim, oferecer uma complementação com informações indiretamente relacionadas ao tema em questão, buscando-se enriquecer-se o texto de forma a passar uma melhor compreensão da evolução da tecnologia de telefonia.

De acordo com o texto "Projeto final de curso" da Universidade de Brasília, nos trabalhos de conclusão de curso, incluindo dissertações de mestrado, "a pesquisa deve ser o resultado em relatório que representa o trabalho experimental ou exposição científica [...] e demonstrar o conhecimento de literatura existente sobre o assunto." (UnB, 2008, p.1). O texto também ressalta a importância da pesquisa histórica sobre o tema ou assuntos relacionados com o tema, conforme se pode ver abaixo:

Todo projeto de conclusão de curso exige um relatório escrito baseado em teorias, mesmo que o assunto estudado seja algo prático como uma campanha publicitária ou um projeto arquitetônico. Porém, o inverso não se aplica. As divisões dos tipos de trabalho variam entre cada área de conhecimento. Em suma, o projeto pode ser teórico, prático ou uma união dos dois. Na primeira situação, o aluno pode fazer estudo de caso pesquisar sobre um fato histórico ou evento importante ou formular uma teoria por meio de pesquisa ou reavaliação das semelhantes. (UNB, 2008, p.2).

A seguir serão apresentados os principais marcos da criação e da evolução dessa tecnologia.

## 2.1 A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE TELEFONIA

Alexandre Graham Bell estava tentando aperfeiçoar o telégrafo para a transmissão de mais de duas mensagens simultâneas pelo mesmo fio, estava trabalhando numa teoria de um diapasão que possibilitasse a transmissão de seis a oito mensagens sincrônicas por um único fio, o qual nomeou de telégrafo harmônico (RUIZ, 1973).

Em suas pesquisas, Bell descobriu o princípio do funcionamento do dispositivo que depois viria a ser o que chamamos hoje de telefone. Em meio a suas experiências, ele procurou auxílio para fabricação das peças de que necessitava junto à loja de artigos elétricos de Charles Willians Junior, empresa

que na época era ultrapassada apenas pela *Western Electric*, de Chicago. A *Western Electric* designou, para lhe dar assistência, Thomas A. Watson, que não só se tornou um grande amigo, como mais tarde recebeu uma participação nas patentes de Bell, como parte do pagamento de seu valioso trabalho.

Bell e Watson trabalhavam em novas tentativas com o telégrafo. Em 2 de junho de 1875, Watson estava operando os transmissores, fazendo com que, um a um, soltassem um ruído que se assemelhava a um "lamento", e Bell, em outra sala, estava afinando as cordas dos receptores e procurava ajustar o som por meio de um sistema de parafusos. De repente, Watson, ao experimentar a corda de um transmissor, puxou-a com mais força que o normal e largou-a. Como a palheta, no receptor, tinha sido apertada muito forte, provocou um som totalmente diferente dos já ouvidos até então. Bell, que tinha experiência nessas questões, percebeu a diferença e notou que a corrente que foi induzida possuía bastante força para a sua utilização prática. Isso era o que ele estava buscando: uma corrente elétrica que pudesse variar de intensidade da mesma forma que o ar varia de densidade, transmitindo sons audíveis num certo espaço da corda do receptor.

O incidente, que ocorreu nesta experiência, pôde demonstrar que o aparelho que Bell idealizava para produzir uma corrente variável em intensidade não era mais necessário, pois ali estava um mecanismo que revelou que o mesmo resultado poderia ser obtido de forma mais simples. Ele, então, passou para Watson a tarefa de construir o primeiro aparelho elétrico que possibilitava a transmissão da voz. Logo, sua pesquisa inicial sobre o *telégrafo harmônico* não seria mais continuada.

Bell e Watson passaram o resto do verão fazendo várias experiências e, finalmente, em setembro daquele ano, Bell começou a tarefa de redigir os requisitos técnicos necessários à obtenção da patente do primeiro telefone.

Em 7 de março de 1876, foi concedida a primeira patente telefônica de Bell, com o nº 174.465. No documento de patente, o invento foi descrito como um " [...] aparelho para transmitir a voz e outros sons telegraficamente [...] pelas variações da corrente elétrica, similares na forma às variações do ar, acompanhando cada palavra pronunciada ou outros sons." (RUIZ, 1973, p.22).

Como uma peça do destino, três dias após a concessão da patente, ocorreu um acidente providencial. Bell derrubou um pouco de ácido na roupa ao limpar a bateria, e então disse com simplicidade - "Watson, vem cá. Quero falar-te". Na outra sala, próximo ao outro aparelho, esta frase chegou a Watson, de forma clara e completa. Era a primeira vez que uma frase inteira, sem nenhuma interrupção havia sido transmitida do outro lado.

A partir deste período, os resultados foram sendo melhorados a cada nova tentativa, de maneira que, no verão daquele mesmo ano, já era possível conversar com muita facilidade pelo telefone.

## 2.2 SISTEMAS TELEFÔNICOS

Os princípios básicos do telefone foram definidos no final do século XIX, e são os mesmos até os dias de hoje.

Felizmente, devido ao invento da pilha elétrica, por Alexandre Volta, em 1801, Graham Bell, setenta e cinco anos depois (1876), pôde idealizar o telefone, usando-a para produzir energia elétrica para alimentar o sistema de transmissão da voz. E com a veloz propagação do invento, tornou-se impensável se fazer uma ligação sem que ela fosse canalizada através de estação telefônica.

Inicialmente, o primeiro sistema utilizado era do tipo que usava bateria local, onde a fonte de alimentação (pilha) era acondicionada no próprio equipamento (conhecida como mesa operadora e aparelho telefônico), Nessa época, existia uma manivela no equipamento que fazia parte de um conjunto chamado de "magneto", que originou o nome deste sistema. Para se fazer uma ligação telefônica, o usuário tinha que girar a manivela, gerando corrente elétrica alternada (CA), provocando o acionamento de uma campainha na mesa operadora. A telefonista, então, ao ouvir esse sinal, atendia o chamado, colocando a pega (cordão) no *jack* (orifício) correspondente. A chamada era completada com o uso de outra pega correspondente no *jack* solicitado. A telefonista, nesse momento, girava a manivela da mesa e, no telefone chamado (destinatário da ligação), a campainha tocava, fazendo com que o destinatário atendesse a ligação.

Para permitir maior rapidez das ligações, as baterias foram instaladas nas estações telefônicas, surgindo um novo sistema, o de bateria central. Os aparelhos telefônicos deixaram de ter manivelas e locais para baterias, reduzindo seu tamanho e custo. Neste "novo" sistema, era necessário apenas que o usuário retirasse o fone do gancho e em seguida a telefonista o atendia. A ligação era completada da mesma forma e para chamar o telefone pedido era acionado apenas um interruptor.

Com a instalação das baterias centralizadas, buscava-se maior rapidez. Não se podia depender de pessoas que, inclusive, tinham o poder de alterar o destino de uma chamada.

Surge, então, nesta época, o sistema automático. Com esse sistema, não era mais necessária a intervenção da telefonista. Foram, assim, instalados "discos" nos aparelhos, através dos quais o usuário poderia acionar o equipamento comutador da central, apenas selecionando o número do aparelho com que desejava se comunicar. Para cada número "discado", movimentava-se automaticamente um seletor até que a ligação fosse completada. Eram as centrais do tipo "passo a passo", instaladas na capital de São Paulo a partir de 1928.

Nas centrais com relês, a ligação é efetuada rapidamente. Num mundo mais acelerado, onde ocorria a Revolução Industrial, as distâncias precisavam encurtar e o mundo precisava de comunicação instantânea. Neste momento, o mundo da telefonia entra na era da eletrônica, das "Centrais por Programas Armazenados" (CPAs), por volta dos anos 80.

Caminha-se a passos largos, através do uso de transistores, LED (*Light Emission Diode*), circuitos impressos e finalmente chegamos aos chips (CI, Circuitos Integrados). A central do tipo CPA pôde ser tratada como um computador programado e pronto para realizar funções telefônicas. Isso foi fundamental para a evolução da rede telefônica, para a rede de múltiplos serviços (telefone, fax, caixa de voz), a qual apresentava memória de programas e de dados, passando a ser uma rede mais econômica no que se refere ao uso de pessoal, operação e manutenção, espaço ocupado e demais equipamentos de operação. E, finalmente, oferece ao usuário, diversas facilidades como por exemplo: discagem abreviada (poucos dígitos); atendimento simultâneo;



transferência de chamada; bloqueio de interurbano pelo próprio aparelho, entre outras.

Mas, apesar de todo esse desenvolvimento, isto não foi suficiente para um mundo que não pode esperar que o homem chegue ao seu escritório ou à sua casa para atender o telefone e se comunicar. Hoje, é preciso que qualquer pessoa possa ser localizada de imediato, onde quer que esteja, e foi nesse contexto que surgiram os telefones celulares, com a transmissão de sinais de voz por frequência (FDMA, *Frequency Division Multiplex Access*), através das Estações Rádio Base (ERB).

Hoje, com a tecnologia atual, não se transmite apenas voz, mas com o sonho de Graham Bell, transmite-se "tudo": fotos, desenhos, textos, dados e imagens ao vivo através da linha telefônica.

### 2.3 A TELEFONIA NO INÍCIO DO SÉCULO XX

O Brasil figura entre os primeiros países do mundo a ter, em seu território, telefones em funcionamento. A princípio, o aparelho telefônico era utilizado, possivelmente, mais como um objeto de curiosidade científica do que com o caráter prático que se tem de hoje.

Ainda hoje se comenta qual foi o primeiro telefone a chegar ao país. Alguns acham que teria sido instalado em 1877 (um ano depois do telefone ter sido apresentado na Exposição de Filadélfia), operando na casa comercial "O Grande Mágico", no Beco do Desvio, atual rua do Ouvidor nº 86, conectando a loja ao quartel do Corpo de Bombeiros (RJ) (JEUNESSE; DELAFOSSE, 1996).

Uma outra versão da história diz que D. Pedro II recebeu o primeiro aparelho telefônico do próprio Graham Bell como presente e que teria iniciado a operar em janeiro de 1877, no Palácio de São Cristóvão (hoje chamado de Museu Nacional), localizado na Quinta da Boa Vista. O telefone tinha uma linha ligada até o centro da cidade e foi fabricado nas oficinas da "*Western and Brazilian Telegraph Company*".

Apesar da grande disseminação do uso do telefone na época, não foram tomadas providências nem realizado planejamento que permitisse que os serviços funcionassem em larga escala. Apenas em 15 de novembro de 1879 é que surgiu

a primeira concessão para exploração dos serviços no Brasil, através um Decreto Imperial, concedendo a Paul Mackie, que representava os interesses da "*Bell Telephone Company*" no país, licença para implantar e operar linhas telefônicas na capital do Império (RJ) e também na cidade de Niterói. Naquela época, os assinantes não tinham que pagar pelo uso das linhas, mas pagavam apenas uma taxa de utilização, anual ou mensal. Desde então, até o final do Império, seguiram-se vários decretos de regulamentação. Todos procuravam ordenar a prestação do serviço, distribuindo concessões nas várias regiões.

Em 1885, Lars Magnus Ericsson, o sueco que fundou a empresa L. M. Ericsson em 1876, quando iniciou suas atividades numa oficina modesta de consertos de equipamentos de telegrafia, resolveu industrializar o primeiro aparelho telefônico, usando um transmissor e receptor (bocal e auricular) os quais foram acoplados numa única peça, criada inicialmente por Anton Avéns e Leonard Lundqvist, em 1884, e desta se criou o famoso monofone, tão utilizado na telefonia ainda nos dias de hoje.

Em 1892, Almon Brown Strowger, empresário no ramo de funerárias, que possuía grande habilidade na construção de aparelhos elétricos e de telegrafia, inventou a primeira central telefônica automática, ainda como protótipo. A primeira central automática do mundo só tinha 56 telefones.

Em 1889, com o aparecimento da República, poucas alterações foram verificadas na relação entre poder público e prestadores de serviços telefônicos. A mudança mais importante foi um maior rigor e um aumento do controle do Estado em relação ao valor das tarifas cobradas pelo serviço. Os preços foram, então, estabelecidos pelo decreto de 26 de março de 1890. Apesar desse maior controle, todos os contratos anteriormente celebrados pelo governo Imperial foram honrados à risca, demonstrando como o Império e a República continuavam mantendo, com estas empresas, a maioria delas de capital estrangeiro, uma relação muito semelhante.

A automatização foi feita de forma gradativa. Foi somente nos primeiros anos do século XX, que as principais cidades norte-americanas implantaram centrais telefônicas automáticas. Em Paris, no ano de 1913, já existiam cerca de 93 mil telefones manuais. Em Nova York, no entanto, que já dispunha de uma

rede de 500 mil telefones manuais, a automatização total só aconteceria a partir de 1919.

No nosso país, a primeira central automática foi inaugurada em Porto Alegre, em 1922. Foi a terceira das Américas, depois apenas de Chicago e de Nova York. A segunda central do Brasil foi também de outra cidade gaúcha: Rio Grande, em 1925. Essas instalações no Brasil ocorreram antes mesmo de Paris e de Estocolmo. Em São Paulo, a primeira estação foi inaugurada em julho de 1928, cujo prefixo era "5", na área do Centro "Palmeiras". Eram inicialmente composta de 9 mil terminais de fabricação norte americana da empresa "*Automatic Electric*" e funcionaram, ininterruptamente, até meados de 1997.

No início do século XX, o telefone ainda não era usado por grande parte da população, que tinha pouco interesse nessa tecnologia. Grande parte da sociedade não tinha compreendido o significado e a importância do telefone em termos de mudança. Tanto é verdade, que a maioria das empresas de telefonia sofria problemas para tornar seus negócios rentáveis. No início, as empresas ofereciam uma espécie de "*test-drive*" para que os usuários pudessem aceitar um telefone em sua casa, gratuitamente, a título de experiência. E, mesmo assim, a maioria ainda devolvia após o período de testes, por qualquer pequeno incidente que ocorresse.

Porém, isso não foi um "privilegio" apenas do telefone. Muitas invenções, que hoje nos parecem essenciais, já passaram por essa espécie de rejeição. No entanto, o século XX caracterizou-se pela capacidade de "criar" novas necessidades e, em poucos anos, o telefone conseguiu prestígio e foi difundido em várias regiões do país. Finalmente, tornou-se uma necessidade e, hoje, o telefone é, para a maioria das pessoas, extremamente necessário. Para algumas instituições, é um recurso indispensável e, sem o telefone, seria simplesmente impossível manter e operar seus serviços e negócios.

É muito interessante, no que tange aos primeiros anos do uso dessa tecnologia, a maneira como este foi se incorporando à vida das pessoas, a ponto de ir se tornando parte do nosso mundo e, ao mesmo tempo, se misturando às suas atividades e ganhando cada vez mais espaço, até que, conforme se pode observar hoje, tornou-se um serviço completamente imprescindível.

Com a evolução natural da telefonia e da transmissão via RF (radiofrequência), a mesma foi dividida em basicamente dois tipos, a que é considerada "fixa", pois possui terminais afixados à residência ou local de trabalho do assinante e a telefonia móvel, que permite mobilidade graças a criação de dispositivos que utilizam transmissão via rádio. A seguir será tratada da tecnologia que esta por trás da telefonia fixa.

## 2.4 TELEFONIA "FIXA"

Serão apresentados, a seguir, os conceitos básicos de telefonia considerada "fixa", tais como protocolos ISDN e SS7, que foram, e ainda são largamente usados como *core* (núcleo) principal da telefonia. Muitos desses protocolos continuaram sendo usados, mesmo com o advento da telefonia móvel. Na verdade, os dois mundos não se anularam, mas se complementaram, de forma que hoje em dia as duas tecnologias trabalham em completa harmonia. A telefonia fixa, na verdade, foi e ainda é, o alicerce sobre o qual a telefonia móvel foi construída. A telefonia móvel não poderia ainda hoje existir de forma isolada. Apenas algumas funções da fixa, foram incorporadas à móvel, porém, uma função de grande importância ainda usada na arquitetura fixa, é sua atuação como principal *backbone*<sup>5</sup> para a internet mundial. Em suma, a internet não existiria hoje sem toda infraestrutura da telefonia fixa.

Para que se possa melhor entender a abrangência dos serviços prestados pela telefonia fixa, é necessário compreender os elementos que compõem esse tipo de rede. A seguir, serão apresentados, além desses serviços, os elementos que proveem a interligação entre os elementos de uma rede de telefonia fixa.

### 2.4.1 Serviços para Redes de Telefonia Fixa

Os serviços providos por uma rede de telefonia tradicional, para operarem adequadamente, requerem as seguintes soluções críticas de comunicação:

---

<sup>5</sup> Um *Backbone* é uma linha de comunicação maior que transporta dados coletados a partir de linhas menores que se interligam a ele (TECHTARGET, 2015).

- Assegurar o controle operacional sem falhas de prestação de serviços;
- Fornecer cálculo de faturamento (*billing*) exato para a cobrança de faturas;
- Manter um ambiente seguro para os funcionários e o público em geral;
- Oferecer aplicações de voz e dados para melhorar a eficiência e a produtividade;
- Operar de forma segura com redes elétricas, oleodutos de gás natural e fontes de água.

Redes de serviços públicos (PSTN) são tradicionalmente construídas para transportar informações entre a sede da provedora de serviços e todos os locais remotos, usados para gerenciar a capacidade, monitorar e controlar o sistema, cobrar os clientes e fornecer comunicação de rádio móvel. O tráfego é normalmente transportado pelas operadoras por um sistema de "*Time Division Multiplexing*" (TDM), baseados em circuitos como RS-232<sup>6</sup>, V.35<sup>7</sup>, e E&M<sup>8</sup>. Algumas aplicações de serviços mais usuais são mostradas na Figura 1, a seguir, a qual apresenta linhas de comunicação interligando os locais de transmissão de recepção. Os serviços apresentados são:

- Serviços prestados do lado do provedor: leitura de medição, controle de capacidade, predição de demanda, monitoramento de alarmes, rádio móvel.

---

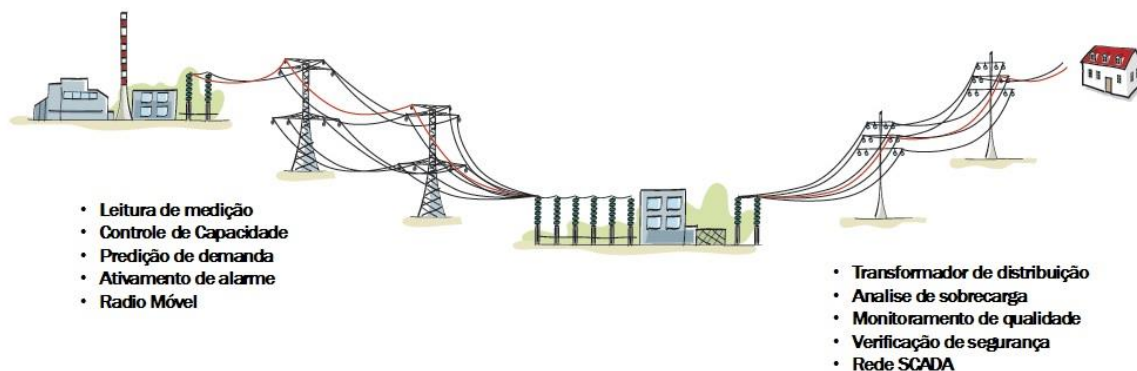
<sup>6</sup> RS-232C é um padrão estabelecido há muito tempo ("C" é a versão atual), que descreve a interface física e protocolo para a comunicação de dados em série relativamente de baixa velocidade entre computadores e dispositivos relacionados. Foi definido por um grupo comercial da indústria, o *Electronic Industries Association* (EIA), originalmente para dispositivos teleimpressor (teletipo) (TECHTARGET, 2014).

<sup>7</sup> V.35 é um padrão preterido por muito tempo para um modem, que sobreviveu apenas sob a forma de um conector, a forma de pinagem e que foram definidos para o modem. O conector V.35 é grande, volumoso, e lento para os padrões atuais. Um padrão ITU (1968) para modems de banda grupo que combina a largura de banda de vários circuitos telefônicos para alcançar maiores taxas de dados. Embora não seja o especificado no padrão ITU, o conector V.35 tornou-se um padrão de fato para a interface serial no intervalo 48-64 Kbps. Ele é geralmente usado entre um modem e um multiplexador (YOURDICTIONARY, 2015).

<sup>8</sup> *Ear and Mouth*, E&M ("Ouvido e boca") é uma tecnologia de voz sobre IP (VoIP), que utiliza um aparelho de telefone tradicional com um fone de ouvido (ou auscultador) para ouvir o áudio de entrada e um microfone (ou bocal) para transmissão de áudio. Chamadas usando uma interface E&M podem ser feitas a partir de, recebidos a partir de, ou desconectados por um PBX, (*Private Branch Exchange*, Comutador de Central Privada) bem como a partir de um computador com capacidade de VoIP (TECHTARGET, 2015).

- Serviços de telemetria do lado do cliente: transformador de distribuição, análise de sobrecarga, monitoramento de qualidade, verificação de segurança, rede SCADA <sup>9</sup>.

Figura 1 - Operação de serviços tradicionais



Fonte: Alcatel-Lucent (2010).

Os circuitos TDM tradicionalmente admitem níveis de alta confiabilidade, como “caminho unidirecional de comutação em anel” (UPSR - *unidirectional path-switched ring*), ao usar tecnologias de enquadramento SONET ou SDH <sup>10</sup>, o que permite a capacidade de recuperação de falhas em menos de 50 milissegundos.

Para fornecer a proteção de rede necessária, SONET / SDH tem sido tradicionalmente usadas em um ambiente anel em que o tráfego é replicado e enviado em ambas as direções, dobrando o consumo de largura de banda. Com SONET / SDH, os circuitos são estabelecidos em uma configuração estática, geralmente em incrementos de VT1.5 (1,5 Mbps) ou UT-12 (2,0 Mbps)<sup>11</sup>. Esta

<sup>9</sup> SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*, ou controle de supervisão e obtenção de dados) é uma categoria de programa de aplicação de *software* para controle de processos, coleta de dados em tempo real, a partir de locais remotos, a fim de controlar o equipamento e condições. O SCADA é usado em usinas de energia, bem como em petróleo e refino de gás, telecomunicações, transporte, água e controle de resíduos.

<sup>10</sup> SONET/SDH: O **SONET** é o padrão da *American National Standards Institute* para a transmissão de dados síncrona em mídia óptica. O equivalente internacional da SONET é *Synchronous Digital Hierarchy* (**SDH**). Juntos, eles garantem padrões de modo que as redes digitais podem interligar internacionalmente e que os sistemas de transmissão convencionais existentes podem tirar proveito das mídias ópticas por meio de anexos tributários.

<sup>11</sup> No SONET/SDH, a largura de banda é definida em múltiplos de uma OC-1 / STS-1, cada uma das quais pode transportar até 51,84 Mbps. No entanto, é frequentemente desejável abordar porções muito menores de largura de banda. Para atender a essa necessidade, as instalações com sub-STs-1 chamado "Afluentes virtuais" (VT, *Virtual Tributaries*) foram definidas. Na América do Norte e no Japão, o VT1.5 é o VT mais comum, porque pode transportar 1.728 Mbps; espaço suficiente apenas para um sinal de DS1 / T1. Na Europa, a VT2 (com uma taxa de 2.304 Mbps de dados) é usada para transportar E1s.

abordagem funciona bem e está implantada em muitos serviços de redes públicas atualmente, mas isso significa que a largura de banda é reservada para um circuito especial, seja ele usado ou não. Conseqüentemente, um aplicativo pode ter insuficiência na largura de banda, devido à largura de banda reservada para um aplicativo ocioso.

Como cada circuito, em uma implementação TDM tradicional é definido com largura de banda pré-definida, a qualidade de serviço (QoS) é inerente ao sistema. Uma vez que o circuito é definido, uma aplicação só pode utilizar a largura de banda atribuída a ele. Quando novos serviços baseados em pacotes (principalmente aplicação em IP) estão sendo integrados em uma infraestrutura comum com TDM, a rede precisa ser capaz de diferenciar entre o tráfego de alta prioridade crítica e o tráfego de menor prioridade, ao aplicar os limites máximos do atraso e *jitter*<sup>12</sup> numa rede.

A Figura 2, a seguir, mostra um típico serviço de rede SONET / SDH. São mostradas várias centrais Móveis (MSC) que estão interligadas através de conexões OC-3/STM-1<sup>13</sup>. Essas conexões, por possuírem alta taxa de transferência, normalmente são utilizadas como meio físico para o *backbone* das operadoras ISP (na figura representado por um grande "tubo" horizontal). Normalmente, as funções de gerenciamento e controle são centralizadas em um único local e ligadas através de um anel para todas as subestações. O Centro de Operações de Rede (*NOC - Network Operations Center*) está ligado ao anel com uma taxa no padrão de OC-3/STM-1. As subestações podem ser conectadas por

---

<sup>12</sup> *Jitter*: são variações bruscas e indesejadas de uma ou mais características do sinal, tais como o intervalo entre impulsos sucessivos, a amplitude dos ciclos sucessivos, a frequência ou a fase dos ciclos sucessivos. O *Jitter* deve ser especificado em termos qualitativos (por exemplo, amplitude, fase, largura de pulso ou pulso posição) e em termos quantitativos (por exemplo, média, valor pico a pico, etc.).

<sup>13</sup> O padrão STM-1 é um "Módulo de Transporte Síncrono" usado nas redes SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*, ou Hierarquia Digital Síncrona). A taxa básica da SDH é de 155 Mbps. A rede ótica síncrona (*SONET- Synchronous Optical Network*) inclui um conjunto de múltiplos de taxa de sinal para a transmissão de sinais digitais em fibra ótica. A taxa de base (OC-1) é 51,84 Mbps. Certos múltiplos da taxa de base estão disponíveis, como é o caso do OC-3, cuja taxa base é 155.52 Mbps. O Modo de transferência assíncrona (ATM) faz uso de alguns dos níveis de *Optical Carrier (OC)*.

fibra-ótica ou através de uma conexão sem fio a uma taxa de  $N \times T1 / E^{14}$ . Essas conexões tem também o importante papel de interligar a rede de telefonia fixa com a telefonia móvel.

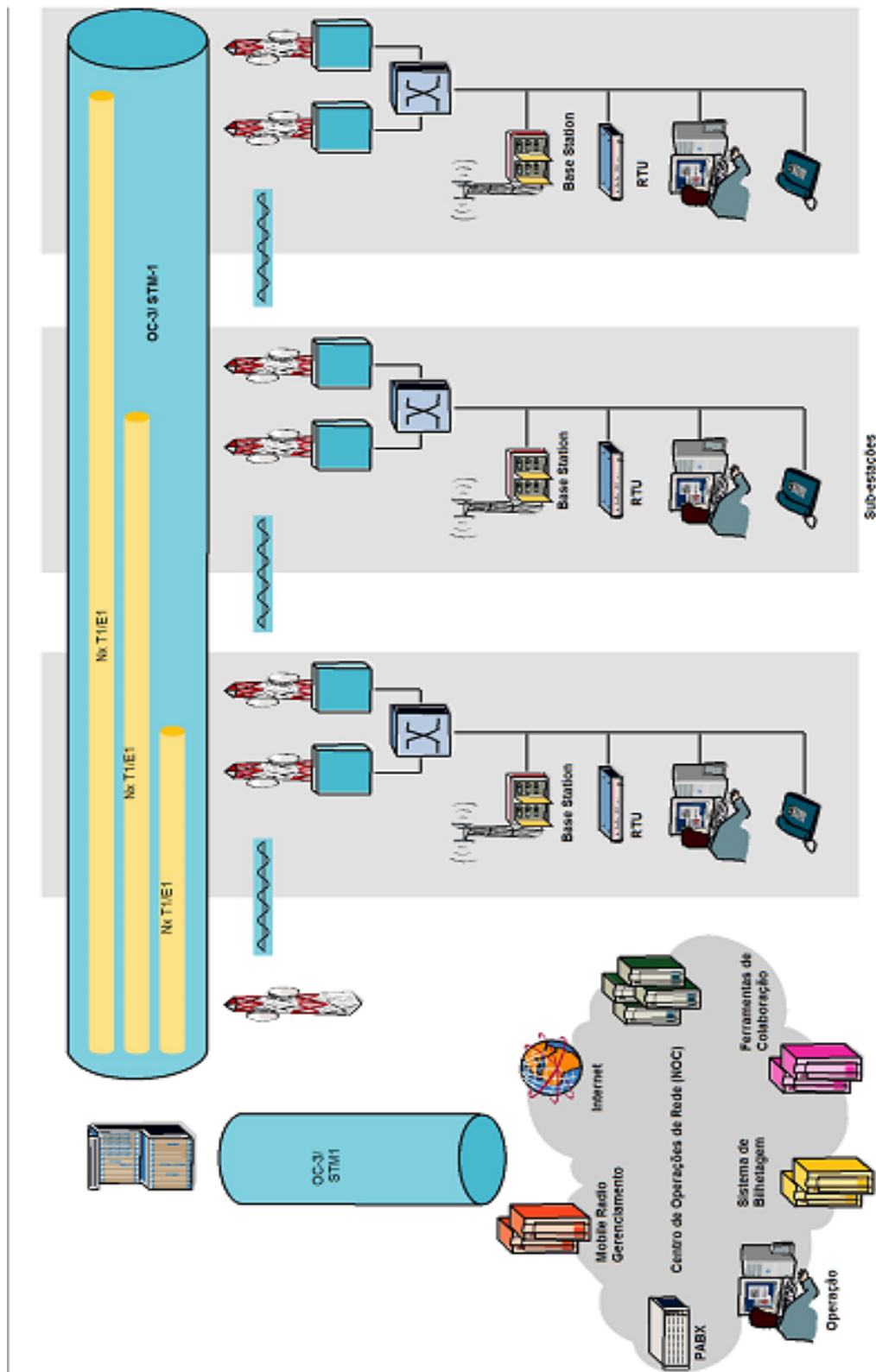
As redes telefônicas além de transmitir informação (voz), necessitavam também transmitir controle e sinalização, ou seja, os dígitos "discados" dos números de destino, sinais que indicassem que o aparelho telefônico estava ocupado, sinais de chamadas (*ring*) e outros. Para isso, foi necessário desenvolver-se uma tecnologia de redes, paralela a rede de voz, que permitisse a transmissão desses sinais de controle e sinalização. Logo, era necessário que fossem criados protocolos para reger a operação desta nova rede. Após décadas de evolução, surgiu o protocolo SS7 (*Signalling System # 7*), o qual será explanado a seguir.

---

<sup>14</sup> T1 é um método de transmissão digital para multiplexar canais de voz/ dados em um par de fios. É o método padrão de interconexão de centrais telefônicas, nos Estados Unidos e no Japão. Nos demais países e no Brasil, usa-se o E1. Usando a Multiplexação por TDM, o T1 distribui voz e/ou dados em subcanais DS0. O T1 possui largura de banda de 1.544 Mbps, disponível em 24 subcanais DS0, alocados, de 64 Kbps. No caso do E1, os dados/voz são transmitidos em 32 subcanais de 64Kbps, totalizando uma banda total de 2.480 Mbps.



Figura 2 - Implementação de uma rede SONET/SDH/TDM típica



Fonte: Alcatel-Lucent (2010).

Como o trabalho em questão está relacionado com o projeto de implantação da primeira rede CMN de 3ª geração do Brasil, o qual será detalhado no Capítulo 4 (Metodologia), onde serão abordados diversos temas de cunho tecnológico, especialmente no estudo de caso, entende-se ser importante uma explanação prévia dos principais conceitos ali apresentados, como por exemplo sistemas de sinalização, protocolos, entre outros. A seguir serão apresentados os principais protocolos de sinalização utilizados no projeto em questão, tais como SS7 e SIGTRAN.

#### 2.4.2 Protocolo SS7

Além do tráfego de voz e dados, as redes telefônicas necessitam de uma "camada" de sinalização, onde são tráfegadas informações de controle, tais como endereço do número telefônico chamado (*called address*), endereço do número que originou a chamada (*calling address*), status do canal (livre ou ocupado) entre outros. Para isso foram desenvolvidos protocolos especiais como o SS7 e ou o SIGTRAN.

As redes telefônicas atuais são resultado de anos de evolução. Baseada em equipamentos analógicos, a telefonia básica não provê serviços específicos, como vídeo. Estes serviços são providos por tecnologias independentes em redes privadas. Para se prover estes serviços, há necessidade de redes totalmente digitais, com um certo grau de inteligência. A ITU <sup>15</sup> estudou a possibilidade de uma rede que atendesse a essas exigências, criando, a partir daí, a padronização SS7 (*Signalling System # 7*) (STALLINGS, 1999).

A ITU desenvolveu um padrão de sinalização digital em meados dos anos 60 chamado de *Signalling System # 6*, que iria revolucionar a indústria de telefonia. Baseada numa arquitetura proprietária, uma rede de alta velocidade para comunicação, a SS6 evoluiu para SS7, que agora se tornou padrão no mundo. O segredo do sucesso está na estrutura de mensagens do protocolo e na

---

<sup>15</sup> A União Internacional de Telecomunicações (ITU, *International Telecommunication Union*) é uma agência da Organização das Nações Unidas (ONU) cujo objetivo é coordenar as operações e serviços de telecomunicações em todo o mundo. Originalmente fundada em 1865, como a União Internacional Telegraph, o ITU é a mais antiga organização internacional existente. A sede do ITU está em Genebra, Suíça (TECHTARGET, 2014).

topologia de rede. O protocolo usa mensagens, como o X.25 <sup>16</sup> e outros protocolos baseados em mensagens, para requisitar serviços de outras entidades. Essas mensagens trafegam de uma entidade para outra dentro de pacotes.

O SS7 utiliza-se de *links* de alta velocidade. Estudos recentes garantem alcance de banda de até 2Mbps. Devido a sua habilidade de transferir todos os tipos de informações digitais, esta rede é utilizada para prover serviços sofisticados para o usuário, como ATM <sup>17</sup>, ISDN <sup>18</sup> e celular. Muitas das aplicações ainda estão se desenvolvendo. A rede SS7 interconecta milhares de companhias telefônicas em uma sinalização comum.

### **Pontos de Sinalização**

Os nós de uma rede SS7 são chamados de *Signalling Points* (Pontos de Sinalização). Um ponto de sinalização executa discriminação de mensagens e pode rotear mensagens SS7 para outros pontos de sinalização. Além disso, provém acesso para a rede SS7 e acesso a bancos de dados usados por *switches* dentro e fora da rede. Esses pontos de sinalização são desdobrados em pares para redundância e diversidade. O segredo da rede SS7 é estar sempre operacional e prover caminhos alternativos no caso de falhas. Esses caminhos alternativos fornecem a confiabilidade necessária numa rede desta natureza, garantindo que as mensagens SS7 sempre chegarão ao destino.

Existem três tipos diferentes de pontos de sinalização:

---

<sup>16</sup> O protocolo X.25, adotado como padrão pelo Comitê Consultivo Internacional para Telegrafia e Telefone (CCITT), é um protocolo de rede comumente usado. O protocolo X.25 permite que os computadores em diferentes redes públicas (como uma rede TCP / IP) se comuniquem através de um computador intermediário ao nível da camada de rede. Protocolos de X.25 se assemelham muito aos enlaces de dados e de camada física protocolos definidos no modelo de comunicação Interconexão de Sistemas Abertos (OSI) (TECHTARGET, 2014).

<sup>17</sup> ATM (Asynchronous Transfer Mode ou Modo de Transferência Assíncrona) é um método de multiplexação e comutação de alta velocidade utilizando células de tamanho fixo de 53 octetos (bytes) para suportar vários tipos de tráfego. Nota: O ATM, especificado em normas internacionais, é uma rede assíncrona no sentido de que as células que transportam os dados do usuário não precisam ser periódicas (TECHTARGET, 2014).

<sup>18</sup> O ISDN (Integrated Services Digital Network ou Rede Digital de Serviços Integrados), será tratada em seguida.

O **Service Switching Point** (SSP) é a entidade local que tem como finalidade o fornecimento de diversos serviços relacionados à voz. Ele converte o sinal de voz em mensagens SS7.

O **Signal Transfer Point** (STP) é o roteador da rede SS7. Através dele, todas as mensagens são roteadas ao destino.

O **Service Control Point** (SCP) atua como uma *interface* de banco de dados.

### **Rede Digital de Serviços Integrados (ISDN)**

A ISDN foi o primeiro serviço público oferecido pela rede SS7. A partir do ISDN, muitos outros serviços puderam ser oferecidos ao usuário. Quando há necessidade de maior banda na rede, o protocolo é capaz de alocar canais adicionais. Além de transmitir voz, o ISDN é capaz de transmitir dados usando a mesma facilidade da transmissão de voz. O conceito mais importante do ISDN relaciona-se com a interação entre o PBX e a rede local. Os serviços oferecidos pelo ISDN são:

- a) **Elementos de transporte.** São elementos que permitem que as informações sejam transportadas entre a rede do provedor de serviços de telefonia e os *switches*, roteadores, multiplexadores e outros equipamentos transparentemente, sem alteração na informação original.
- b) **Elementos de controle.** São elementos que dão suporte a operações de transporte em *Real-time*.
- c) **Elementos de gerenciamento de rede.** São elementos que provêm gerenciamento da rede e possuem capacidade de administrar, manter e operar a infraestrutura de comunicação.
- d) **Ambiente de aplicações.** Provê um ambiente de desenvolvimento para programadores, onde as aplicações podem ser desenvolvidas, usando os três elementos anteriores.

e) **Transporte.** Provê funções equivalentes às três camadas iniciais do modelo OSI <sup>19</sup> e fornece alocação de banda, roteamento e detecção de erros. Possui uma base de dados que é utilizada pela rede para verificação de número serial de usuário, mensagens de correio eletrônico e outras informações.

### Arquitetura do SS7

Com a sinalização de canal-comum, mensagens de controle são roteadas através da rede para realizar o gerenciamento de chamadas (configuração, manutenção e finalização) e funções de gerenciamento de rede. Essas mensagens são pequenos blocos ou pacotes que devem ser roteados através da rede. Portanto, apesar da rede ter sido controlada e possuir tráfego de pacotes, a SS7 é considerada uma rede de comutação-de-circuito.

O SS7 também define as funções que são realizadas numa rede de comutação-de-pacotes, mas não é prescrita nenhuma implementação em especial. Por exemplo, todas as funções de SS7 podem ser implementadas em nós (pontos da rede) com comutação-de-circuito como funções adicionais; esta aproximação é o modo de sinalização associada (CAS) <sup>20</sup> mostrada na Figura 3 a seguir. Alternativamente, podem-se separar pontos de comutação que transportam somente pacotes de controle e não estão sendo usados, para que os circuitos portadores possam ser usados para pacotes de dados (*payload*). Mesmo neste caso, os nós de comutação-de-circuitos podem necessitar implementar partes do SS7 para que eles possam receber os sinais de controle (STALLINGS, 1999).

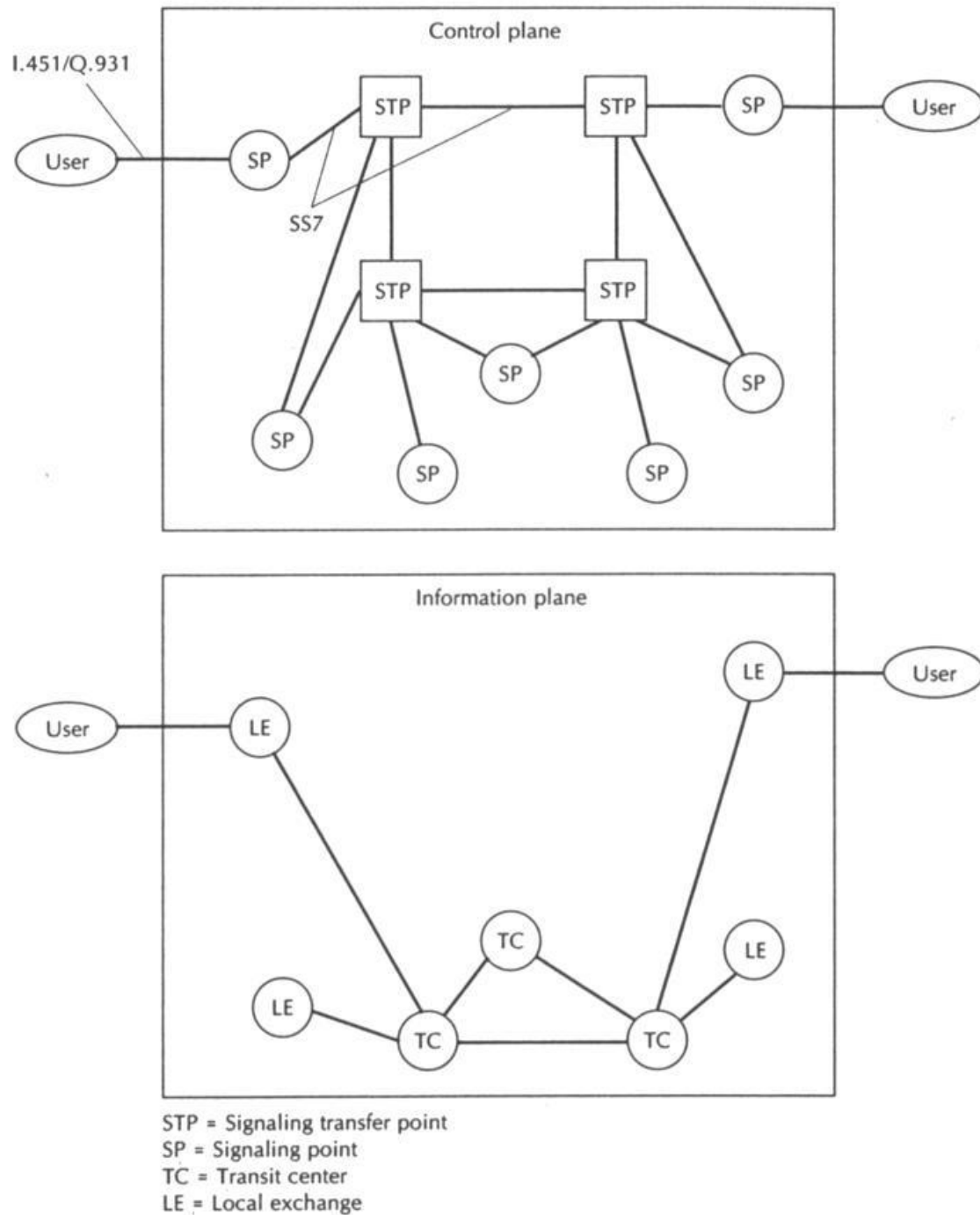
---

<sup>19</sup> OSI (*Open Systems Interconnection*) é o modelo de referência de como os aplicativos podem se comunicar através de uma rede. Um modelo de referência é uma estrutura conceitual para a compreensão das relações. O objetivo do modelo de referência OSI é orientar fornecedores e desenvolvedores de modo que os produtos de comunicação digital e programas de software que criam irá interoperar, e para facilitar as comparações claras entre ferramentas de comunicação (TECHTARGET, 2014). Maiores detalhes vide Glossário (cap. 7).

<sup>20</sup> CAS (*Channel Associated Signaling*) ou modo de Sinalização Associada: também conhecido como sinalização por-tronco (PTS), é uma forma de sinalização de comunicação digital. Tal como acontece com a maioria dos métodos de sinalização de telecomunicações, ele usa as informações de roteamento para direcionar a carga (*payload*) do pacote de voz ou de dados para o seu destino. Com sinalização CAS, esta informação de encaminhamento é codificada e transmitida no mesmo canal que a própria carga. Esta informação (*payload*) pode ser transmitida na mesma banda (sinalização *in-band*) ou uma banda separada (sinalização *out-of-band*) (BOSSE, 1998).

O SS7 define três diferentes entidades funcionais: pontos de sinalização (SP), pontos de transferência de sinal (STP) e os Links de Sinalização. Um SP pode estar em qualquer ponto numa rede com capacidade de sinalização de tratamento de mensagens de controle SS7. Pode ser um *endpoint* (ponto-terminal), para as mensagens de controle e que não tenha capacidade de processar mensagens, que não foram diretamente endereçadas a ele. Os nós de comutação-de-circuitos, por exemplo, podem ser pontos-terminais. Um outro exemplo de uso do SP seria um centro de controle de rede (NOC, *Newtork Control Center*). Um STP é um ponto de sinalização que tem a capacidade de rotear mensagens de controle, isto é, uma mensagem recebida de um *link* de sinalização é transferida para outro *link* através de um STP. Um STP pode ser um simples nó de roteamento, mas pode também incluir funções de um *ponto-terminal*. Finalmente, um *link* de sinalização é um *link* de dados (enlace) que conecta pontos de sinalização (STALLINGS, 1999).

Figura 3 - Redes de transferência e Sinalização (Planos de Controle e Informação)



Fonte: Stallings (1999).

A figura 3 mostra a distinção entre a função de sinalização de comutação-de-pacotes e a função de transferência de informação por comutação-de-circuitos,

no caso de uma arquitetura de sinalização não associada. O **plano de controle** é responsável pelo estabelecimento e gerenciamento de conexões. Interno à rede, o SS7 é usado para estabelecer e manter as conexões. Este processo pode envolver um ou mais pontos de sinalização (SP) e pontos de transferência de sinais (STP). Uma vez que uma conexão é estabelecida, a informação é transferida de um usuário a outro, fim-a-fim, no **plano da informação**. Um circuito é estabelecido pelo nó de comutação local de um usuário para outro, muitas vezes sendo roteado através de um ou mais nós de comutação-de-circuitos, referidos como “centros de trânsito”. Todos esses nós, tais como Centrais de comutação local (LE), Centrais de trânsito de informação (TC), são pontos de sinalização (SP), porque eles devem estar disponíveis para enviar e receber mensagens SS7 para estabelecer e gerenciar a conexão.

Nas gerações anteriores a 3G o SS7 foi a arquitetura hegemônica usada para controle e sinalização das redes telefônicas. Porém, com o surgimento das redes 3G, que passaram a fazer uso de comunicações orientada a datagramas, o SS7 não poderia mais cumprir seu papel, visto que ele foi desenvolvido para o mundo das comunicações orientadas a circuito. Por isso foi necessário idealizar-se um novo arcabouço tecnológico afim de prover controle e sinalização às rede de geração 3G e posteriores. Desta nova abordagem surgiu a arquitetura SIGTRAN, a qual será tratada na próxima seção.

### 2.4.3 Protocolo SIGTRAN

SIGTRAN é o nome de um protocolo, derivado dos transportes de sinalização, da antiga (IETF) *Internet Engineering Task Force* (Grupo de Trabalho de Engenharia da Internet) <sup>21</sup>, que produziu as especificações para uma família de protocolos que oferecem serviço de datagramas (pacotes) e adaptações de camada de usuário (**plano de informação**) confiáveis para os protocolos

---

<sup>21</sup> O *Internet Engineering Task Force* (IETF), ou Grupo de Trabalho de Engenharia da Internet, desenvolve e promove padrões da Internet, em especial, das normas que compõem o conjunto de protocolos de Internet (TCP / IP). É uma organização de padrões abertos, sem quaisquer requisitos formais de adesão. Todos os participantes são voluntários e gestores, embora seu trabalho normalmente seja financiado por seus empregadores ou patrocinadores (IETF, 2015).



*Signaling System 7* (SS7s) e ISDN. Os protocolos do SIGTRAN são uma extensão da família de protocolo SS7. Eles dão o mesmo suporte às aplicações e paradigmas de gerenciamento de chamadas do SS7, mas usam transporte via *Internet Protocol* (IP) conhecidos como *Stream Control Transmission Protocol*<sup>22</sup> (SCTP, protocolo para controle de transmissão de tráfego de mídia). Na verdade, o protocolo mais significativo definido pelo grupo é o SIGTRAN SCTP, que é usado para realizar a sinalização PSTN (Rede Telefônica de Comutação Pública) sobre IP, ou seja, para transportar sinalização de telefonia fixa sobre redes IP (RUSSELL, 2002).

O grupo SIGTRAN foi significativamente influenciado pelos engenheiros de telecomunicações com a intenção de utilizar os novos protocolos para a adaptação de redes de VoIP, nas redes PSTN, com especial atenção para aplicações de sinalização. Atualmente o SCTP é utilizado em aplicações além de seu propósito original sempre que um serviço de datagrama confiável é desejado.

A pilha de protocolos SIGTRAN é aplicável à comunicação entre a SG (*Signalling Gateway*, ou dispositivos de sinalização) e o MGC (*Media Gateway Controller*), que são dispositivos que fazem uso do MGCP<sup>23</sup>. O SIGTRAN tem duas funções: adaptação e transmissão. Deste modo, duas camadas de protocolos, os protocolos de transmissão (tais como SCTP / IP) e protocolos de

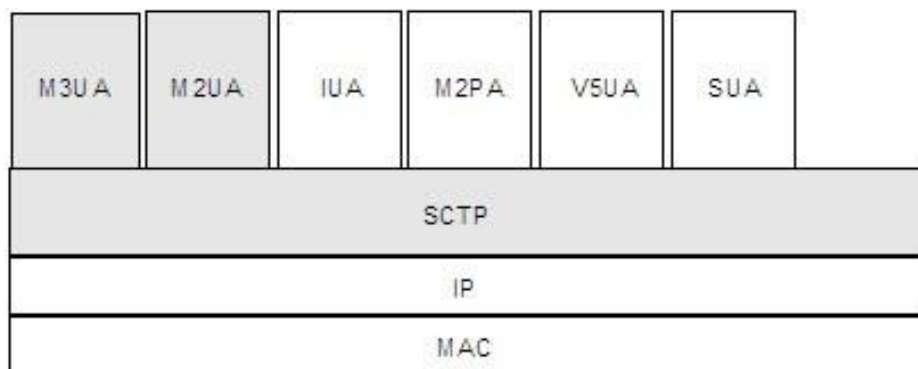
---

<sup>22</sup> SCTP: *Stream Control Transmission Protocol* (SCTP) é um protocolo de transporte confiável IP orientado a datagrama especificado pelo RFC 2960. Dispõe de uma camada entre um aplicativo do usuário SCTP e um serviço confiável de datagrama fim-a-fim como o IP. O serviço básico oferecido pelo SCTP é a transferência confiável de datagramas do usuário entre os pares de usuários SCTP (CISCO, 2014).

<sup>23</sup> O *Media Gateway Control Protocol* (MGCP), também conhecido como H.248 e Megaco, é um protocolo padrão para lidar com a gestão de sinalização e de sessão necessárias durante uma conferência de multimídia. O protocolo define um meio de comunicação entre os *Gateways* (dispositivos) de comunicação, os quais convertem os dados do formato necessário de uma rede de comutação de circuito para os requerimentos necessários em uma rede de comutação de pacotes e para o controlador da *Media Gateway* (dispositivos de mídia). O MGCP pode ser usado para estabelecer, manter e encerrar múltiplas chamadas entre vários pontos da rede. O Megaco (H.248) e referem-se a uma versão melhorada do MGCP.

adaptação (tais como M2UA<sup>24</sup>, M3UA<sup>25</sup> e assim por diante) estão incluídos na pilha de protocolos SIGTRAN (HAUWEI, 2013). Na Figura 4, a seguir, pode-se visualizar melhor a arquitetura básica do SIGTRAN.

Figura 4 - Arquitetura básica do protocolo SIGTRAN



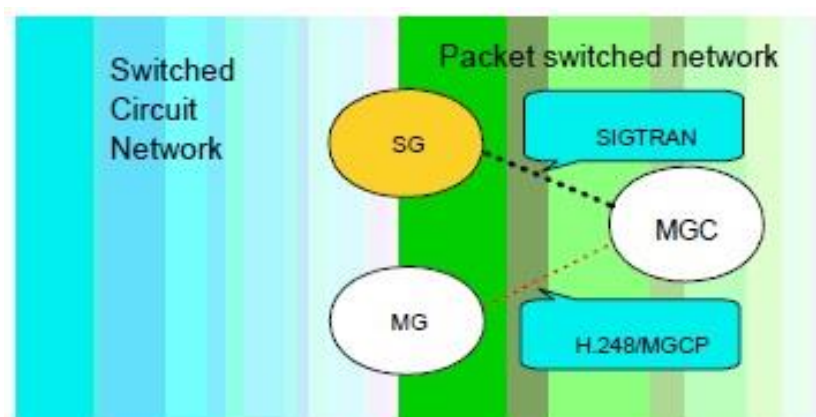
Fonte: Huawei (2013).

Os protocolos SIGTRAN são utilizados no modelo de rede em que equipamentos de banda estreita e banda larga são interligados. Neste modelo, existem três entidades funcionais básicos: SG, MG e MGC, tal como mostrado na Figura 5 a seguir.

<sup>24</sup> M2UA (*MTP2 User Adaptation Layer*) é usado para comunicação de "backhaul" de mensagens de sinalização sobre IP usando o *Stream Control Transmission Protocol (SCTP)* SS7 MTP2-User. Este protocolo é utilizado para a comunicação entre um *Sinalização Gateway (SG)* e *Media Gateway Controller (MGC)*. O SG recebe sinalização SS7 através de uma interface SS7 padrão usando o *SS7 Message Transfer Part (MTP)*, para proporcionar o transporte. Assume-se que o SG atua como um link Terminal de Sinalização. Os protocolos tipo MTP (*Message Transport Protocol*) são parte da arquitetura SS7. Os MTP são protocolos de Transporte e são equivalentes ao TCP da arquitetura TCP/IP.

<sup>25</sup> M3UA (*MTP3 User Adaptation Layer*) suporta o transporte de qualquer sinalização SS7 *MTP3-User* (como mensagens SS7) sobre IP, utilizando os serviços do *Stream Control Transmission Protocol (SCTP)*. O protocolo utilizado para a comunicação entre um gateway de Sinalização (SG) e um *Media Gateway Controller (MGC)* ou base de dados de IP-residente. Assume-se que o SG recebe sinalização SS7 através de uma interface SS7 padrão usando o *SS7 Message Transfer Part (MTP)*, para proporcionar a função de transporte do SS7.

Figura 5 - Interligação de Redes de sinalização com uso do SIGTRAN



Fonte: Hauwei (2013).

A sinalização da rede de banda estreita é acessada pelo SG (*Gateway de Sinalização*), enquanto o fluxo de mídia (pelo circuito tronco) é acessado pelo MG (*Gateway de Mídia*). O SG encapsula as primitivas de inter-camadas (ou sinalização de banda estreita) e as transmite para o MGC. Então o MGC processa a sinalização e controla a ligação ao portador do MG através do protocolo de controle de *media gateway* (MGCP, *Media Gateway Control Protocol*), possibilitando a interligação entre banda estreita e equipamentos de banda larga. Neste modelo, a pilha de SIGTRAN é utilizada entre o SG e o MGC. Ou seja, o protocolo SIGTRAN provê a interligação entre as redes de sinalização que são orientadas a circuito (*Network Circuit Switched*) e as que são orientadas a pacote (*Packet Circuit Switched*).

Em poucas palavras, o protocolo SIGTRAN é uma arquitetura de sinalização usada para substituir o SS7 em redes móveis de 3ª. geração (3GPP) e permitir a interligação entre redes de sinalização de 3ª geração e anteriores.

Porém, enquanto a telefonia fixa, criada por Graham Bell em 1876, experimentava um crescimento vertiginoso, o rádio, idealizado inicialmente por Nikola Tesla em 1895 e aperfeiçoado por Guglielmo Marconi em 1896, iniciava seus passos como tecnologia muito recente. Mais tarde essas tecnologias se fundiram para permitir a criação do telefone celular. A seguir será melhor explanada a tecnologia por trás da telefonia celular.

## 2.5 TELEFONIA MÓVEL

O telefone celular opera de forma aproximada a um telefone convencional. A diferença principal é que o telefone celular é conectado à rede telefônica através de ondas de rádio, permitindo sua mobilidade. Já o telefone convencional, faz uso de conexões físicas, ou fios (JEUNESSE; DELAFOSSE, 1996).

O conceito de telefone celular foi desenvolvido por volta de 1960, mas tornou-se comercialmente acessível apenas a partir de 1983. Cada região atendida pelo serviço de telefonia móvel celular (CMN) é dividida em pequenas áreas, chamadas células, que possuem uma antena celular (ou ERB – Estação Rádio Base) para receber e emitir informações aos telefones celulares, que estão em operação naquela célula.

Quando o assinante da rede CMN se desloca de uma célula em direção à outra, com seu aparelho ligado, o sistema automaticamente transfere a sua ligação para a célula seguinte, de forma transparente ao assinante. Todas as células são ligadas às Centrais de Comutação e Controle (CCC, ou MSC- *Mobile Switch Center*), que se conectam à rede telefônica convencional.

A seguir, será apresentada a evolução pela qual passou a telefonia celular desde sua criação, na década de 60 até os dias atuais. Após isso, será apresentada a arquitetura de telefonia celular de forma detalhada.

### 2.5.1 Evolução tecnológica

Desde que foi criado, na década de 60, a telefonia celular passou por diversas mudanças. Com o aumento da integração de circuitos integrados, a

mudança da tecnologia e MSI ou LSI para VLSI <sup>26</sup>, foi possível aumentar a densidade de transistores por mm<sup>2</sup>, o que diminuiu drasticamente o tamanho dos aparelhos eletrônicos e seu consumo de energia. Os aparelhos, antes grandes e desajeitados, passaram a se tornar leves e mais portáteis. Os primeiros aparelhos eram tão grandes que era necessário transportá-los nos automóveis, porém hoje já existem telefones do tamanho de relógios de pulso e até menores. Outro ponto que possibilitou sua evolução e miniaturização, foi a mudança das transmissões analógicas para transmissões digitais. Segundo Stallings (1999), a transmissão digital tem diversas vantagens sobre a transmissão analógica. Os circuitos analógicos exigem amplificadores e cada amplificador adiciona distorção e ruído ao sinal. Em contrapartida, amplificadores digitais podem regenerar um sinal exato, eliminando os erros cumulativos. Um sinal de entrada (analógico) é amostrado, o seu valor é determinado, e o nó gera então um novo sinal do valor de bit correto; e, em seguida, o sinal de entrada é descartado. Com circuitos analógicos, com nós intermediários, além de amplificarem o sinal de entrada, amplificam também o ruído e todas demais informações (sinalização, controle, etc.). Os sinais de voz, dados, vídeo e outros podem também ser transportados por circuitos digitais.

Todas essas mudanças, nos campos da engenharia eletrônica e engenharia de telecomunicações, aliadas aos novos métodos de transmissão de informações e finalmente às mudanças do paradigma de uma comunicação orientada a circuito, para uma comunicação orientada a pacotes, propiciaram grandes evoluções no mundo da telefonia móvel.

Basicamente, um aparelho de telefonia móvel, ou “telefone celular”, como é chamado no Brasil, é um aparelho de rádio, ou seja, um dispositivo de comunicação por ondas eletromagnéticas. Existem diversos tipos de tecnologias

---

<sup>26</sup> A VLSI (*very large-scale integration* ou integração em escala muito-grande) é um nível atual da miniaturização de microchip dos computadores e refere-se a microchips que contenham na casa das centenas de milhares de transistores. A LSI (*large-scale integration* ou integração em grande escala) significava microchips contendo milhares de transistores. Anteriormente, a MSI (*medium-scale integration* ou integração em média escala) significou um microchip contendo centenas de transistores e a SSI (*small-scale integration* ou integração em pequena escala) significou transistores na casa das dezenas.

utilizadas para a difusão das ondas eletromagnéticas nas redes CMN (*Celular Mobile Network*, ou Rede de Telefonia Celular), baseadas na compressão das informações ou em sua distribuição. A essas diferentes fases de desenvolvimento tecnológico, chamamos de “gerações”. Até o presente momento, existem quatro tipos diferentes de gerações, tais como mostra-se a seguir:

- **Primeira geração (1G)** – tecnologia analógica, desenvolvida no início dos anos 80, com os sistemas NMT (*Nordic Mobile Telephone*) e AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*, ou serviço de telefone móvel avançado);

- **Segunda geração (2G)** – tecnologia digital, desenvolvida no final dos anos 80 e início dos anos 90: GSM (*Global System for Mobile*, ou sistema global para dispositivos móveis), CDMA (*Code Division Multiple Access*, ou acesso múltiplo por divisão de código) e TDMA (*Time Division Multiple Access*, ou acesso múltiplo por divisão de tempo);

- **Segunda geração e meia (2,5G)** - uma evolução da geração 2G, com melhorias significativas em capacidade de transmissão de dados e na adoção da tecnologia de pacotes e não mais comutação de circuitos, presentes nas tecnologias GPRS (*General Packet Radio Services*, ou serviço geral de rádio-comunicação por pacotes), EDGE (*Enhanced Data GSM Environment*, ou ambiente GSM de dados otimizados), HSCSD (*High Speed Data-Circuit-Switched*, ou dados comutados por circuitos de alta velocidade) e 1xRTT (*Single-Carrier Radio Transmission Technology*, ou tecnologia de transmissão de rádio de portadora única)<sup>27</sup> ;

- **Terceira geração (3G)** - Essa geração utiliza tecnologia digital, com mais recursos, em desenvolvimento desde o final dos anos 90. A telefonia celular 3G foi definida pela Projeto de padronização de Terceira Geração (3GPP, *Third Generation Partnership Project*) e mais tarde foram padronizado pela ITU-T. Geralmente conhecido como o Sistema Universal de Telecomunicações Móveis (*UMTS, Universal Mobile Telecommunications*

---

<sup>27</sup> GSM, EDGE, HSCSD e 1xRTT: Vide definições na seção Glossário (cap. 7).

*System*), este sistema 3G é baseado em CDMA de banda larga, que opera em 5 MHz de largura de banda e pode produzir taxas de normalmente 384 kbps em condições normais de dados de *download* e até 2 Mbps em alguns casos. Outro padrão 3G, CDMA2000, foi desenvolvido pela Qualcomm<sup>28</sup>. Ele utiliza bandas de 1,25 MHz para produzir taxas de dados de 2 Mbps (FRENZEL, 2012, p.1). No Brasil, foi implementado o 3G tecnicamente em 2006, mas comercialmente somente em 2007.

• **Quarta Geração (4G)** - Essa geração utiliza tecnologia LTE (*Long Term Evolution*)<sup>29</sup> e *Mobile-WiMAX*<sup>30</sup>. O LTE é a arquitetura que mais está sendo chamada de 4G, mas na realidade é apenas um dos padrões de 3G avançado que alguns chamam de 3.9G. O LTE utiliza uma tecnologia completamente diferente da tecnologia convencional de rádio. Ao invés de CDMA, utiliza multiplexação por divisão ortogonal de frequência (OFDM)<sup>31</sup>,

---

<sup>28</sup> Qualcomm é uma empresa de tecnologia com sede em San Diego, Califórnia. Ele é o desenvolvedor e criador da tecnologia CDMA, a MediaFLO para televisão digital e a BREW, uma plataforma de aplicativos suportado pela maioria dos celulares CDMA vendidos na América do Norte. A QUALCOMM fabricou anteriormente celulares CDMA, mas vendeu parte do seu negócio para Kyocera, e então formaram a Kyocera Wireless (TECHTARGET, 2015).

<sup>29</sup> LTE (*Long Term Evolution*) - LTE é uma abreviatura de *Long-Term Evolution*, comumente comercializado como 4G LTE e é um padrão para comunicação sem fio de alta velocidade de dados para telefones celulares e terminais de dados. Baseia-se nas redes GSM / EDGE e tecnologias UMTS / HSPA de rede, aumentando a capacidade e velocidade através de uma *interface* de rádio diferente juntamente com as melhorias da rede principal. O padrão foi desenvolvido pelo 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) e é especificado em documentos da série de versão 8, com pequenas melhorias descritas na Versão 9. O LTE é o caminho de atualização natural para operadoras com ambas as redes GSM / UMTS e redes CDMA2000. As diferentes frequências de LTE e faixas de frequências utilizadas em diferentes países significarão que apenas os telefones multi-banda vão ser capazes de usar LTE em todos os países onde esse serviço for provido. Embora comercializado como um serviço *wireless* 4G, a LTE (conforme especificado na série de documentos das versões 8 e 9 de *3GPP-3rd Generation Partnership Project*) não satisfaz os requisitos técnicos que o consórcio 3GPP tem adotado para a sua geração de novos padrões e que foram originalmente estabelecidos pela organização ITU-R na sua especificação do IMT Avançado, *International Mobile Telecommunications-Advanced* (TECHTARGET, 2014).

<sup>30</sup> O Mobile-WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) é uma coalizão da indústria de wireless dedicada ao avanço da IEEE 802.16 padrões para redes de acesso de banda larga sem fio (BWA, *Broadband Wireless Access*). Maiores detalhes podem ser vistos na sessão Glossário (TECHTARGET, 2014).

<sup>31</sup> OFDM (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) é um método de modulação digital em que um sinal é dividido em vários canais de banda estreita em diferentes frequências. A tecnologia foi concebida pela primeira vez em 1960 e 1970, durante a investigação sobre minimizando a interferência entre canais próximos uns dos outros na frequência. Em alguns aspectos, OFDM é semelhante à multiplexação por divisão de frequência convencional (FDM). A diferença está na forma em que os sinais são modulados e desmodulados. A prioridade é dada para minimização da interferência, ou *crosstalk*, entre os canais e os símbolos que compõem o fluxo de dados. Menos importância é dada ao aperfeiçoamento de canais individuais (TECHTARGET, 2015).

esta técnica de modulação divide um canal, geralmente de largura de 5, 10 ou 20 MHz, em subcanais menores ou subportadoras a cada 15 kHz de largura. Cada um é modulado com uma parte de dados. No Brasil, iniciou-se a operação comercial das redes 4G LTE em 2012, na faixa de 2.5GHz (FRENZEL, 2012).

Um sistema de telefonia móvel, conhecido como telefonia celular, em composto por várias partes, porém se analisarmos de forma mais sucinta, possui basicamente quatro componentes:

- Estação Móvel (EM);
- Estação Rádio Base (ERB);
- Central de Comutação e Controle (CCC ou MSC);
- Rede Pública Telefônica (PSTN).

A **EM (Estação Móvel)** pode ser compreendida como uma estação de rádio com potência extraída de uma bateria portátil. Essa estação de rádio nada mais é que o próprio aparelho de telefonia móvel. Existem atualmente inúmeros tipos de aparelhos móveis, porém os mais comuns são:

- Aparelhos básicos. Possuem funções apenas essenciais para comunicação exclusiva de voz;
- Aparelhos com funções de transmissão de voz e dados. Para esses aparelhos, foram desenvolvidos protocolos que possibilitam a transmissão de dados sobre os *links* originalmente desenvolvidos para transmissão de voz: WAP (*Wireless Application Protocol*)<sup>32</sup> e GPRS (*General Packet Radio Services*);
- Aparelhos com funções de computador. Com sistemas operacionais (*windows mobile, windows CE, palm OS* etc.), incluindo aplicativos (editores de texto, planilhas eletrônicas, *browsers* para internet, etc.), são aparelhos conhecidos como “*smartphones*” (telefones inteligentes).

---

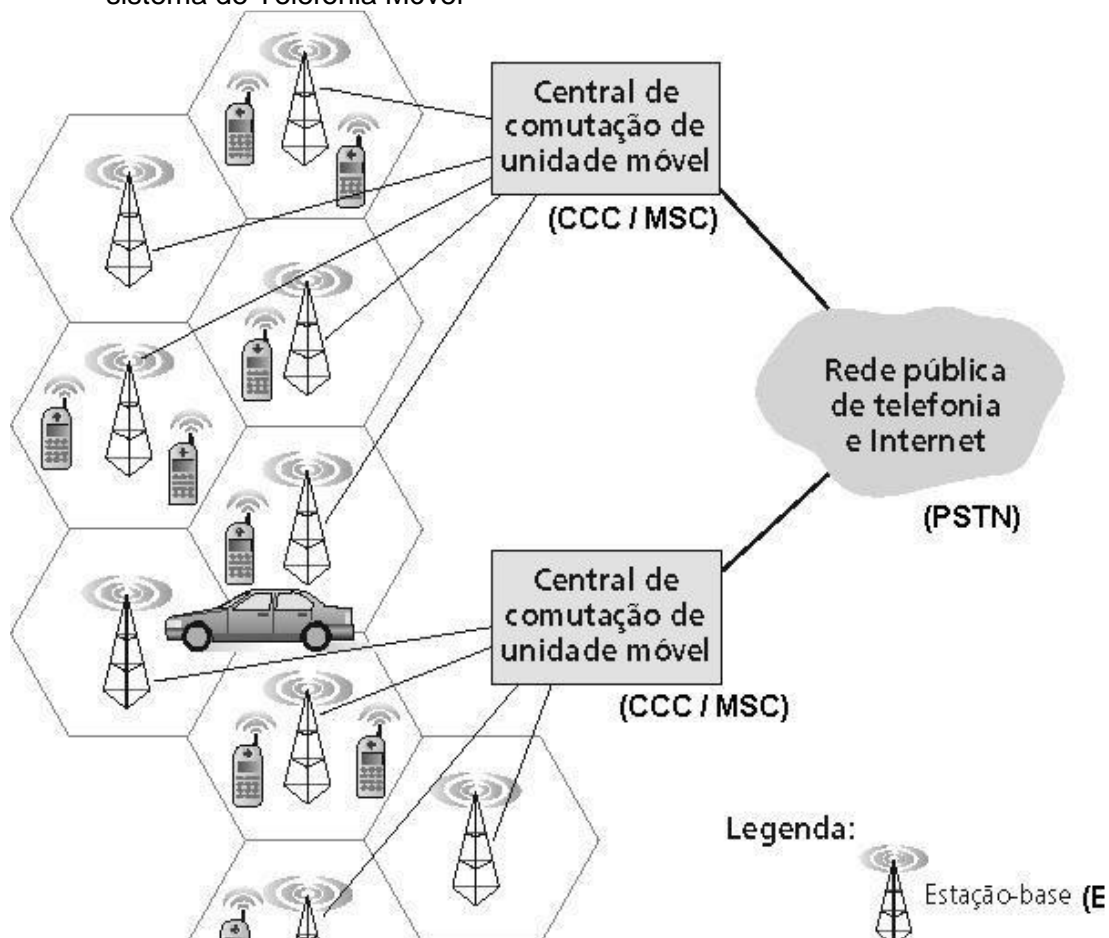
<sup>32</sup> WAP (*Wireless Application Protocol*) é uma especificação de um conjunto de protocolos de comunicação para padronizar a maneira que os dispositivos sem fio, como telefones e transceptores de rádio celular, podem ser usados para acessar a Internet, incluindo e-mail, a *World Wide Web*, *newsgroups* e mensagens instantâneas. Embora o acesso à Internet tenha sido possível no passado, diversos fabricantes têm usado diferentes tecnologias. No futuro, os dispositivos e sistemas de serviços que usam WAP dizem ser capazes de interoperarem (TECHTARGET, 2014). Essa era, pelo menos, a pretensão na época da criação do WAP.



A **ERB (Estação Rádio Base)** tem como denominação original BS (“*Base Station*”), que contém equipamento de rádio micro-ondas conectado à CCC (Central de Comutação e Controle, ou *Mobile Switch Center*). As ERB são também conhecidas como *land station* ou *cell site* (ou célula). A expressão “*telefonia celular*” vem exatamente do uso de ERB nas células. A célula compreende áreas no formato de hexágonos, conforme se pode ver na Figura 6, a seguir. Esse formato foi escolhido, pois proporciona o melhor nível de aproveitamento do sinal de microondas, entre as ERB e as EM. Dessa forma, independente da posição das EM, a probabilidade do mesmo receber o sinal das ERB, com um bom nível, é grande.

As principais funções de uma ERB são fazer a *interface* entre a CCC e diversas estações móveis, e alocar e controlar canais.

Figura 6 - Esquema de interligação entre os principais módulos de um sistema de Telefonia Móvel



Fonte: Kurose (2006).

Uma **CCC (Central de Comutação e Controle)**, também conhecida como **MSC (Mobile Switch Center)**, é o principal nó de uma rede GSM, responsável pelo tratamento das chamadas de voz e SMS (*Short Message Service*), bem como outros serviços, tais como chamadas de teleconferências, FAX e comutação de circuito de dados. As CCC's estabelecem e finalizam as conexões fim-a-fim, tratam a mobilidade e os requisitos de *handoff* (descrito a seguir) durante a chamada, além de realizar o gerenciamento e monitoramento em tempo real de chamadas de assinantes com perfil de contas pré ou pós-pagas.

As principais funções de uma CCC são:

- *Interface* com a rede de telefonia fixa e com outros celulares;
- Comutação entre as ERB;
- Controle das ERB;
- Processamento de chamada e *handoff*.

O ***handoff***, também conhecido como ***handover***, é o procedimento de transferência, de uma chamada telefônica, de uma célula para outra da mesma CCC permitindo mobilidade. Quando a estação móvel, durante uma ligação, se afasta de uma célula e se aproxima de outra, o sinal passa a ser recebido com maior potência na nova célula que se aproxima. A CCC, então, ordena que a chamada seja transferida de uma ERB para outra, permitindo a continuação da mesma. Este processo é feito de forma transparente ao usuário.

A decisão para ocorrer um *handoff* envolve vários fatores, incluindo requisitos de QoS (*Quality of Service*), tais como condições de rede e desempenho do sistema, as condições de terminais móveis, requisitos de alimentação, tipos de aplicações, preferências do usuário e um modelo de preços. Para serem usadas essas métricas, deve-se considerar a otimização de parâmetros-chave (atributos), incluindo a potência do sinal, área de abrangência da rede, taxa de dados, confiabilidade, segurança, energia da bateria, **latência da**

**rede**<sup>33</sup>, velocidade do aparelho móvel, e custo do serviço. Estes parâmetros podem ser de diferentes níveis de importância para a decisão do *handoff*.

Ocorre que muitas vezes a transferência de uma célula para outra não acontece dentro da mesma área geográfica atendida pela CCC ou até pela mesma operadora, mas extrapola os limites das área de serviço. Como por exemplo, quando o usuário viaja de uma cidade para outra ou de uma região geográfica para outra. Nesse caso, o usuário é desconectado de uma área de serviço, para posteriormente ser reconectado a outra área de serviço. Ao chegar no destino e religar a EM, o usuário deve se registrar na nova área de serviço. É quando ocorre o *roaming*.

O **roaming** é a utilização de uma EM fora da área de serviço de seu sistema original. A utilização dos serviços de outros sistemas é possível devido à conexão das CCC através da Rede Telefônica Fixa Comutada (RTFC) e a criação ou registro do usuário móvel visitante – *roamer* – no sistema hospedeiro. A criação do *roaming* pode ser feita de duas maneiras:

- Manualmente: o usuário entra na área de serviço de um sistema, contata o SAC (Serviço de Atendimento ao Consumidor) e registra-se.
- Automático: permite que a mudança de sistema seja transparente ao usuário.

Cada CCC tem um Número de Identificação do Sistema (SID). Este número é transmitido nos canais de controle dos sistemas; assim, a EM, ao ser ligada, varre os canais de controle, procurando o SID que nela foi programado no momento da habilitação. Caso a EM não encontre o SID programado, irá procurar o serviço de outro sistema. Ao encontrar, a EM entrará no estado de *roaming*.

Porém para que o *roaming* ocorra, ou seja, para que a rede de telefonia de celulares seja efetivamente móvel, é necessário que possua uma organização de forma que a EM seja localizada em qualquer ponto onde se encontrar em determinado momento. Ou seja, o grande espaço, abrangido pela operadora,

---

<sup>33</sup> A **latência de rede** é uma expressão de quanto tempo leva para um pacote de dados para chegar de um ponto designado para outro. Em alguns ambientes (por exemplo, ISP como a AT&T), a latência é medida através do envio de um pacote que é retornada para o remetente; o tempo de ida e volta é considerada a latência. Idealmente latência é o mais próximo possível de zero.

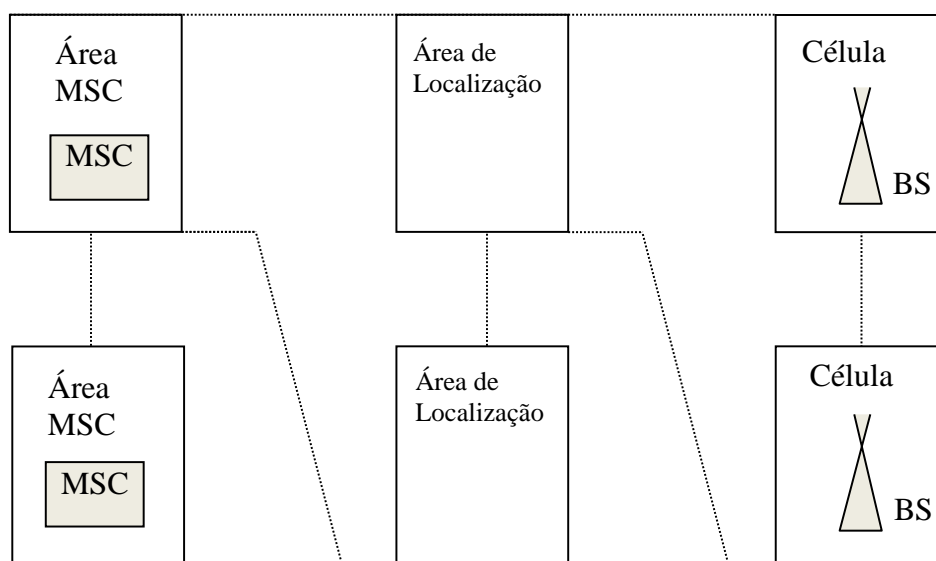
deve ser dividido em áreas organizadas hierarquicamente, conforme veremos a seguir.

### 2.5.2 Detalhamentos sobre as redes de telefonia móvel celular

Uma CMN (*Cellular Mobile Network*), ou Rede de Dispositivos Móveis Celulares, provê serviços de comunicação para estações móveis (EM) que estão operando nestas Áreas de Serviços (AS). Uma AS tipicamente cobre uma metrópole, seus subúrbios circunvizinhos ou um número de cidades de médio porte. O tamanho de uma AS é geralmente uma área compreendida entre 250 Km<sup>2</sup> a 1000 Km<sup>2</sup>.

Uma AS de uma CMN é dividida num número de áreas de MSC (figura 7, a seguir), cada uma das quais possui uma “central telefônica” (MSC). A MSC provê serviço para todas as EM. Algumas CMN ficam no meio rural e consistem de apenas uma área MSC. Uma área MSC pode ser dividida em um certo número de **áreas de localização**. As células são aproximadamente circulares, com um raio que varia entre 3,2 a 24 Km. Essas células (BS) possuem uma “casa” de RF (Radiofrequência) com transmissores e receptores.

Figura 7 - CMN (*Cellular Mobile Network* - Rede de Dispositivos Móveis Celulares). Norma EIA/TIA 553



Fonte: Bosse (1998).

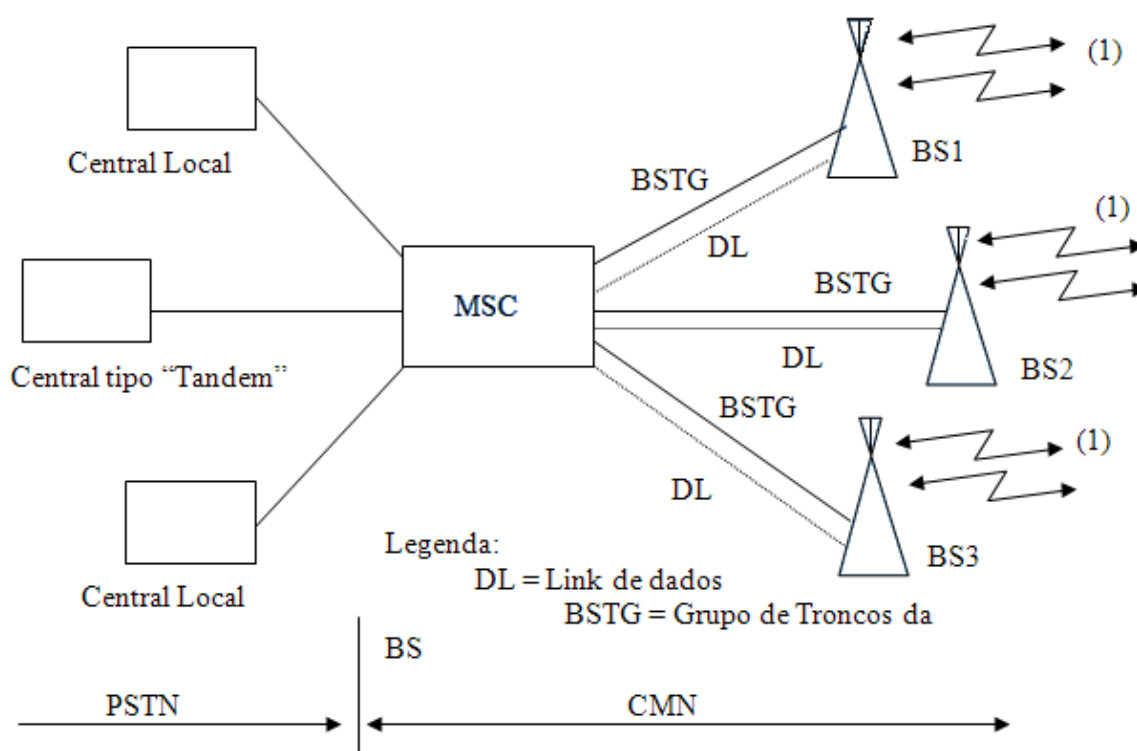
A "área localização" é um conjunto de estações de base que são agrupadas para otimizar a sinalização. As áreas são, na verdade, um conjunto

(*cluster*) de células adjacentes. Esta área é importante para possibilitar ao sistema de telefonia celular localizar geograficamente a região onde se encontra a antena (BS) que atenderá o assinante. Normalmente, dezenas ou mesmo centenas de estações de base compartilham um único Controlador de Central (BSC) em GSM, numa rede UMTS, que provém a inteligência por trás das estações de base. A BSC lida com a alocação de canais de rádio, recebe as medições dos telefones celulares e controla *handovers* de estação de base para a estação base.

Para cada área de localização, um número exclusivo, chamado "código de área de localização", é atribuído. O código de área de localização é transmitido por cada estação de base, conhecido como uma "estação base" (BTS em GSM), em intervalos regulares.

Uma MSC possui um "grupo de troncos" (*Trunk Groups*), próximos às centrais da rede pública telefônica (PSTN), também conhecida como "centrais de telefonia fixas", e um Grupo de Troncos de Estação Base (BSTG – *Base Station Trunk Group*) para cada BS. Vide figura 8 a seguir.

Figura 8 - Elementos de uma CMN (Rede de Dispositivos Móveis Celulares)



Fonte: Bosse (1998).

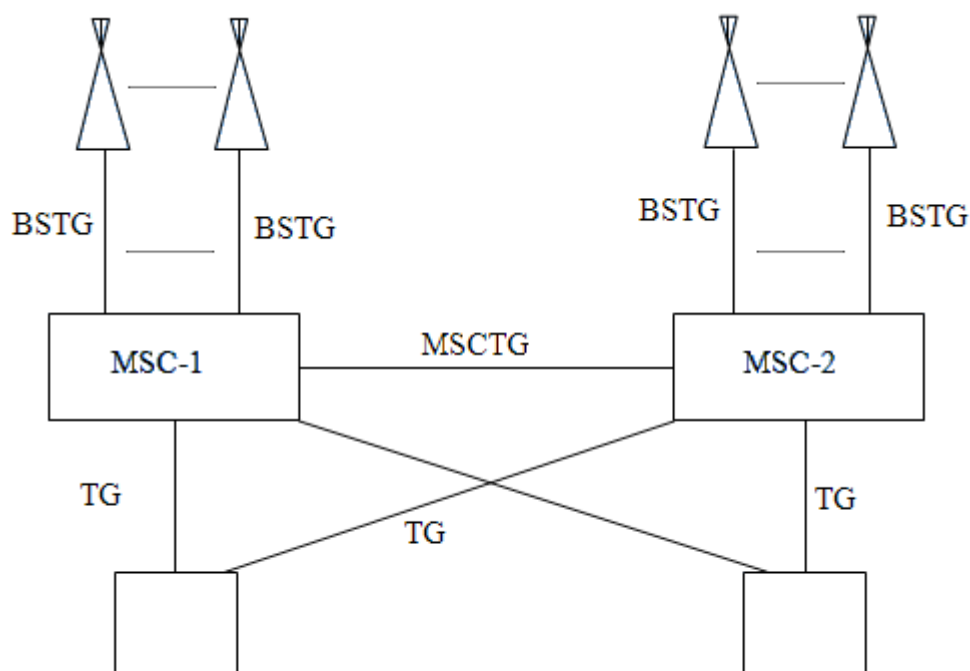
Uma EM, operando em uma célula, se comunica com a ERB através de canais de RF. Existem dois tipos de canais: **canais de voz** e **canais de controle**.

Numa ERB, cada tronco está permanentemente conectado, por cabos, ao transmissor e receptor de um canal de voz de RF. A combinação da ERB e seu **canal de voz** associado é o equivalente funcional de um tronco na PSTN. Um tronco da ERB e um canal de voz são assinalados para uma EM no início da chamada telefônica e são liberados quando a chamada é finalizada.

Uma ERB possui um par de enlaces bidirecionais (para aumentar o nível redundância) conectados à CCC (figura 8). Na ERB, os enlaces são conectados aos dispositivos de RF de um grupo de canais, conhecido como canais de controle. Esses **canais de controle** transportam mensagens das EM, que estão operando nas células, quando estiverem inativas (ligadas, mas não executando nenhuma chamada). Quando uma EM estiver realizando uma chamada, o canal de voz, que está alocado para esta chamada, transporta voz e sinalização. Podemos dividir os canais de controle em três tipos: **Canais de paging** (paginação), que transportam mensagens que foram enviadas pela CCC, para informar que uma EM está sendo chamada; e **Canais de acesso**, que são usados primariamente pelas EM para originar uma chamada e para responder a uma mensagem de *paging*. Canais de controle **combinados** são usados para *paging* e acesso.

Quando uma rede CMN de telefonia celular possui várias CCC, são usados também vários grupos de troncos (MSCTG, *Mobile Switch Center Trunk Groups*), entre as CCC e, então, pode-se ter uma configuração como a apresentada na figura 9, a seguir.

Figura 9 - Interligação entre MSC



Fonte: Bosse (1998).

Conforme se pode observar, a telefonia celular foi desenvolvida para propiciar ao usuário o maior nível de mobilidade possível. Sabemos que, entre a "não-mobilidade" e a mobilidade plena, existem diversas alternativas tecnológicas que foram testadas ao longo de décadas. A telefonia móvel, no momento atual, ainda não pode ser considerada uma rede que provê a mobilidade plena tão desejada, porém se aproxima cada vez mais desse objetivo.

Um ponto, porém, importante, que não está explícito na explanação anterior, é a de que os elementos da rede CMN não poderiam atuar em conjunto com o restante do mundo das telecomunicações, se não fossem pensadas soluções que as interligassem. Uma rede CMN só faz sentido se a mesma puder se conectar à rede PSTN, a qual está ligada, não somente à telefonia fixa, mas também à rede mundial internet. Ou seja, é necessário a existência de uma rede *backbone* que possa realizar essa tarefa. Veremos, a seguir, as técnicas mais utilizadas para esse fim.

### 2.5.3 Tecnologias de *backbone* utilizadas na telefonia móvel

O **TDMA, *Time Division Multiplexing Access*** (Acesso em Multiplexação por Divisão Tempo), é uma das tecnologias digitais mais usadas, que transforma sinais analógicos de voz em dados digitais e aumenta, em três vezes, a capacidade de atendimento a usuários em relação à capacidade na tecnologia analógica.

Esta tecnologia permite que um número maior de usuários acesse um único canal de frequência de rádio sem interferência, locando um *slot* (espaço) de tempo para cada usuário, dentro de cada canal. O TDMA, padrão para celular, divide um único canal em 6 *time-slots* ("fatias" de tempo), cada usuário usando 2 *time-slots*, promovendo um ganho em capacidade de 3 para 1 sobre o AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*)<sup>34</sup>, que é uma tecnologia analógica.

O TDMA apresenta algumas vantagens e desvantagens. Pode-se citar como principais vantagens do TDMA, o fato de não haver interferência de outras transmissões simultâneas e o baixo custo, por utilizar os equipamentos do sistema analógico, que já estão implantados. Porém, são desvantagens do TDMA o fato de cada usuário ter um intervalo de tempo predefinido, mas não quando muda de célula, causando quedas de conexão durante o *handoff*. Uma outra desvantagem é a distorção causada por múltiplos caminhos.

O CDMA, ***Code Division Multiple Access*** (Acesso Múltiplo por Divisão do Código), é um padrão digital para telefonia celular, em que todos os telefones móveis e todas as ERB transmitem seus sinais ao mesmo tempo e nas mesmas frequências portadoras. Cada um dos elementos do sistema (as ERB os dispositivos móveis) possui um código binário para diferenciar um do outro. O código é aplicado a cada um dos *bits* gerados por um assinante e compartilham a

---

<sup>34</sup> *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS) é um sistema padrão para sinal analógico do serviço de telefonia celular nos Estados Unidos e é usado também em outros países. Baseia-se na reserva de espectro de radiação eletromagnética inicial para serviço de telefonia celular pela Comissão Federal de Comunicações (FCC), em 1970. Apresentado pela AT & T em 1983, AMPS se tornou um dos sistemas mais amplamente implantado em sistemas de telefonia celular nos Estados Unidos (TECHTARGET, 2015). Mais detalhes podem ser vistos na seção Glossário.



mesma faixa de frequência do espectro. Numa ERB do CDMA, os sinais de 60 dispositivos móveis podem ser transmitidos, fazendo-se uso da mesma frequência da portadora.

O sistema CDMA utiliza um *software* de *handoff*, que copia a conversação da antiga célula para outras duas ou três células candidatas a receber a chamada, o que garante que sempre haverá uma célula pronta a continuar a chamada. Isso ocorre como se existissem alguns *backups* de cada chamada.

As principais vantagens do CDMA são a grande qualidade de transmissão (em comparação com o TDMA), pois usa dispositivos de codificação para filtrar ruídos de fundo, linhas cruzadas e interferências. Além disso, provê maior segurança e privacidade, além de dispor de maior capacidade. Como principal desvantagem, o CDMA provoca uma certa "poluição" do canal, pois existem várias estações base, as quais tendem a controlar a mesma chamada, o que gera interferência, principalmente em regiões muito povoadas. Porém, o CDMA apresentou algumas desvantagens em relação aos sistemas mais novos. Uma delas é a "poluição de canais", onde os sinais de muitas ERB (células) acabam estando presentes no telefone do assinante, mas nenhum deles é dominante. Quando esta situação ocorre, a qualidade de áudio degrada. A ocorrência de colisões no canal é outra desvantagem do sistema CDMA e pode ser mitigado apenas com uma seleção cuidadosa da sequência e do controle de potência do sinal. Além disso, o CDMA não possui um cartão SIM, o que torna mais difícil sua comercialização em comparação com outras tecnologias. Por essas e outras questões, o GSM (*Group Special Mobile*) encontrou espaço para crescimento no mercado de telefonia celular. A seguir, trataremos dessa tecnologia.

## 2.6 GSM – GROUP SPECIAL MOBILE

O GSM é um sistema usado em arquitetura de telefonia móvel (rede de celulares), com arquitetura aberta, que utiliza transmissão digital. O GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis) está, na verdade, se tornando um Sistema GLOBAL para as comunicações móveis. Estava ficando claro, há algum

tempo, que o GSM se tornaria padrão em toda Europa. Atualmente, muitos países em todo o mundo, que estavam adiando esta decisão, escolheram o GSM. O GSM tornou-se o padrão também no pan-asiático <sup>35</sup> e em grande parte da América do Sul, incluindo o Brasil (WEBER; OLIPHANT, 1995)

Como o surgimento das Redes de Comunicações Pessoais (PCN), apareceu, no Reino Unido, uma solução conhecida como o "*Mercury One-to-One OE Hutchison Microtel*" (da Orange Telecom), oferecendo as duas primeiras redes para o uso pelo público do padrão DCS1800 <sup>36</sup>. As redes PCN tem tido um sucesso esmagador no Reino Unido, oferecendo tarifas competitivas para empresas e chamadas de baixo custo. A empresa E-NET, da Alemanha, seguiu o exemplo das redes PCN do Reino Unido. O padrão DCS1800 se tornou mais disseminado na década de 90, com sistemas na Tailândia, Malásia, França, Suíça e Austrália. Na última década, sistemas GSM já foram implantados na Argentina, Brasil, Chile, França, Hungria, Polônia, Cingapura e Suécia.

Mesmo os EUA, que tinham evitado inicialmente a adoção do GSM900 <sup>37</sup>, já implantaram o PCS1900 <sup>38</sup>, baseado no GSM, para o seu sistema de PCS. Nos EUA, o GSM compartilha as bandas alocadas com outros sistemas baseados em

---

<sup>35</sup> Pan-asiático. adjetivo. Relativo ao pan-asiatismo ou todas as nações da Ásia. Pan-asiatismo: s. m. Tendência que defende a união ou aliança política e a mútua cooperação de todas as nações da Ásia (PRIBERAM, 2015).

<sup>36</sup> DCS1800 ou *Digital Cellular Sistema 1800MHz* é um termo dado ao que hoje é conhecido como GSM1800. Este sistema opera na região de 1800MHz do espectro de frequências. O espectro emparelhado está localizado entre 1710MHz e 1785MHz para a operação de *uplink* e 1805MHz e 1880MHz para a operação de *downlink*. O espaçamento duplex é de 95MHz. Este espectro suporta 374 canais (TECHNOLOGY-TRAINING, 2015).

<sup>37</sup> O termo é usado para o GSM900, um sistema GSM que opera em qualquer dos 900 MHz. A banda de 900 MHz, definida na norma ETSI, inclui a banda do GSM primário (GSM-P), da extensão (E-GSM) e parte da banda de 900 MHz, que é reservada para o transporte ferroviário (R-GSM). A banda total de GSM900 é definida nas séries padrão 876-915 MHz emparelhados com 921-960 MHz. Dispositivos Móveis (EM) transmitem na faixa inferior e estações base (ERB) transmitem na faixa superior (TELECOMABC, 2015).

<sup>38</sup> PCS 1900: Uma versão em faixas (bandas) e modificada do padrão de rádio celular pan-europeu GSM, especificado pelo *American National Standards Institute* (ANSI) como ANSI J-STD-007, de 1995, para PCS em 1900 MHz (1,9 GHz) (YOURDICTIONARY, 2015).

CDMA, NAMPS <sup>39</sup> e IS-136 TDMA <sup>40</sup>. As licenças do padrão PCS1900 já abrangem mais da metade da população dos EUA, sendo que provavelmente este número aumentará até quase a cobertura total, conforme as licenças restantes forem sendo outorgadas.

A seguir, serão apresentados os principais componentes de uma rede GSM.

### 2.6.1 Arquitetura da rede GSM

As especificações técnicas GSM definem as diferentes entidades que formam a rede GSM através da definição de suas funções e requisitos de *interface*.

A rede GSM pode ser dividida em quatro partes principais:

- *Mobile Station (MS)*.
- *Base Station Subsystem (BSS)*.
- *Network and Switching Subsystem (NSS)*.
- *Operation and Support Subsystem (OSS)*.

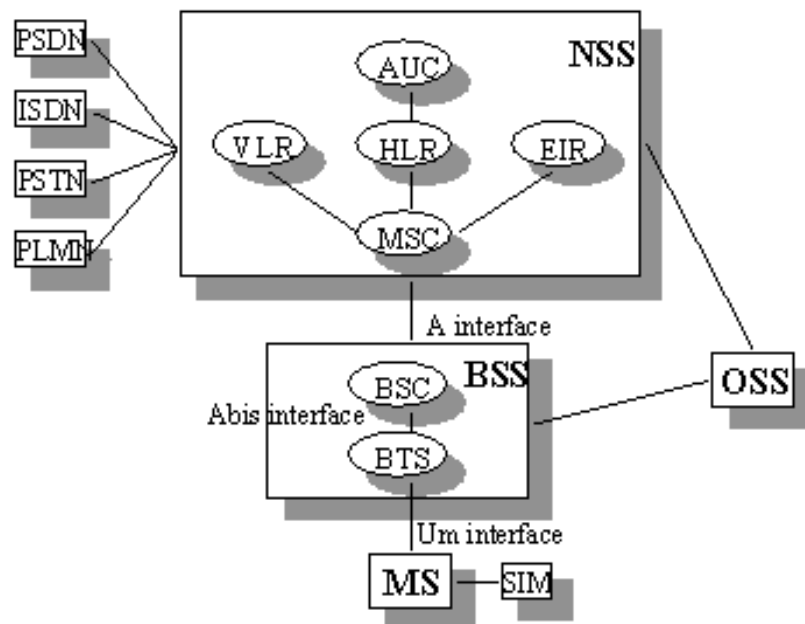
A arquitetura da rede GSM é apresentada na Figura 10, a seguir, a qual indica de forma detalhada os componentes de uma rede GSM. Esse componentes são descritos a seguir.

---

<sup>39</sup> NAMPS (*Narrow Advanced Mobile Phone Service*): Uma norma proposta pela Motorola que combina o AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), padrão celular, com informações de sinalização digital. O NAMPS é projetado para fornecer um nível mais alto de desempenho, reduzir o número e a incidência de chamadas abandonadas e aumentar consideravelmente as capacidades de comunicação (LSU-GROK, 2015).

<sup>40</sup> A solução TDMA surgiu como uma opção que mantinha compatibilidade com a arquitetura e canalização utilizada pelos sistemas AMPS tendo sido inicialmente chamada de DAMPS ou Digital AMPS. O TDMA (IS-136) foi padronizado pela TIA (Telecommunications Industry Association) (TELECO, 2014).

Figura 10 - Arquitetura da rede GSM.



Fonte: Weber e Oliphant (1995).

A arquitetura GSM é composta pelos seguintes elementos:

A MS (**Mobile Station** ou **Estação Móvel**, EM) é um equipamento móvel (terminal) com um cartão inteligente (SIM Card) com uma identificação mundial única. O cartão providencia mobilidade pessoal, de tal forma, que o assinante consegue ter acesso aos serviços subscritos independentemente do terminal utilizado. Uma estação móvel é constituída por dois elementos principais: o Equipamento Móvel e o *Subscriber Identity Module* (Cartão/Chip **SIM**).

O **Terminal** (aparelho de telefonia móvel), possui diferentes tipos, que se distinguem principalmente pelo seu poder e aplicação. Os terminais "fixos" são aqueles instalados em residências, escritórios ou em automóveis. São chamados "fixos" por que seu local de instalação não possui a mesma versatilidade dos terminais portáteis. São configurados para ter acessibilidade apenas em locais ou regiões pré-definidas. Sua potência de saída máxima permitida é de 20 W. Os terminais portáteis de GSM, também podem ser instalados em veículos. Sua potência máxima permitida é de 8W.

Os terminais de *handhelds* tem experimentado o maior sucesso graças a seu peso e volume, que são continuamente decrescentes. Estes terminais podem emitir uma potência de 2 W em média. A evolução das tecnologias permite diminuir a potência máxima permitida para 0,8 W.

O **Cartão SIM** é um cartão "inteligente" que identifica o terminal. Ao inserir o cartão SIM no terminal, o usuário pode ter acesso a todos os serviços subscritos. Sem o cartão SIM, o terminal não está operacional. O cartão SIM é protegido por um número, de quatro dígitos, de identificação pessoal (PIN). A fim de identificar o assinante para o sistema, o cartão SIM contém alguns parâmetros do utilizador, tal como a sua Identidade de Assinante Móvel Internacional (IMSI). Outra vantagem do cartão SIM é a mobilidade dos utilizadores. De fato, o único elemento que personaliza um terminal é o cartão SIM. Portanto, o usuário pode ter acesso aos seus serviços subscritos em qualquer terminal usando seu o cartão SIM.

O **Base Station Subsystem** (BSS) é um Subsistema Estação Rádio Base, que liga a estação móvel e o NSS. Ele está no comando da transmissão e recepção. O BSS pode ser dividido em duas partes: a Estação *Base Transceiver Station* (BTS) ou Estação Base e o Controlador *Base Station Controller* (BSC). A seguir veremos detalhes sobre cada uma delas.

A BTS, **Base Transceiver Station** (Estação Base de Transceptor, ou ERB, Estação Rádio Base), corresponde aos transceptores e as antenas utilizadas em cada uma das células da rede. A BTS é geralmente colocada no centro de uma célula. A sua potência de transmissão define o tamanho de uma célula. Cada BTS tem entre um e dezesseis transceptores, dependendo da densidade de usuários na célula.

A BSC, **Base Station Controller** (Controladora de Estação Base), controla um grupo de BTS (Base Transceiver Station) e gerencia seus recursos de rádio. A BSC é principalmente encarregada pelos *handovers*, salto de

frequência, as funções de câmbio e o controle dos níveis de energia de frequência de rádio da BTS.

O NSS, **Network and Switching Subsystem** (Subsistema de Rede e comutação), tem como principal papel gerir as comunicações entre os usuários de celulares e outros usuários, como usuários móveis, os usuários de redes ISDN (RDSI), os usuários de telefonia fixa, etc. Ele também inclui bases de dados necessários, a fim de armazenar informações sobre os assinantes e para gerir a sua mobilidade. Os diferentes componentes da NSS são descritos a seguir.

O principal componente é o MSC, **Mobile Services Switching Center**, (Central de Comutação Móvel, CCC), que é o componente central da NSS. Ele encarrega-se de fazer a comutação de chamadas entre a estação móvel ou terminal fixo. Realiza registros, autenticação, atualização de localização, *handoff* e gerenciamento do assinante de *roaming*. O MSC (CCC) executa as funções de comutação da rede. Ele também oferece conexão com outras redes (CUNHA, 2006).

O GMSC, **Gateway Mobile Services Switching Center** (Gateway do Centro de Comutação de Serviços Moveis), é um *gateway*, que interliga duas redes. O GMSC é a *interface* entre a rede celular móvel e a PSTN. É encarregado de encaminhar as chamadas da rede fixa para um usuário GSM. As GMSC geralmente são implementadas nas mesmas máquinas, como a MSC.

O HLR, **Home Location Register** (Registrador de Localização "Doméstico"), é considerado uma base de dados muito importante, que armazena a informação dos *suscribers* pertencentes à área de cobertura de um MSC. Ele também armazena a localização atual desses assinantes e os serviços a que têm acesso. A localização do assinante corresponde ao endereço de SS7 do *Visitor Location Register* (VLR), associado ao terminal do assinante.

O VLR, **Visitor Location Register** (Registrador de Localização de Visitante), contém as informações do HLR de um assinante, a fim de fornecer os

serviços a usuários-visitantes. Quando um assinante entra na área de cobertura de uma nova MSC, o VLR, associado a este MSC, irá solicitar informações sobre o novo assinante, com o seu correspondente HLR. O VLR terá então informações suficientes para assegurar os serviços subscritos, sem necessidade de pedir o HLR, cada vez que uma comunicação é estabelecida. O VLR sempre é implementado em conjunto com a MSC, de modo que a área sob o controle do MSC seja também a mesma área sob o controle do VLR.

O AUC, **Authentication Center** (Centro de Autenticação), é o registrador usado para fins de segurança. Ele fornece os parâmetros necessários para as funções de autenticação e criptografia. Estes parâmetros ajudam a verificar a identidade do usuário.

O EIR, **Equipment Identity Register** (Registrador de Identidade de Equipamento), também é usado para fins de segurança. É um registro que contém informações sobre os equipamentos móveis. Mais particularmente, ele contém uma lista de todos os terminais válidos. Um terminal é identificado por seu *Mobile Equipment Identity Internacional* (IMEI). O EIR proíbe chamadas de terminais roubados ou não autorizadas (por exemplo, um terminal que não respeita as especificações relativas à potência de saída RF).

O GIWU, **GSM Interworking Unit** (Unidade de Interligação de GSM), corresponde a uma *interface* para várias redes de comunicações de dados. Durante essas comunicações, as transmissões de voz e dados podem ser alternadas.

O OSS, **Operation and Support Subsystem** (Subsistema de Operação e Suporte), está ligado aos diferentes componentes da NSS e à BSC, a fim de controlar e monitorar o sistema GSM. Ele também é o responsável por controlar a carga de tráfego da BSS. No entanto, o aumento do número de estações de base, devido ao desenvolvimento de redes de rádio celular, provoca a transferência de algumas das tarefas de manutenção fossem para a BTS (ERB).

A arquitetura GSM, conforme aqui apresentada, a essa altura já estava bem solidificada, mesmo em tempos de segunda geração de telefonia celular. Mas essas redes ainda necessitavam de artifícios e dispositivos especiais para permitir a conexão das mesmas com a Internet. É interessante notar que até a geração 2G, as redes eram basicamente orientadas a circuitos TDM, utilizando multiplexação estatística, porém, a partir da 3G, com a propagação das redes TCP/IP, as redes passaram a ser orientadas a datagramas, e isso talvez seja o que mais diferencia as duas gerações. Essa nova abordagem fará toda diferença entre as duas gerações, conforme veremos a seguir.

## 2.7 REDES ORIENTADAS A DATAGRAMAS <sup>41</sup> E O PROTOCOLO TCP/IP

Na comutação de circuitos de redes, os dados são organizados em fluxo de *bits* contínuo e ininterrupto. Neste modo, uma ligação com enlace físico dedicado entre um par de nós está estabelecida. Antes de iniciar a transferência de dados através de uma ligação específica, a ligação em si deve ser "abastecida", ou seja, a rede de nós de comutação tem de ser configurada para fornecer a conexão física requerida. Isso implica uma atribuição exclusiva dos recursos da rede durante todo o período em que a conexão é estabelecida. Este tipo de tarefa (provisionamento) é normalmente levada a cabo por elementos dedicados pertencentes ao sistema de controle de rede; recursos de rede são liberados quando a conexão finaliza. Assim, a rede de telefonia legada (*POTS - Plain Old Telephony Service*) <sup>42</sup> tem sido usada até os dias de hoje. Porém, os

---

<sup>41</sup> Embora o termo "pacote" seja usado de forma genérica em vários textos sobre o assunto, de acordo com a arquitetura de redes OSI, ele é específico para a camada de redes dessa arquitetura. Logo, é usado, no presente texto, o termo "datagrama" para representar qualquer bloco de dados em qualquer camada da arquitetura OSI.

<sup>42</sup> *Plain Ordinary Telephone Service (POTS)* ou Serviço telefônico Fixo de Comutação (STFC): é o serviço de telefone de grau de voz utilizando a transmissão do sinal analógico nos "loops" de cobre. POTS foi a oferta de serviço padrão de empresas de telefonia a partir de 1876 até por volta de 1960, quando, a agora obsoleta, Interface da Taxa Básica (BRI) da Rede Digital de Serviços Integrados (ISDN) foi introduzida, seguida por sistemas de telefonia celular e de Voz sobre IP (VoIP). O POTS continua a ser a forma básica de conexão de serviços residenciais e pequenas empresas à rede telefônica em muitas partes do mundo. O termo reflete a tecnologia que está disponível desde a introdução do sistema de telefonia pública no final do século 19, de uma forma praticamente inalterada, apesar da introdução de discagem Touch-Tone, centrais telefônicas, de telefones eletroeletrônicos e de comunicações por fibra óptica para as redes telefônicas públicas comutadas (PSTN) (TECHTARGET, 2014).



recursos da rede de reserva privativa impedem que outras conexões façam uso, enquanto a primeira está ativa, e isso pode levar ao uso ineficiente da rede.

Já em redes de comutação de datagramas, os dados são organizados em datagramas de comprimento finito e são então processados, um por um, nos nós da rede, e encaminhados com base na informação do cabeçalho do datagrama. Neste cenário de rede, cada datagrama é usado para comutação e transmissão de recursos durante o período de sua duração, e os recursos de rede são compartilhados por todos os pacotes. Esse processo de transmissão de pacotes e agregação é chamado de multiplexação estatística, e é o maior benefício das redes de comutação de pacotes em comparação às redes de comutação de circuito, em termos de eficiência de uso dos recursos da rede.

Pelos motivos já expostos, a técnica de comutação de pacotes vem substituindo a comutação de circuitos paulatinamente. A seguir, detalharemos essa técnica.

### **2.7.1 Redes orientadas a Pacotes (datagramas)**

Baseados na arquitetura OSI (Open Short Interconnection, criada pela ISO), os datagramas (aqui às vezes mencionados como “pacotes”) são dispostos em camadas para construir a pilha de protocolos TCP/IP, que é formada por (COMER, 1998a):

- Camada de aplicação (FTP, Telnet, HTTP) <sup>43</sup>;
- Camada de transporte (TCP ou UDP) <sup>43</sup>;
- Camada da Internet (IP) <sup>43</sup>;
- Camada de acesso à rede (ethernet, FDDI, ATM) <sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> Vide capítulos de Glossário e Siglas.

Os datagramas são constituídos de tal modo que as camadas correspondentes a cada protocolo, usado para uma conexão específica, são dispostas em torno dos datagramas, como as camadas de uma cebola.

Em cada camada (exceto, talvez, na camada de aplicação), um datagrama tem duas partes: o cabeçalho e o corpo. O cabeçalho contém informações de protocolo relevantes para essa camada, enquanto o corpo contém os dados relativos a essa camada, que consistem frequentemente em um datagrama inteiro da próxima camada na pilha. Cada camada trata as informações que obtém da camada acima dela como dados e aplica seu próprio cabeçalho a esses dados. Em cada camada, o datagrama contém todas as informações repassadas a partir da camada mais alta; nada se perde. Esse processo de preservar os dados, enquanto se anexa um novo cabeçalho, é conhecido como encapsulamento.

Na camada de aplicação, o datagrama consiste, simplesmente, nos dados a serem transferidos. À medida que ele se movimenta para a camada de transporte, o TCP ou o UDP preserva os dados para a camada de internet (camada de redes) <sup>44</sup>. O IP (Internet Protocol) considera que o datagrama inteiro é formado por dados e agora anexa a ele seu próprio cabeçalho IP. Finalmente, na camada de acesso à rede (camada de enlace), o ethernet ou outro protocolo de rede, considera que os pacotes IP inteiros, repassados a ele, são dados e anexa seu próprio cabeçalho.

No outro lado da conexão, este processo é invertido. À medida que os dados são repassados de uma camada até a próxima camada mais alta, cada cabeçalho é retirado por sua respectiva camada. Por exemplo, a camada de

---

<sup>44</sup> De acordo com a RFC 1180, que trata da arquitetura TCP/IP, originalmente essa camada era chamada de "camada de internet" devido ao nome do protocolo que desempenha as funções de rede *Internet Protocol* (IP). Esse padrão é usado por Comer (1998, pag. 167) e outros estudiosos, porém atualmente muitos autores e organizações (exemplo CISCO, Motorola, etc) a nomearam como "camada de redes" em referência a mesma nomenclatura usada na arquitetura de camadas de redes OSI. No presente texto optou-se por usar-se a nova nomenclatura.

redes remove o cabeçalho IP, antes de repassar os dados encapsulados à camada de transporte (TCP ou UDP).

Na camada de acesso à rede, conhecidas como ethernet, o *frame* (datagrama de nível 2) consiste em duas partes: o cabeçalho ethernet e o corpo ethernet. Em geral, não se pode fazer filtragem de quadros baseados em informações no cabeçalho ethernet. O endereço ethernet também pode ser conhecido como endereço MAC, por ser esse o nome do principal protocolo representativo da camada de acesso à rede, isto é, *Media Access Control*.

Na camada de redes, o pacote IP (datagrama de nível 3) é formado por duas partes: o cabeçalho IP e o corpo IP. Do ponto de vista de filtragem de pacotes, o cabeçalho IP contém quatro fragmentos de informações importantes (AMETT et al., 1997):

- O endereço de origem IP: composto por quatro bytes de comprimento, é escrito como algo semelhante a 172.16.244.34;
- O endereço de destino IP: semelhante ao endereço de origem IP;
- O tipo de protocolo IP: identifica o corpo IP como um datagrama TCP, um datagrama UDP, um datagrama ICMP ou algum outro tipo de datagrama;
- O campo de opções IP: Campo composto por opções, como a rota de origem IP e as opções de segurança IP.

A maioria das redes tem um limite sobre o comprimento máximo de um datagrama, que é muito mais curto que o limite imposto pelo IP. Para lidar com esse conflito, o IP pode dividir um pacote muito grande em uma série de pacotes menores para cruzar uma determinada rede, estes pacotes menores são chamados fragmentos. A fragmentação de um pacote não muda sua estrutura na

camada IP, mas pode significar que o corpo contém apenas uma parte de um datagrama na próxima camada.

O IP serve como um campo intermediário comum para a Internet. Ele pode ter muitas camadas diferentes abaixo dele, como ethernet, *token-ring*, FDDI, PPP ou outros. O IP pode ter muitos outros protocolos dispostos em camadas acima dele, sendo TCP, UDP e ICMP os mais comuns.

A maior parte dos pacotes IP é chamada *unicast*. Esses pacotes são enviados para um *host* de destino individual. Os pacotes IP também podem ser *multicast* ou *broadcast*. Os pacotes *multicast* são como memorandos, que são enviados a um grupo de pessoas. Os pacotes *broadcast* são como anúncios feitos por locutores; eles são usados quando todo mundo precisa das informações.

Um outro nível de consideração para filtragem de pacotes é a fragmentação. Uma das características do IP é sua capacidade de dividir um grande pacote em pacotes menores, que, caso contrário, não conseguiriam atravessar um *link* de rede. Estes pacotes menores são chamados fragmentos. Os fragmentos são então reunidos no pacote completo pela máquina de destino.

Do ponto de vista da filtragem de pacotes, o problema com a fragmentação é que apenas o primeiro fragmento conterá as informações de cabeçalho de protocolos de nível mais alto (como o TCP) de que o sistema de filtragem de pacotes necessita para decidir se deve ou não deixar passar o pacote completo. Originalmente, a abordagem comum de filtragem de pacotes, para lidar com a fragmentação, era permitir a passagem de quaisquer fragmentos, que não fossem os primeiros, e fazer a filtragem de pacotes apenas no primeiro fragmento de um pacote. Isso era considerado seguro, porque, se a filtragem de pacote decidisse descartar o primeiro fragmento, o sistema de destino não seria capaz de reunir o restante dos fragmentos no datagrama original, não importando quantos fragmentos restantes ele recebesse. Se não for possível reconstruir o datagrama original, o datagrama parcialmente reunido não será aceito (SOARES *et al.*, 1997).

As informações acima são interessantes, quando se procura entender a operação de redes orientadas a datagramas. Porém, para se ter uma melhor noção do funcionamento dessas redes, é necessário um olhar especial para a camada imediatamente acima da camada de redes, ou seja, a camada de transporte. Enquanto o papel principal da camada da rede é possibilitar que os datagramas IP possam ser roteados entre os diversos segmentos de rede, é importante lembrar que em seu conteúdo (payload) estão os dados das aplicações que serão transportadas entre os *hosts*. A seguir, serão apresentados os principais conceitos e protocolos da camada de transportes.

### 2.7.2 A camada de transporte

O IP serve como base para uma série de protocolos diferentes, dos quais os mais comuns são TCP, UDP e ICMP, conforme veremos a seguir.

O **TCP (*Transport Control Protocol*)** é o protocolo mais comumente utilizado para serviços na Internet. Por exemplo, Telnet, FTP, SMTP, NNTP e HTTP <sup>45</sup>, são todos serviços baseados no TCP. O TCP fornece uma conexão bidirecional confiável entre dois pontos extremos. Abrir uma conexão TCP é como fazer uma chamada telefônica: disca-se o número e, depois de um curto período de configuração, é estabelecida uma conexão confiável entre a origem e o destino.

O TCP é confiável pelo fato de oferecer três garantias à chamada de aplicação (COMER, 1998b), porque o destino receberá os dados do aplicativo na ordem em que eles foram enviados, receberá todos os dados do aplicativo e não receberá duplicatas de quaisquer dados do aplicativo.

---

<sup>45</sup> Vide capítulos de Glossário e Siglas.

Na camada TCP, o datagrama contém novamente duas partes: o cabeçalho TCP e o corpo TCP. Do ponto de vista da filtragem de datagramas, o cabeçalho TCP contém três itens interessantes de informações:

- A porta de origem TCP: um número de dois *bytes* que especifica o processo cliente ou servidor de onde o datagrama está vindo, na máquina de origem;
- A porta de destino TCP: um número de dois *bytes* que especifica o processo cliente ou servidor para onde o datagrama está indo, na máquina de destino;
- O campo de sinalizadores TCP: esse campo contém diversos sinalizadores que são usados para indicar tipos especiais de datagramas, em particular durante o processo de configuração e remoção de conexões TCP.

Em outubro de 1986, a Internet experimentou o primeiro de uma série de fenômenos que ficaram conhecidos como "colapsos de congestionamento". Durante este período, a taxa de dados entre o *Lawrence Berkeley Laboratory* e a *University of California, Berkeley* (sites separados por 400 metros e dois *hosts*) caiu de 32 Kbps para 40 bps. Van Jacobson <sup>46</sup> e outros ficaram fascinados por essa queda brusca de um fator maior que 1.000 na taxa de transmissão e embarcaram na investigação do problema.

Notadamente, o fluxo, em uma conexão TCP, deveria obedecer ao princípio da conservação de datagramas. E, se este princípio fosse obedecido, colapsos devido ao congestionamento seriam uma exceção ao invés da regra. Logo, controle de congestionamento significa encontrar as causas da violação do princípio da conservação e consertá-las.

---

<sup>46</sup> Os algoritmos de **Van Jacobson** para o *Transmission Control Protocol* (TCP) ajudaram a resolver o problema do congestionamento e são usados em mais de 90% dos servidores Internet hoje. Ele é conhecido por suas realizações pioneiras no desempenho da rede e de escala. Amplamente creditado, permitindo a Internet expandir em tamanho e apoio para crescentes demandas de velocidade, ele ajudou a Internet a superar um grande aumento de tráfego (1988-1989) sem entrar em colapso (INTERNETHALLOFFAME, 2015).

O corpo de um pacote IP pode conter um datagrama **UDP (User Datagram Protocol)**, em vez de um datagrama TCP. O UDP é uma alternativa ao TCP de baixo *overhead* <sup>47</sup>. O UDP é de baixo *overhead*, pelo fato de não oferecer nenhuma das garantias de confiabilidade que o TCP oferece e, portanto, não precisa de mecanismo para oferecer tais garantias.

Todo datagrama UDP é independente. Os datagramas UDP não fazem parte de um circuito virtual como datagramas TCP. Enviar datagramas UDP é como enviar cartões postais pelo correio. Se enviar 100 cartões postais pelo correio, mesmo que todos eles sejam endereçados ao mesmo lugar, você não poderá ter absolutamente a certeza de que todos eles estão indo para lá e, aqueles que chegarem, provavelmente não estarão na mesma ordem em que estavam quando enviados (TEIXEIRA JÚNIOR, 1999).

A internet, como toda rede, tinha problemas relacionados com seu desempenho que precisavam ser monitorados. Por isso, foi criado o protocolo ICMP, conforme veremos a seguir.

O ICMP (*Internet Control Message Protocol*, ou Protocolo de Controle de Mensagens da Internet) é usado para mensagens de status e controle IP. Os datagramas ICMP são transportados no corpo de pacotes IP, da mesma forma que datagramas TCP e UDP. Alguns exemplos de mensagens ICMP incluem:

- *Echo request* (solicitação de eco): o que um *host* envia quando se executa um *ping* <sup>48</sup>;
- *Echo response* (resposta de eco): o que um *host* usa para responder a uma mensagem "*echo request*"

---

<sup>47</sup> Nas telecomunicações, **Overhead** refere-se ao tempo de processamento exigido pelos códigos de verificação de erros e controle de transmissões (TECHTARGET, 2015).

<sup>48</sup> Ping é um programa básico de Internet, que permite a um usuário verificar se um determinado endereço IP existe e pode aceitar requisições. O verbo "ping" significa o ato de usar o utilitário ping ou comando.

- *Time exceeded* (tempo excedido): o que um roteador retorna quando descobre que um pacote parece estar em *loop* <sup>49</sup>.
- *Destination unreachable* (destino inacessível): o que um roteador retorna quando o destino de um pacote não pode ser alcançado por alguma razão;
- *Redirect* (redirecionar): o que um roteador envia a um *host* em resposta a um pacote que o *host* deve ter enviado a um roteador diferente.

Com o sucesso do IP para transmissão de dados, percebeu-se, na época, que outros tipos de mídia poderiam ser transmitidos por essa "nova" tecnologia. Passou-se então à transmissão de outros tipos de informações, como imagem e voz. Surgiram então as primeiras redes de transmissão de Voz sobre IP ou VoIP (*Voice over IP*) <sup>50</sup>.

## 2.8 TECNOLOGIAS VOLTADAS AO VOIP (VOICE OVER IP)

Tem-se visto, em um intervalo de tempo relativamente curto, uma diversidade de tecnologias de comunicação de voz sobre redes comutadas por pacotes se espalhando pelo mundo afora. Equipamentos, protocolos e serviços relacionados a essas tecnologias já se encontram disponíveis. Soluções vêm sendo oferecidas na integração dessas tecnologias baseadas nas "antigas" Redes Telefônicas Comutadas por Circuito (*PSTN, Public Switched Telephone Network*).

---

<sup>49</sup> Um *loop* de roteamento é um problema de rede grave que acontece quando pacotes de dados são continuamente encaminhados através dos mesmos roteadores de forma constante. Os pacotes de dados continuam a ser encaminhados dentro da rede em um círculo sem fim. Um *loop* de roteamento pode ter um impacto catastrófico sobre uma rede e, em alguns casos, desativar completamente a rede.

<sup>50</sup> O VoIP (voz sobre IP) é um termo da telefonia IP usado para um conjunto de instalações utilizadas para gerenciar a entrega de informações de voz através da Internet. VoIP envolve o envio de informações de voz em forma digital em pacotes discretos em vez de usar os tradicionais protocolos comprometidos com o circuito de rede telefônica pública comutada (PSTN). Uma grande vantagem do VoIP e telefonia via Internet é que ele evita as taxas cobradas pelo serviço telefônico comum (TECHTARGET, 2015)



Atualmente, tem-se falado muito que um dos vários ramos da convergência digital e das redes de multisserviço é a comunicação de voz. Através dessas tecnologias, é possível prover soluções que deem suporte à comunicação e à integração de dados, áudio e vídeo, as quais, de forma geral, são implantadas sobre uma diversidade de diferentes tecnologias de transporte, tais como as redes PSTN, redes ATM, redes Wi-Fi, redes CMN <sup>51</sup>, para citar algumas. Porém, as redes IP são o foco final de convergência para o transporte dessas redes multimídia.

Tratamos, a seguir, de uma visão geral de vários conceitos e tecnologias aplicados à comunicação de **voz sobre o protocolo IP (VoIP)**. Será apresentada uma visão dos cenários, cujos graus de complexidade vão aumentando paulatinamente.

O *Voice-over-IP* (VoIP) é uma tecnologia emergente que, em muitos casos, está substituindo os serviços de telefonia tradicionais, porque é muito mais rentável para o consumidor e empresas. Tarifas de longa distância são relativamente uma coisa do passado e, em geral, há mais serviços com variedade de recursos disponíveis através de uma linha VoIP do que os serviços de telefonia tradicionais. O VoIP fornece serviços de telefone sem utilizar a infraestrutura cara da empresa de telefonia tradicional. O VoIP é um acessório para nossas formas tradicionais de se comunicar através do telefone; os usuários podem combinar voz e vídeo em uma única chamada, compartilhar dados, e realizar muitas outras tarefas que são impossíveis através de linhas telefônicas tradicionais. As empresas podem utilizar o *Session Initiated Protocol* (SIP, protocolo de iniciação de sessão) sobre VoIP para eliminar a necessidade de grandes linhas tronco PSTN e espaço desperdiçado. Tudo indica que o VoIP é o futuro das telecomunicações e suas características, eventualmente, serão muito superiores aos serviços de telefone fixo tradicional (JACKSON, 2009).

---

<sup>51</sup> Vide capítulos de Glossário e Siglas

Complementando este raciocínio, pode-se definir Serviço Conversacional de VoIP como sendo um subconjunto dos serviços multimídia, destinado especificamente à comunicação de voz, funcionando de modo similar ao provido pelo Serviço Telefônico Fixo Comutado (POTS). Estão incluídos, no conjunto desses serviços, outros serviços, tais como: áudio-conferência<sup>52</sup>, retenção e redirecionamento de chamadas, serviços de caixa postal de voz, etc.

O Serviço conversacional de VoIP é denominado como um serviço destinado especialmente para a comunicação de voz, semelhantemente ao serviço que é provido pelo POTS (*Plain Old Telephony Service*), denominado Serviço Telefônico Fixo de Comutação (STFC).

Uma outra questão que se deve considerar, sempre que se oferece novos serviços ao público, é a preocupação com a qualidade de serviço (QoS - *Quality of Service*). Com o surgimento da tecnologia VoIP, surgiram dúvidas se esta tecnologia poderia prover o mesmo nível de QoS que a tecnologia anterior (transmissão de voz analógica). Apesar da percepção conservadora de que o VoIP é responsável pela diminuição nos custos de telecomunicações, as empresas tendem a optar pelo uso de tecnologias devidamente testadas e aprovadas com as quais seja possível prover serviços com uso de parâmetros de QoS internacionais, os quais podem garantir um serviço de maior qualidade, preferencialmente através de empresas credenciadas, que tenham uma infraestrutura que suporte a demanda. Assim, para o cliente final, faz-se necessário, de acordo com as necessidades desses clientes, procurar conhecer maiores detalhes sobre suporte técnico, atendimento e disponibilidade do serviço, antes de contratado.

---

<sup>52</sup> Uma chamada de **áudio-conferência** é uma chamada telefônica em que o chamador deseja que mais de uma pessoa possa escutar a parte de áudio da chamada. As áudio-conferências ou também chamadas de **teleconferências** podem ser projetadas para permitir à pessoa chamada participar durante a chamada, ou a chamada pode ser configurada de modo que a pessoa chamada apenas escute a chamada e não possa falar. Por vezes, é chamado ATC (Áudio Tele-Conferência).

Outro ponto a considerar é a capacidade das redes em poder prover um tráfego de alta capacidade, sem impactar os serviços legados. As redes CMN, que usam tecnologia IMS/NGN (*IP Multimedia Subsystem/ Network Generation Network*)<sup>53</sup>, necessitam que seus *backbones* tenham capacidade de encaminhar as informações entre os diversos locais de forma quase direta, semelhante ao que ocorria nas redes telefônicas tradicionais, que faziam uso das comunicações orientadas a conexões com multiplexação estatísticas (TDM). Essas conexões estatísticas, por pertencerem a outra geração (2G), não possuem nenhuma afinidade com os protocolos de aplicação usadas na internet (padrão TCP/IP). Além disso, os *backbones* IP não possuem a característica de permitir conexões diretas, pois usam comunicações orientadas a datagramas, o que não garantiria que o mesmo caminho fosse usado durante uma chamada telefônica. Por isso, os engenheiros optaram por alternativas tecnológicas que façam uso das redes de conexões virtuais, as quais se utilizam de circuitos virtuais, que funcionam sobre redes orientadas a datagramas, como uma rede IP, por exemplo. Inicialmente, foram usadas tecnologias, que, por sua natureza, já possuíam circuitos virtuais, como é o caso das redes ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), porém tais redes são muito onerosas e seria necessário repassar este custo para o assinante.

Com o surgimento da arquitetura MPLS, a solução foi encontrada. As redes MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*, ou comutação de rótulos para múltiplos protocolos) criam circuitos virtuais sobre as redes de datagrama (IP), possibilitando utilizar-se os *backbones* IP já existentes nas operadoras, os quais foram construídos para atender o tráfego de Internet dos seus assinantes. Nesse caso, dois problemas seriam resolvidos: a) conseguiu-se achar a tecnologia ideal para transmitir as ligações telefônicas, sem necessidade do uso de conexões estatísticas; b) os ISP poderiam utilizar as redes IP pré-existentes para uso do tráfego de telefonia celular padrão IMS/NGN.

A seguir, será feita uma breve exposição da tecnologia MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*, ou comutação de rótulos de múltiplos protocolos).

---

<sup>53</sup> Vide conceituação de IMS e NGN nas sessões a seguir (2.6.2 e 2.6.3).

É importante ressaltar, que tais tecnologias, como a MPLS a ser apresentada na próxima sessão, são aqui tratadas, porque tem relação direta com o tema central, e com o estudo de caso de caso mencionado no capítulo de Metodologia (capítulo 4). A falta de uma melhor explicação sobre esses temas poderia causar dificuldade de compreensão para o leitor que não estiver familiarizado com o tema.

### 2.8.1 Redes MPLS

A redes MPLS são de suma importância nas telecomunicações atuais. Sem elas, seria muito difícil realizar a migração das redes de tecnologia com serviços orientados a circuitos (2G) para serviços orientados a datagrama (3G). A implementação das redes MPLS possibilitou a emulação de circuitos dedicados em redes orientadas a datagramas, com uma qualidade de serviço (QoS) muito semelhante às redes de circuitos dedicados originais.

O MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*), definido pela RFC 3031<sup>54</sup>, é uma arquitetura de encaminhamento de datagramas baseada em rótulos (*labels*), que atua entre as camadas 2 e 3 do modelo OSI<sup>55</sup>, citado, também considerado por alguns autores, como um protocolo de camada 2,5 (dois em meio), pois suas funções poderiam ser "encaixadas" entre as funções das camadas 2 e 3 (HARNEDY, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2012). Quando, por exemplo, uma rede IP (camada 3) se conecta a uma rede MPLS e o datagrama é enviado para uma MPLS, a camada superior (3), ao passar o segmento para a camada inferior (2), encapsula-o, inicialmente, num datagrama padrão MPLS (camada intermediária

---

<sup>54</sup> RFC 3031: Documento padrão (RFC - *Request For Comment*) especifica a arquitetura para *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) (RFC-EDITOR, 2015).

<sup>55</sup> A camada 2 refere-se à camada de enlace de dados do modelo de comunicação de várias camadas comumente referenciado, *Open Systems Interconnection* (OSI). A camada de enlace de dados está relacionada com a movimentação de dados através das ligações físicas na rede. Em uma rede, o *switch* é um dispositivo que redireciona mensagens de dados no nível de camada 2, usando o endereço de destino *Media Access Control* (MAC) para determinar para onde direcionar a mensagem. A camada 3 refere-se à camada de rede do modelo de comunicação de várias camadas comumente referenciado, *Open Systems Interconnection* (OSI). A camada de rede diz respeito ao conhecimento dos endereços dos nós vizinhos na rede, a seleção de rotas e qualidade de serviço, e o reconhecimento e encaminhamento das mensagens recebidas da camada de transporte para domínios de *hosts* locais (TECHTARGET, 2015).

entre 2 e 3), para, em seguida, encapsular no padrão da camada 2 (por exemplo, ethernet).

Amplamente difundida em países de primeiro mundo e com atuação expressiva em boa parte dos países em desenvolvimento, esta tecnologia vem se consolidando devido à capacidade de associar as facilidades dos roteadores com a eficiência dos *switches*, visto que os primeiros têm capacidades de cálculos de rotas, para literalmente qualquer métrica ou protocolo. O roteador, ao receber um datagrama, faz a leitura do seu cabeçalho, lê os endereços de destino e, após consulta de tabelas de roteamento, o datagrama é encaminhado ao destino, porém com relativo *delay*<sup>56</sup> entre a entrada e a saída do datagrama no roteador.

Já os *switches* (comutadores) não têm a função de trabalhar com protocolos de roteamento e fazem "apenas" o chaveamento entre portas de entrada e saída do dispositivo, baseando-se nos endereços de camada 2 (MAC por exemplo), sem necessidade, e lê o cabeçalho da camada 3. O MPLS consegue, então, prover a rede para que os datagramas sejam encaminhados aos destinos corretos, sem necessidades de maiores cálculos, de forma semelhante aos *switches*.

Uma das primeiras aplicações do MPLS, através de redes IP, é a engenharia de tráfego, com ênfase na otimização de rede, com os objetivos relacionados ao mínimo de atraso, à velocidade de transmissão e a tornar a perda de datagramas menor.

---

<sup>56</sup> **Delay** (tempo de retardo de ida e volta): É o tempo decorrido para o trânsito de um sinal ao longo de um circuito fechado. O tempo de espera de ida e volta é significativo em sistemas que requerem comunicação bidirecional interativa, como a telefonia de voz ou sistemas de redes de dados que usam sinais de ACK/NAK, onde o tempo de ida e volta afeta diretamente a taxa de transmissão. Pode variar de alguns poucos microssegundos em uma rápida perda de sinal (*line-of-sight* ou LOS), até muitos segundos, em um circuito de múltipla ligação, como as ligações de um ou mais satélites envolvidos. Isto inclui os atrasos (*delay*) do nó, assim como a média do tempo de trânsito do sinal.

Outra aplicação importante e largamente usada em redes MPLS é o gerenciamento de QoS (*Quality of Service*)<sup>57</sup> em redes IP. O MPLS sozinho não fornece QoS, mas a combinação da tecnologia com o roteamento e serviços diferenciados permite alta performance e melhora a utilização dos recursos, especialmente com os dados de multimídia de vídeo e voz.

O MPLS tornou-se um outro método de visão para a gestão de tráfego de rede. Em vez de analisar o cabeçalho da camada 3, como é feito em redes IP tradicionais, os dispositivos MPLS tomam decisões com base nos *labels*<sup>58</sup> (etiquetas, rótulos, *tags*) inseridos para que o datagrama entre na rede. Isto dá ao MPLS a independência dos protocolos da camada de rede.

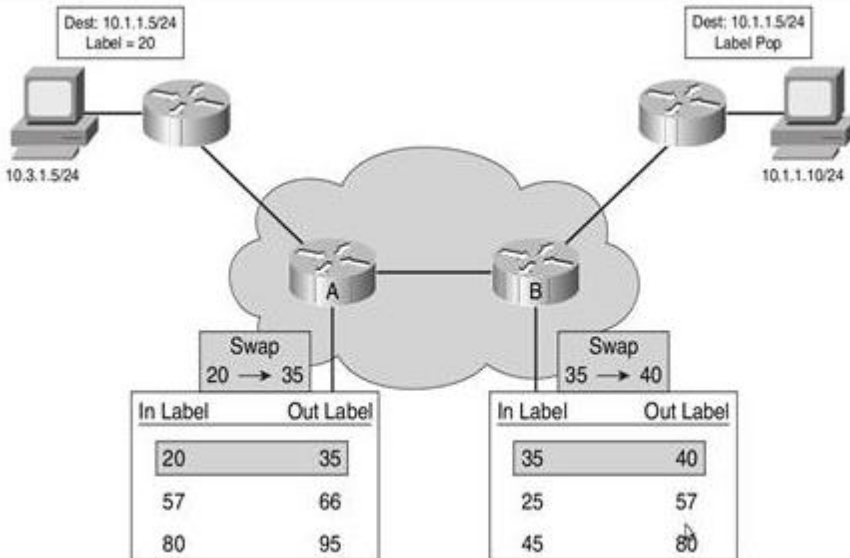
De acordo com Morgan e Lovering (2009, p. 177), "o rótulo (*label*) de um datagrama de entrada é analisado e comparado com uma base de dados do rótulo. Com base nestas informações, um novo rótulo acompanha o datagrama, que é transmitido para a *interface* apropriada". Um exemplo deste processo é ilustrado na Figura 11.

---

<sup>57</sup> Na Internet e em outras redes, **QoS (*Quality of Service*)** é a ideia de que as taxas de transmissão, as taxas de erro, e outras características podem ser medidas, melhoradas e, até certo ponto, garantidas com antecedência. A QoS é de especial preocupação na transmissão contínua de vídeo de alta largura de banda e informações de multimídia. Transmitir esse tipo de conteúdo confiável é difícil em redes públicas, usando-se protocolos comuns de "melhor esforço" (*best effort*).

<sup>58</sup> **Label, Tag:** É um marcador, de quatro *bytes*, de comprimento fixo, identificado com significado local, que é utilizado para identificar uma Classe de Equivalência de Encaminhamento (*FEC-Forwarding Equivalence Class*). O rótulo (*label*), que é colocada em um pacote especial representa a FEC para a qual esse pacote será atribuído.

Figura 11 - Encaminhamento dos rótulos (*labels*) de switches MPLS

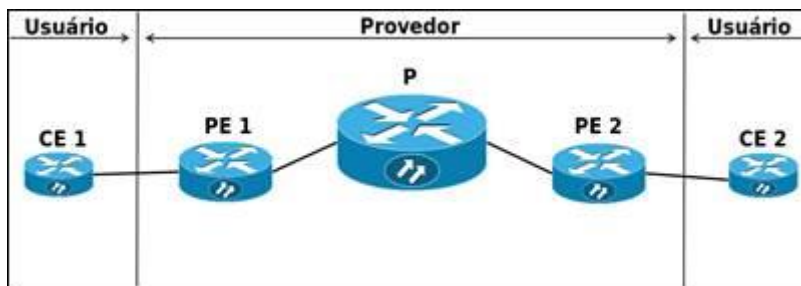


Fonte: Morgan e Lovering (2009).

### Elementos de uma Rede MPLS

Uma rede MPLS é formada por equipamentos do tipo **CE** (*Customer Edge Equipment*, ou equipamento de borda do cliente), **PE** (*Provider Edge Equipment*, ou equipamento de borda do provedor) e **P** (*Provider Equipment*, ou equipamento do provedor) conforme a Figura 12, a seguir:

Figura 12 - Componentes de rede MPLS



Fonte: Morgan e Lovering (2009, p. 178).

Pode-se classificar um dispositivo da rede MPLS de acordo com sua localização. Um roteador CE (*customer edge router*) é um roteador que fica

localizado nas instalações do cliente, o qual possui uma *interface* Ethernet entre a LAN do cliente e da rede básica do provedor ISP. Roteadores CE, roteadores P (*provider*, ou provedor) e roteadores PE (*provider edge*, ou roteador de borda do provedor) são componentes da arquitetura MPLS. Roteadores *Provider* (P) estão localizados no núcleo do fornecedor ou da operadora de rede (ISP). Roteadores de borda PE ficam situados na borda da rede. Roteadores CE conectam-se aos roteadores PE e roteadores PE conectam-se a outros roteadores PE, através de roteadores P.

Mas, além do posicionamento, é importante também classificar um dispositivo da rede MPLS de acordo com suas funções. Os roteadores que compõem redes MPLS são chamados de LSR (*Label Switching Routers*) ou LER (*Label Edge Routers*), dependendo da sua função na rede. Um LSR é um roteador de núcleo da rede MPLS que participa do estabelecimento de LSP (*Label Switching Paths*) usando protocolos de distribuição de rótulos (*labels*), sendo capaz de realizar a expedição de pacotes rotulados de maneira muito eficiente, como também encaminhamento IP convencional. (MORGAN; LOVERING, 2009).

Um LSP (*Label Switched Path*) é o caminho percorrido por pacotes MPLS entre dois LRS quaisquer, conforme a definição de uma FEC. De acordo Enne "uma FEC representa [...] o prefixo do endereço IP de destino de pacotes MPLS ou o próprio endereço IP de destino, que se constituiu no elemento de FEC único para definição do caminho a ser seguido por esses pacotes na rede" (ENNE, 2009, p.41). Logo, é possível atribuir vários FECs ao mesmo LSP e vários LSPs à mesma FEC, resultando na facilidade da agregação de fluxos de *multicast*.

Ainda de acordo com Enne (2009), para um datagrama IP, destinado a ser introduzido numa rede MPLS, poder ser encaminhado até a saída da rede, antes de ser transmitido para o destinatário, existem algumas fases, compostas das seguintes funções:



- Determinação de FECs (*Forwarding Equivalente Classes*)<sup>59</sup>
- Montagem de FIBs (*Forwarding Information Bases*).
- Criação de *bindings* locais entre FECs e rótulos.
- Distribuição de rótulos.

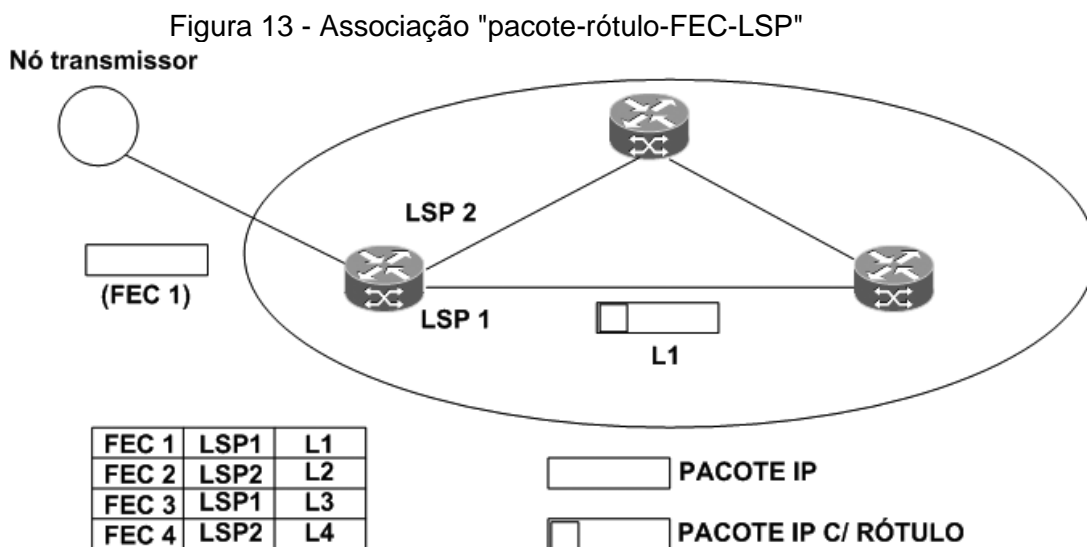
A seguir apresenta-se uma explanação das fases e funções acima relacionadas.

### **Determinação de FECs (*Forwarding Equivalente Classes*)**

A FEC é um grupo de pacotes que pode ser tratados de forma semelhante para fins de encaminhamento. A exemplo, de um grupo de pacotes em que os endereços de origem e de destino são os mesmos. Os pacotes de dados do mesmo fluxo geralmente pertencem à mesma FEC. A FEC é representada por um rótulo e cada LSP (*Label Switch Path*, ou Caminho de Comutador de Rótulo) está associado com uma FEC. Quando o LER (*Label Edge Router* ou Roteador de Borda de Rótulos) recebe um pacote, ele verifica a que FEC pertence e o envia através do LSP correspondente. Portanto, existe uma associação entre os elementos "pacote-rótulo-FEC-LSP" e a associação "pacote-FEC" que somente ocorre quando o pacote entra na rede MPLS, provendo flexibilidade e escalabilidade para tal rede, como mostrado na Figura 13, a seguir (OLIVEIRA et al., 2012).

---

<sup>59</sup> Uma classe de **FEC-Forwarding Equivalence Class** (Classe de Equivalência de Encaminhamento) pode corresponder a uma sub-rede IP de destino, mas pode também corresponder a qualquer classe de tráfego que o Roteador de borda (*LSR -Label Switch Router*) considere significativa. Por exemplo, todo o tráfego com um determinado valor de precedência de IP pode constituir uma *FEC-Forwarding Equivalence Class*.



Fonte: Oliveira *et al.* (2012).

### Montagem de *FIB* (*Forwarding Information Bases*)

A base de informações de encaminhamento (FIB), também conhecida como uma tabela de encaminhamento, é mais comumente usada em *bridge* (ponte) de rede, roteamento e funções semelhantes para encontrar a *interface* adequada para que a *interface* de entrada encaminhe um pacote. A FIB é uma tabela que controla a decisão de roteamento de um roteador. Para cada possível endereço de IP de destino, o prefixo de uma longa pesquisa é realizada pela FIB. Se um endereço está na tabela, o roteador saberá para qual *interface* enviar o pacote. Se nenhum endereço for encontrado, o pacote é descartado. O conteúdo da FIB irá refletir o estado atual da topologia IP em torno do roteador, como

determinado pelos protocolos de roteamento IP, tais como *Open Shortest Path First (OSPF)*<sup>60</sup> e *Border Gateway Protocol* versão 4 (BGP 4)<sup>61</sup>.

### Criação de *bindings* locais entre FEC e rótulos (*labels*).

O elemento mais importante no MPLS é o rótulo (*label*) (DE GHEIN, 2007). O rótulo é um identificador curto de 4 *bytes* e tem significado local para o roteador, que é usado para identificar um FEC *Forwarding Equivalente Class* (Encaminhamento de Classe equivalente), ou seja, um grupo de pacotes IP enviados da mesma forma e com tratamento igual para a mesma transmissão. A FEC pode ser uma sub-rede do endereço IP de destino, mas também pode combinar com qualquer classe borda tráfego *router* considerados importantes. Por exemplo, todo o tráfego com o mesmo valor de "prioridade IP" pode ser um FEC.

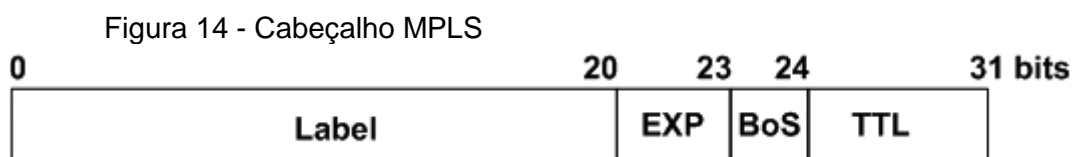
O rótulo é associado (*binding*) a pacotes de conexão; é semelhante aos

---

<sup>60</sup> O **OSPF (Open Shortest Path First)** é um protocolo de roteamento usado em grandes redes de sistemas autônomos em detrimento do *Routing Information Protocol (RIP)*, um protocolo de roteamento mais antigo, que está instalado em muitas das redes corporativas de hoje. Porém, assim como o RIP, o OSPF é designado pela *Internet Engineering Task Force (IETF)* como um dos vários protocolos do tipo *Interior Gateway Protocols (IGPs)*. Usando o OSPF, um *host* que obtém uma mudança para uma tabela de roteamento ou detecta uma alteração na rede *multicast*, imediatamente envia as informações a todos os outros *hosts* na rede, para que todos tenham a mesma informação da tabela de roteamento. Ao contrário do RIP em que a tabela de roteamento inteira é enviada, o *host*, usando o OSPF, envia apenas a parte que foi alterada. Com o RIP, a tabela de encaminhamento é enviada a um *host* próximo a cada 30 segundos. Nos *multicasts* do OSPF, as informações são atualizadas somente quando a mudança ocorrer (TECHTARGET, 2015).

<sup>61</sup> A melhor definição de **Border Gateway Protocol (BGP, protocolo de gateway de borda)** seria a de que ele é o protocolo de roteamento que faz a Internet funcionar. Como a atribuição de endereços na Internet está em lugar nenhum e não é nem de longe tão hierarquizada como o plano de discagem de telefone, a maioria dos roteadores nas redes das operadoras de serviços centrais têm que trocar informações sobre várias centenas de milhares de IP prefixos, e ainda assim o BGP é capaz de realizar essa tarefa, o que é uma boa prova de que é um protocolo de roteamento altamente escalável. A informação de roteamento do *Border Gateway Protocol* é geralmente trocada entre entidades concorrentes empresariais - **Provedores de Serviços de Internet (ISPs)** - em um ambiente aberto e hostil (Internet pública). O BGP assim faz implementações (por exemplo, todos os roteadores adjacentes tem que ser configurados manualmente) - com foco em segurança, e o BGP corretamente fornece um rico conjunto de filtros de rotas para permitir que os ISP possam defender suas redes e controlar o que eles anunciam aos seus concorrentes (TECHTARGET, 2015).

VPI / VCI (*Virtual Path Identifier / Circuito Virtual Identifier*)<sup>62</sup> da rede ATM e DLCI<sup>63</sup> da rede *Frame Relay*<sup>64</sup>. O seu formato é mostrado na figura 14, a seguir.



Fonte: Oliveira *et al.* (2012).

Segundo Reagan (2002), pode ser efetuada a colocação de rótulo MPLS de três maneiras diferentes:

- *Framebased LRS*: Constituídos sobre Ethernet *switches* e sobre roteadores IP operando com o protocolo PPP (*Point-to-Point Protocol*)<sup>65</sup>.
- ATMLSR: Constituídos sobre *switches* ATM.
- FRLSR: Constituídos sobre *switches* Frame Relay. Mostrado na figura 15, a seguir:

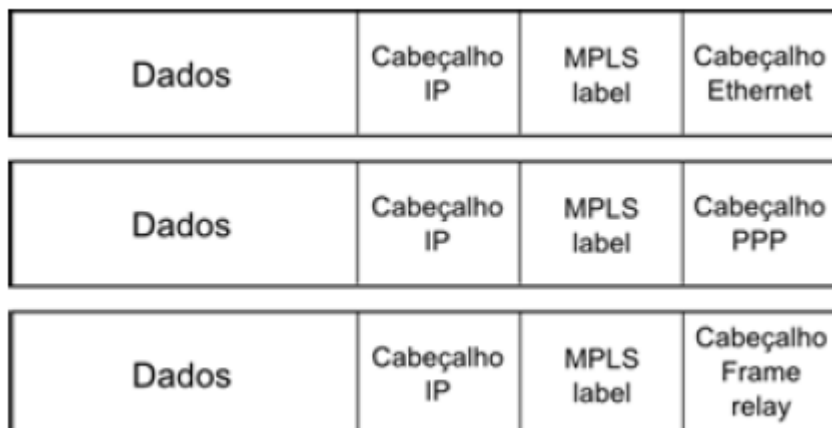
<sup>62</sup> **VPI / VCI** (*Virtual Path Identifier / Circuito Virtual Identifier*), ou identificador de caminho virtual / identificador de circuito virtual. Vide Glossário (cap. 7) para mais informações. O VCI, é um Identificador de Circuito Virtual, que indica um circuito virtual em particular em uma rede. O VPI, junto com o VCI (Identificador de Circuito Virtual) é usado para identificar o próximo destino de uma célula, quando ela atravessa uma série de comutadores (*switches*) ATM.

<sup>63</sup> **DLCI**, *Data Link Connection Identifier* (identificador de conexão de enlace). O DLCI identifica um fluxo de informações de usuários, bem como identifica as conexões entre os equipamentos terminais e o equipamento do usuário. É possível o uso de DLCI múltiplos, no entanto, o número real é especificado pela aplicação.

<sup>64</sup> O **Frame Relay** é um serviço de telecomunicações de comutação de pacotes projetado para transmissão de dados para o tráfego intermitente entre redes locais (LAN) e entre pontos finais em redes de longa distância (WAN), eficiente em termos de custo. O *Frame Relay* coloca os dados em uma unidade de tamanho variável denominada *frame* (quadro) e deixa a responsabilidade de qualquer correção de erro (retransmissão de dados) para os pontos finais, o que acelera a transmissão de dados global. Para a maioria dos serviços, a rede oferece um circuito virtual permanente (PVC), o que significa que o cliente vê uma conexão dedicada contínua sem ter que pagar por tempo integral de linha alugada, enquanto que os provedores de serviços entendem que deve ser cobrado com base na utilização, já que a rota para os destinos continuam ativas. Circuitos virtuais comutados (SVC), pelo contrário, são conexões temporárias, que são desativados após a transferência de dados específica concluída.

<sup>65</sup> O PPP (*Point-to-Point Protocol*) é um protocolo de comunicação entre dois computadores usando uma interface serial, normalmente um computador pessoal ligado por linha de telefone para um servidor.

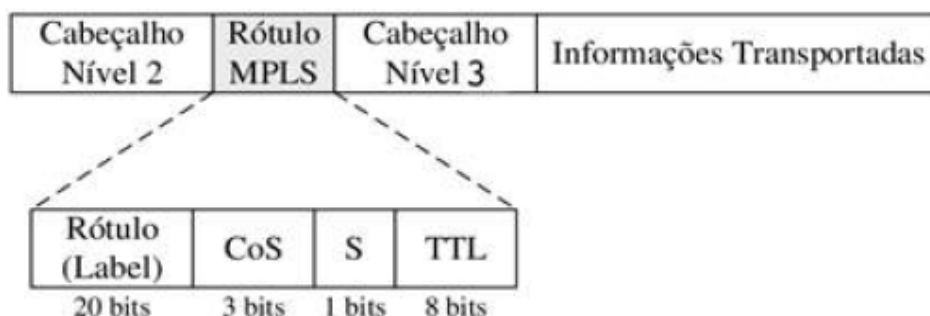
Figura 15 - Encapsulamento do quadro com rótulo.



Fonte: TELECO (2014).

Inicialmente, o rótulo é inserido no pacote que determina todo seu caminho no domínio MPLS. Ele pode ser encapsulado sob diversas maneiras, em uma camada de ligação lógica (ATM, *Frame Relay*, PPP) ou em um pequeno cabeçalho entre a camada de ligação lógica e o cabeçalho da camada de rede. Esta técnica permite que o protocolo MPLS suporte toda e qualquer tecnologia de camada de enlace. O rótulo MPLS contém os seguintes campos, como mostrado na figura 16 a seguir.

Figura 16 - Estrutura e encapsulamento do cabeçalho MPLS



Fonte: Morgan e Louvering (2009).

## Distribuição de rótulos

O método de comutação e distribuição de rótulos é muito semelhante ao mecanismo usado para o encaminhamento. A diferença é que os *Switches* MPLS não têm necessidade de analisar os dados do cabeçalho da camada de rede. Quando o roteador LSR insere o rótulo no datagrama, ele estabelece uma rota para chegar ao seu destino. Isso faz com que o processo geral de encaminhamento fique simples e eficaz.

De acordo com Morgan e Lovering (2009), o MPLS oferece dois modos de distribuição da informação. O primeiro é usado para estender a funcionalidade de protocolos de roteamento existentes no caso de BGP (*Border Gateway Protocol*) e OSPF (*Open Shortest Path First*), por exemplo. O segundo é a criação de um novo protocolo, ou protocolos, dedicados à distribuição dos rótulos, como no caso do LDP (*Label Distribution Protocol*)<sup>66</sup>.

Como visto, a idéia mais importante do MPLS era permitir um aceleração do transporte de datagramas em roteadores, mas, no final, resultou em importante contribuição no campo de redes de computadores e telecomunicação, como: tecnologia de **plano de controle**<sup>67</sup>, engenharia de

---

<sup>66</sup> O **LDP** (*Label Distribution Protocol*, ou *protocolo de distribuição de rótulos*) é definido na RFC 3036 e é usado para prover mecanismos para roteadores MPLS afim de processar e rotear o tráfego rotulado através de uma rede MPLS. Os nós de uma rede MPLS encaminham o tráfego numa rota com base no rótulo encontrado no datagrama. Redes Frame Relay e ATM usam cabeçalhos de células e de quadros (*frames*), enquanto o MPLS usa cabeçalhos marcados (rotulados). Os roteadores de MPLS irão transmitir datagramas com um determinado cabeçalho rotulado através de um caminho LSP específico. Este conjunto de rótulos e os correspondentes roteadores MPLS de entrada e saída, no domínio MPLS, compõem o LSP (TECHTARGET, 2015).

<sup>67</sup> O **plano de controle** é a parte de uma rede que transporta tráfego de sinalização e é responsável pelo encaminhamento. Pacotes de controle têm por origem ou destino um roteador. Funções do plano de controle incluem a configuração e gestão do sistema. O **plano de controle**, o **plano de dados** e o **plano de gerenciamento** são os três componentes básicos de uma arquitetura de telecomunicações. O plano de controle e o plano de gerenciamento servem o plano de dados, que transporta o tráfego, cuja rede existe para transportá-lo. O plano de gerenciamento, que transporta o tráfego administrativo, é considerado um subconjunto do plano de controle. Numa rede convencional, todos os três planos são implementados no *firmware* de roteadores e *switches*. A Rede definida por *software* (*SDN - Software-defined Networking*) desacopla os dados e planos de controle, remove o plano de controle do *hardware* de rede e, ao invés disso, implementa-o em *software*, o que permite o acesso programático e, como resultado, torna a administração da rede muito mais flexível (TECHTARGET, 2014).

tráfego (*TE Traffic Engineering*)<sup>68</sup>, redes privadas virtuais (VPN), otimização do uso de QoS e melhoria do gerenciamento das conexões em redes óticas, além de outras aplicações.

## Engenharia de Tráfego

A arquitetura de redes MPLS é a escolha atual das operadoras como tecnologia de futuro. O MPLS faz uso do *Traffic Engineering* (engenharia de tráfego), o qual provê importantes técnicas que possibilitam um alto nível de *Quality of Service* (QoS, qualidade de serviço), que é oferecida por diversos provedores de Internet em redes IP.

O *Traffic Engineering*, possui duas arquiteturas principais para gerência e controle de QoS (JAISWAL et al, 2010):

- ***Integrated Services (IntServ)***: Proposto em 1997, possui garantia de QoS por fluxo. Define dois tipos de serviços: Garantia de Serviço e Controle do *payload*<sup>69</sup> dos datagramas. Dentro de uma categoria específica de serviço, o IntServ garante que o fluxo individual sejam especificados na Especificações de Tráfego (*Traffic Specification*, TSpec).
- ***Differentiated Services (DiffServ)***: Proposto em 1998, possui garantia de QoS por classe de serviços. A diferenciação é baseada no comportamento do tráfego por salto (Per-hop Behaviors, PHB). Ele trata, sobre diferentes abordagens, do

---

<sup>68</sup> A **engenharia de tráfego** (*TE-Traffic Engineering*) é um método para otimizar o desempenho de uma rede de telecomunicações por meio da análise dinâmica, pode prever e ajustar o comportamento de dados transmitidos através da rede. A engenharia de tráfego é também conhecida como engenharia de teletráfego e gerenciamento de tráfego. As técnicas de engenharia de tráfego podem ser aplicadas às redes de todos os tipos, incluindo a PSTN (rede telefônica pública comutada), LAN (redes locais), WAN (redes de longa distância), as redes de telefonia celular, as empresas proprietárias e a Internet (TECHTARGET, 2014).

<sup>69</sup> Na Internet, um **payload** pode ser: Os dados essenciais que estão sendo transportados dentro de um pacote (datagrama); ou outras unidade de transmissão (DPU).

mapeamento do **Diffserv Code Point (DSCP)**<sup>70</sup> para uso nos datagramas de *Label Switched Path (LSP)* com suas vantagens e desvantagens.

O *DiffServ* surgiu como solução mais simples para fornecer QoS, já que a implementação de *IntServ*<sup>71</sup> e o RSVP foram considerados complexos. O principal objetivo do *DiffServ* foi atender às necessidades de desempenho do usuário. Mecanismos de atendimento diferenciado permitem que os provedores de rede possam atribuir diferentes níveis de serviço para diferentes usuários da Internet. O usuário precisa ter um Acordo de Nível de Serviço (SLA)<sup>72</sup> com o provedor de Internet para obter o *DiffServ*.

O **Resource ReSerVation Protocol (RSVP)** é descrito no RFC 2205<sup>73</sup>. O RSVP é o protocolo de sinalização usado para reserva de recursos numa arquitetura *IntServ*. Todos os computadores que têm capacidade de enviar dados QoS transmitem uma mensagem de PATH em ciclos de 30 segundos, que será difundida a toda a rede. Aqueles que desejem recebê-lo respondem com uma mensagem de RESV (abreviação de Reserve, ou reserva), que servirá para calcular o caminho de volta para o remetente da mensagem. A mensagem RESV também incluirá as especificações de fluxo (IETF, 2015).

---

<sup>70</sup> **Differentiated Services Code Point (DSCP)**: É um campo num pacote IP que permite a atribuição de diferentes níveis de serviço ao tráfego de rede. Isso é conseguido através da marcação de cada pacote na rede com um código DSCP, aplicando ao mesmo o nível de serviço correspondente. O DSCP é a combinação dos campos precedência IP e tipo de serviço. Para trabalhar com *routers legacy* que suportam apenas a precedência IP, os valores DSCP são utilizados porque são compatíveis com os campos de precedência IP. É definido pelo *Request for Comments 2474* (TECHNET, 2015).

<sup>71</sup> Em redes de computadores, o *IntServ* ou serviços integrados é um modelo que visa garantir a qualidade de serviço (QoS) em redes. *IntServ* pode, por exemplo, ser utilizado para possibilitar a transmissão de vídeo e som sem interrupções. É um sistema de grande granularidade, muitas vezes contrastado com os serviços diferenciados (*DiffServ*), um modelo de pouca granularidade. Basicamente, a ideia por detrás do *IntServ* é que qualquer roteador no sistema suporte *IntServ*, e que qualquer aplicação que exija um determinado nível de garantias seja responsável por fazer reservas individuais. A "Especificação do fluxo" (*Flow Specs*) descreve em que consistem as reservas, enquanto que "RSVP" é o mecanismo responsável por fazê-las (IETF, 2015).

<sup>72</sup> Do inglês, *Service Level Agreement (SLA)*, é um acordo firmado, geralmente, considerando que outras áreas da empresa também podem se beneficiar desse recurso), entre a área de TI e seu cliente interno, que descreve o serviço de TI, suas metas de nível de serviço, além dos papéis e responsabilidades das partes envolvidas no acordo (TECHTARGET, 2015).

<sup>73</sup> RFC 2205: Este documento descreve a versão 1 do RSVP, de um protocolo de configuração de reserva de recursos projetados para um serviço Internet integrado. O RSVP fornece configuração iniciada pelo receptor de reservas de recursos para *multicast* ou *unicast* fluxos de dados, com boas propriedades de escala e robustez (RFC-EDITOR, 2015).



O **DiffServ** agrega tráfego em diferentes classes de serviços, marcando pacotes IP, que receberão um comportamento específico de per-Hop <sup>74</sup> em cada nó. A arquitetura *DiffServ* usa o octeto do Tipo de Serviço (*TOS, Type of Service*) em IPv4 <sup>75</sup> e no campo *Traffic Class* em IPv6 <sup>76</sup> para marcar o pacote a ser tratados de forma específica. Esse procedimento é conhecido como "tratamento de encaminhamento por saltos (*per-hop-behavior, PHB*) " <sup>74</sup>.

O tráfego de entrada de um domínio de Serviços Diferenciados (*DiffServ*) é classificado em "*behaviour aggregates*" (BA, ou "agregados de comportamento")<sup>77</sup>, com base no *Differentiated Services Code Point (DSCP)*, que são informações compostas por seis *bits* do campo DS / TOS (Serviços Diferenciados / Tipo de Serviço) do pacote IP. A Figura 17, a seguir, mostra a representação dos 6 *bits* que compõem o campo DSCP.

---

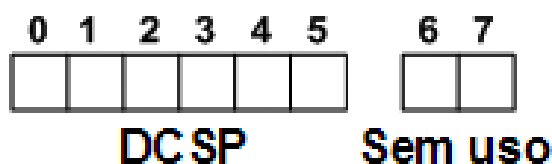
<sup>74</sup> **Per-hop behaviour** (PHB), ou comportamento por nó, é um termo usado em Serviços Diferenciados (*DiffServ*) ou *Multiprotocol Label Switching MPLS*). Define qual e quando uma política de prioridade deve ser aplicada a um datagrama ao atravessar um nó (*hop, salto*), como um roteador numa rede *DiffServ* (IETF, 2015).

<sup>75</sup> IPv4: Esta definição é baseada em *Internet Protocol Version 4*. O sistema de classes de endereços IP descrito aqui, formando a base para a atribuição de endereços IP, é hoje geralmente ultrapassado pelo uso de endereçamento tipo *Classless Inter-Domain Routing* (CIDR). Um endereço IP é um número de 32 bits que identifica cada emissor ou receptor de informação que é enviada em pacotes através da Internet (TECHTARGET, 2015).

<sup>76</sup> IPv6 (*Internet Protocol version 6*) é um conjunto de especificações da *Internet Engineering Task Force* (IETF), que é essencialmente uma atualização do IP versão 4 (IPv4). Os princípios básicos do IPv6 são semelhantes aos de IPv4 - os dispositivos podem usar IPv6 como endereços de origem e de destino para passar pacotes em uma rede, e ferramentas como o trabalho de ping para testes de rede como o fazem em IPv4, com algumas pequenas variações. A melhoria mais óbvia em IPv6 sobre IPv4 é que os endereços IP são estendidos de 32 bits para 128 bits. Esta extensão antecipa considerável crescimento para o futuro da Internet e proporciona alívio para o que foi percebido como uma iminente escassez de endereços de rede. O IPv6 também suporta auto-configuração para ajudar a corrigir a maioria das deficiências na versão 4, e tem recursos de segurança e de mobilidade integrada (TECHTARGET, 2015).

<sup>77</sup> O grupo de pacotes com um valor de DSCP comum (pertencente ao mesmo ou a diferentes fontes e aplicações), que recebem um **PHB** semelhante a partir de um nó *DiffServ*, é chamado um **agregado de comportamento (BA)**. O PHB em direção a um pacote, incluindo a forma como está prevista, em fila, policiado, e assim por diante, é baseado na BA a que o pacote pertence e do acordo de nível de serviço implementado (SLA) ou política utilizada.

Figura 17 - DSCP (Differentiated Service Code).



Fonte: OLIVEIRA *et al.* (2012).

Dentro do domínio *DiffServ*, um pacote é transmitido de acordo com o seu BA. Este tratamento do encaminhamento aplicado a um BA de um nó DS, é definido como um comportamento *per-hop* (PHB). Existem dois grupos de PHB padrão: PHB de *Forwarding Expedited (EF)* e PHB de *Assured Forwarding (AF)*, com EF tendo a mais alta prioridade para poder diminuir a latência (*delay*) do serviço na rede. No AF, existem quatro classes: a classe AF1 tem a maior prioridade, enquanto AF4 tem a menor. Dentro de cada classe de AFx, existem três níveis de queda a precedência (DP), a subclasse DP1 tem a menor probabilidade de queda, enquanto a DP3 tem a maior.

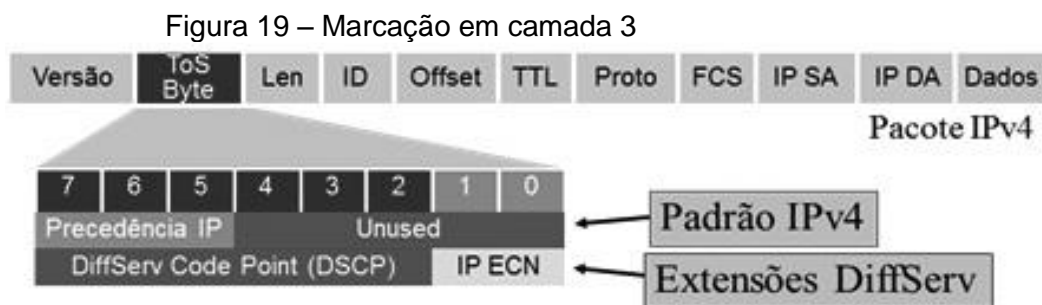
O MPLS simplifica o encaminhamento de pacote através da formação de caminhos ou LSPs (*label-switched paths*) que agem como *tags* (rótulos) de túneis virtuais de comutação. Dentro do domínio de MPLS, um primeiro pacote é classificado numa classe de equivalência de encaminhamento (*FEC - Forwarding Equivalence Class*) e, com base nele, é atribuída uma *tag* de significado local na entrada. Nos saltos subsequentes, não há mais inspeção do cabeçalho da camada de rede e o pacote é transmitido pelo *label switching* (rótulo de comutação). Para dar suporte ao *DiffServ* sobre MPLS, o DSCP possui seis *bits* na camada 3 no campo DS e são mapeados para os três *bits* do campo EXP (vide figura 19) presentes no interior do cabeçalho da camada de MPLS, ou então serão encapsulados no próprio cabeçalho da camada 2. Isto é necessário porque os roteadores MPLS não examinam o cabeçalho da camada 3 durante o encaminhamento.

As normas definem dois tipos de caminhos *Label Switch Packets* (LSPs). Em outras palavras, a depender do tipo de *interface* que se esteja fazendo uso e das características do equipamento, a marcação (*tagging*) do datagrama pode ser efetuada na camada 2 (IEEE 802.1p/q), na camada 3 (*IP Precedence* ou DSCP) ou ainda no rótulo MPLS (Campo EXP). Na Figura 18, a seguir, são mostrados os campos do quadro Ethernet, no qual está sendo realçado o campo TAG, de 4 bytes, usado para *tagging* dos quadros, podendo-se, dessa forma, criar classes diferentes de serviços em camada 2 (OLIVEIRA, 2012).



Fonte: Oliveira *et al.* (2012).

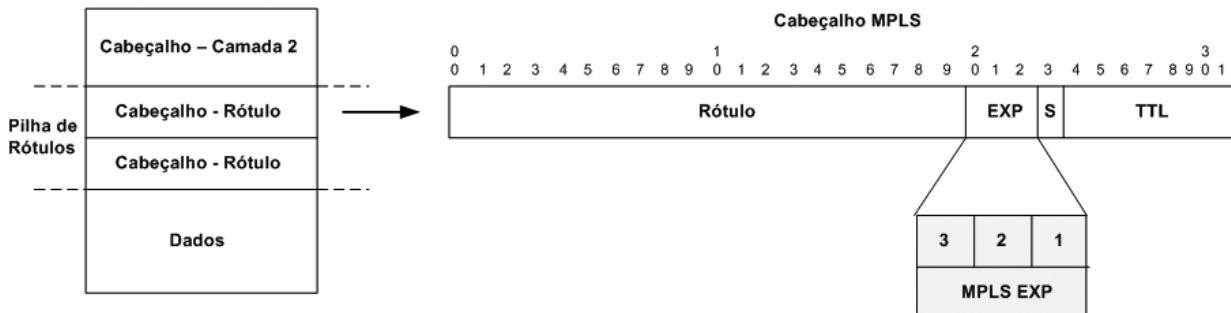
Na figura 19 a seguir, é apresentado um pacote IPv4, onde destaca-se o campo ToS (*Type of Service*), de 1 *byte*, utilizado para marcação dos pacotes, podendo ser usado para criação de diferentes classes de serviços em camada 3.



Fonte: Oliveira *et al.* (2012).

Na Figura 20 a seguir, é mostrado o cabeçalho de um datagrama MPLS. Pode-se ver, inserido entre as camadas 2 e 3 (modelo OSI), o campo EXP, de 3 bits, que é usado para marcação (*tagging*) dos rótulos (*labels*).

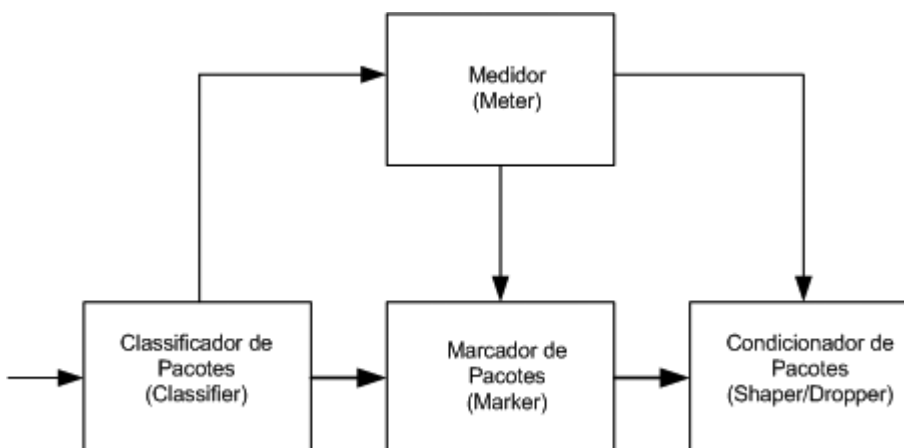
Figura 20 – Marcação no rótulo MPLS



Fonte: Oliveira *et al.* (2012).

Na Figura 21, a seguir, são apresentados os principais blocos em um roteador que faz uso do *DiffServ*. As funções desse diagrama estão presentes nos roteadores de borda da rede e, as algumas vezes, podem ser adicionados aos roteadores de núcleo da rede.

Figura 21 – Blocos funcionais do DiffServ



Fonte: Oliveira *et al.* (2012).

Alguns provedores fazem uso da tecnologia **ATM (Asynchronous Transfer Mode)** na redes de telefonia celular. As redes ATM (protocolo de camada 2), por propiciarem alta velocidade e alta disponibilidade, muitas vezes, são usadas como *core* (rede núcleo, *backbone*) de redes MPLS (considerada de camada 2,5).

O protocolo ATM encapsula os dados em pacotes de tamanho fixo de 53 bytes (48 bytes de dados e 5 de cabeçalho). No ATM, estes pacotes são

denominados de células. Uma célula é análoga a um pacote de dados, à exceção de que células ATM nem sempre contém a informação de endereçamento de camada superior, nem informação de controle de pacote. Este tipo de transmissão de dados é escalável, permitindo que as suas células de 53 *bytes* possam ser transportadas de uma LAN (*Local Area Network*, redes de abrangência local) para outra através de uma WAN (*Wide Area Network*, redes de longa distância). A taxa de transmissão do ATM começa em 25 Mbps, mas pode chegar a velocidades superiores a 155 Mbps. O aumento da velocidade pode ser atingido com cabeamento de cobre ou fibra óptica (com a utilização exclusiva de fibra óptica pode-se atingir até 622.08 Mbps) (ATM FORUM, 1996).

Basicamente, o modo de transmissão de uma célula ATM é uma implementação de MPLS que usa o mecanismo de marcação de ATM nativo para *Label Switching*. Para uma nuvem ATM se tornar MPLS, é necessário: a) um Protocolo de distribuição de uma rótulo (*label*); b) um protocolo de roteamento do tipo IGP (*Interior Gateway Protocol*) funcionando sobre uma nuvem ATM.

Ambos precisam de conectividade IP entre dispositivos. No entanto, configurar manualmente um PVC (*Permanente Virtual Circuit*)<sup>78</sup>, entre cada par de LSR (*Label Switch Router*), diretamente ligado à ATM, seria um trabalho árduo, o que demanda outra solução. O conhecido par VPI / VCI (*Virtual Path Identifier / Circuito Virtual Identifier*) é utilizado em cada *interface* ATM habilitada como MPLS para estabelecer um *link* ponto a ponto com os pares. Estes CV (*Circuitos Virtuais*) poderiam ser alterados usando-se configurações específicas. Assim, numa situação prática, se ativarmos IP/MPLS em uma sub-interface ATM/ MPLS, os pares iniciarão uma fase de descoberta e estabelecerão uma conexão LDP

---

<sup>78</sup> **PVC (*Permanente Virtual Circuit*, Circuitos virtuais permanentes):** Um circuito virtual usado para estabelecer uma conexão de longa duração entre equipamentos terminais de dados (DTE). Em um PVC, a associação de longa duração é idêntica à fase de transferência de dados de uma chamada virtual. Circuitos virtuais permanentes eliminam a necessidade de repetidas chamadas de configuração e de compensação. Um circuito virtual é identificado pelo par VPI / VCI (CISCO, 2014).

(*Label Distribution Protocol*), através de uma sessão TCP, sobre o controle de CV<sup>79</sup>.

Ou seja, as redes MPLS, que rodam sobre ATM, tem, normalmente, um ótimo desempenho, pois na rede ATM, por ser uma rede de altíssimo desempenho e ser, também, baseada em CV, assim como as redes MPLS, a interoperabilidade, entre as duas plataformas, é considerada muito boa.

### **Migrando para aplicações móveis em IP / MPLS**

Como a utilização da arquitetura IP/MPLS, nas redes CMN, se mostrou uma boa solução, para a próxima geração de redes celulares. Alguns desenvolvedores de dispositivos tecnológicos, como é o caso da CISCO System<sup>80</sup>, investiram nesta alternativas possibilitando a tão desejada solução para uma migração das legadas redes determinísticas (2G) para as redes que permitem funcionalidades IP e completa adequação à rede mundial de internet. Conforme é visto no modelo mostrado na Figura 22, que representa soluções que já foram implantadas na maioria das operadoras no Brasil, pode-se ver a consolidação das tecnologias até aqui apresentadas. Mas é preciso lembrar que essa migração deve ser realizada de forma que os serviços legados continuem operando, enquanto se implantam as novas tecnologias.

Enquanto operadores móveis consolidam suas redes para uma infraestrutura IP / MPLS, a migração deve permanecer transparente aos seus clientes, que dependem dos serviços de camadas 2 e 3 para aplicativos essenciais aos negócios. Isso requer consciência de elementos relacionados com a prestação de serviços, infraestrutura e operações. Os SLA existentes devem ser

---

<sup>79</sup> O controle de CV (Circuito Virtual) usa a sub-camada ATM AAL5 SNAP para encapsulamento sobre uma rede IP (CISCO, 2014).

<sup>80</sup> A Cisco Systems é uma companhia multinacional estadunidense sediada em San José, Califórnia, Estados Unidos da América, com 47.000 empregados em todo o mundo e com um faturamento anual de U\$28.48 bilhões em 2006. A atividade principal da Cisco é o oferecimento de soluções para redes e comunicações quer seja na fabricação e venda (destacando-se fortemente no mercado de roteadores e switches) ou mesmo na prestação de serviços por meio de suas subsidiárias Linksys, WebEx, IronPort e Scientific Atlanta (CISCO, 2014).

mantidos e os serviços devem ser rastreados para permitir seu faturamento, juntamente com a validação dos novos níveis de serviços a serem prestados. Para que isto seja possível, é interessante aumentar os investimentos em infraestrutura e pessoal, sempre que possível. Os fabricantes devem possuir portfólios que ofereçam serviços sobre IP / MPLS, além do uso de dispositivos que permitam qualquer protocolo rodar sobre MPLS (exemplo do caso do AToM da CISCO <sup>81</sup>), bem como outras tecnologias que ajudem a realizar a migração para a solução consolidada anteriormente, tais com o multisserviços IP / MPLS, que permitem redes mais eficientes e transparentes para os usuários finais.

O Encapsulamento e transporte de forma transparente de qualquer tipo de tráfego, através de um núcleo da rede IP / MPLS, é possível através destas novas soluções. Operadoras de telefonia móvel podem usar um único ambiente de infraestrutura e gerenciamento de rede para oferecer, aos clientes, conectividade por ATM, *Frame Relay*, *Ethernet*, PPP (*Point-to-Point Protocol*) e HDLC (*High-level Data Link Control*) <sup>82</sup>, e assim transportar tráfego IP em camadas VPN <sup>83</sup>, com uso de um *backbone* IP/MPLS. Logo, a tão sonhada migração para a 3a geração se tornou possível. A Figura 22, a seguir, apresenta esta solução.

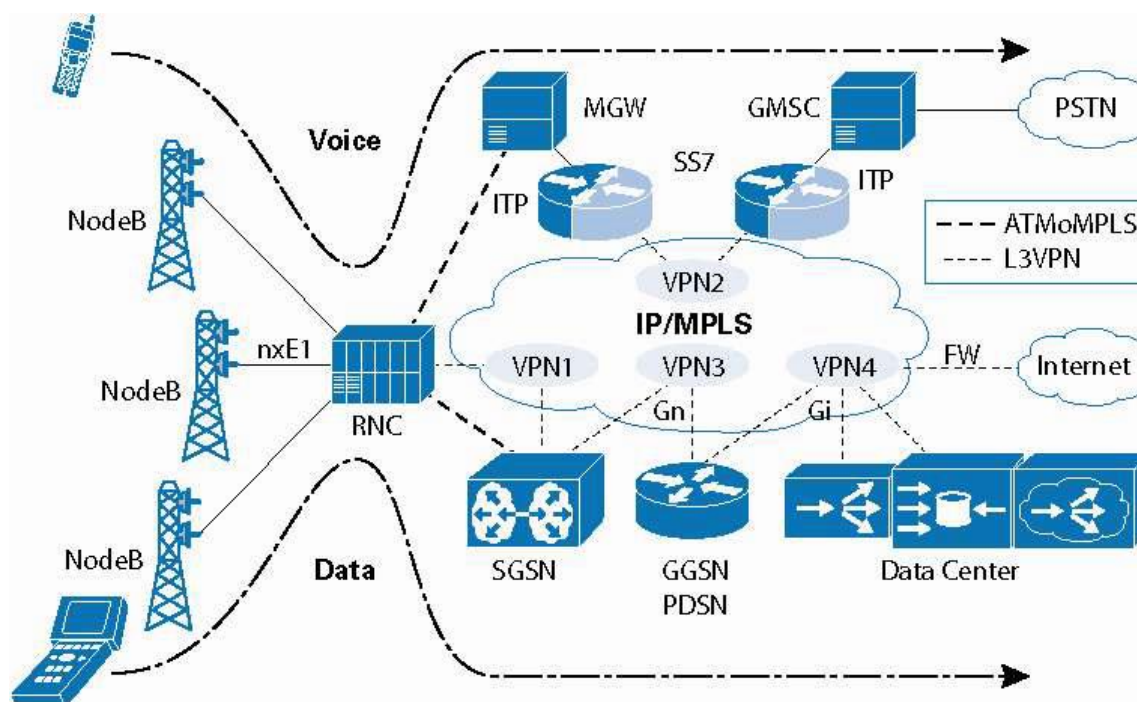
---

<sup>81</sup> *Any Transport over MPLS (AtoM)*, ou qualquer transporte sobre MPLS, transporta pacotes de Camada 2 através de um *backbone Multiprotocol Label Switching (MPLS)*. Permite que os provedores de serviços se conectem com locais de clientes remotos através da camada de enlace de dados existentes (*Layer 2*) redes, usando uma infra-estrutura integrada de rede, baseada em pacotes, conhecida como redes MPLS (CISCO, 2014).

<sup>82</sup> O HDLC (*High-level Data Link Control*), ou controle de enlace de alto nível, é um grupo de protocolos ou regras para a transmissão de dados entre os pontos da rede (por vezes chamados de nós). No HDLC, os dados são organizados em uma unidade (chamado frame) e enviado através de uma rede para um destino que verifica a sua chegada bem-sucedida. O protocolo HDLC também gerencia o fluxo ou de estimulação em que os dados são enviados. O HDLC é um dos protocolos mais usados de camada 2 do modelo de referência de comunicação da indústria chamado OSI (TECHTARGET, 2015).

<sup>83</sup> Uma VPN (*Virtual Private Network*), ou rede privativa virtual, é uma rede que utiliza uma infraestrutura pública de telecomunicações, como a *Internet*, para fornecer acesso aos escritórios remotos ou usuários individuais com acesso seguro à rede da organização. A VPN garante a privacidade por meio de procedimentos de segurança e protocolos de encapsulamento, como o *Layer Two Tunneling Protocol (L2TP)*. Os dados são criptografados no final de envio e decodificados no final de recebimento (TECHTARGET, 2015).

Figura 22 - Convergência de *backbone* com uso de tecnologias do tipo AToM (Any Transport over MPLS) após implementação de uma rede CMN padrão 3GPP



Fonte: CISCO (2004).

Todas essas tecnologias de redes são protocolos que estão entre as camadas 2 e 3 da arquitetura OSI. São importantes e permitem que as aplicações de padrão TCP/IP possam fazer uso das redes CMN para transmissão de informações, que antes somente eram possíveis na internet. Porém, esse anseio, hoje concretizado, inicialmente, surgiu com o conceito de IMS (*IP Multimedia Subsystem*), que é uma grande estrutura (*framework*) de arquitetura emergente, baseada em SIP<sup>84</sup> e IP para a oferta de multimídia e serviços de VoIP, bem como da convergência da telefonia fixa-móvel. Esse conceito permitiu chegar ao nível

<sup>84</sup> O *Session Initiation Protocol* (SIP) é um protocolo padrão da *Internet Engineering Task Force* (IETF) usado para iniciar uma sessão de usuário interativa que envolve elementos de multimídia como vídeo, voz, chat, jogos e realidade virtual. Como o HTTP ou SMTP, o SIP funciona na camada de Aplicação do modelo de comunicações de Interconexão de Sistemas Abertos (OSI). A camada de aplicação é o nível responsável por garantir que a comunicação é possível. O SIP pode estabelecer sessões multimídia ou chamadas de telefonia Internet, e modificar ou finalizá-las. O protocolo também pode convidar os participantes às sessões de *unicast* ou *multicast* que não envolvem necessariamente o iniciador. O SIP suporta mapeamento de nome e serviços de redirecionamento, que torna possível para os usuários iniciar e receber comunicações e serviços a partir de qualquer local e, para as redes, identificar os usuários onde quer que estejam (TECHTARGET, 2015).



de complexidade hoje atingido pelas redes CMN, de 3ª. geração. Veremos adiante um maior detalhamento sobre o IMS.

### 2.8.2 IMS em Redes NGN

A *IP Multimedia Subsystem (IMS)* é uma arquitetura funcional de rede que é vista como uma solução promissora para facilitar a criação de serviços de multimídia, bem como provê interoperabilidade e suporte à convergência de rede. A IMS permite que as operadoras de rede desempenhem um papel central na distribuição de tráfego, sendo, por conseguinte, mais que simplesmente "tubos de bits". Por todas estas razões, a IMS tem gerado intensos esforços de pesquisa e de normalização. Neste item, serão apresentados a arquitetura geral IMS e protocolos, bem como o suporte associado (BRETAGNE, 2007).

O Protocolo de Internet (IP) é ubíquo, ou seja, está onipresente em todos os campos da sociedade moderna e, de acordo com *Internet Society*<sup>85</sup>, é utilizado para interligar mais de 3 bilhões de pessoas em todo o mundo. Mais de 40% da população mundial tem agora acesso à Internet e esta taxa de penetração aumentou em 700% entre 2000 e 2014<sup>86</sup>. A Internet fornece interoperabilidade em uma altíssima escala, permitindo que pessoas utilizem terminais diferentes para se comunicar.

Enquanto a primeira geração da Internet foi principalmente dedicada ao transporte de dados em tempo real, os serviços, que não possuíam rigorosos padrões de qualidade de serviço (QoS), são agora amplamente utilizados, por exemplo, serviços de telefonia sobre IP (ToIP), videoconferência entre outros.

Além disso, a parte dos serviços de multimídia, na receita das operadoras, deve aumentar nos próximos anos. Somente o YouTube acusou uma média de

---

<sup>85</sup> A *Internet Society* é uma organização orientada por causa global, regida por um Conselho de Curadores diversificada, que se dedica a garantir que a Internet permaneça aberta, transparente e definida para o internauta (PORTAL INTERNET SOCIETY, 2015).

<sup>86</sup> Fonte: INTERNET LIVE STATS (2015). Portal do *World Wide Web Foundation*; *World Wide Web Consortium (W3C)*.

mais de 7 bilhões de acesso por dia <sup>87</sup>. O movimento em direção a uma única arquitetura IP, para prestação de serviços, é uma forte tendência. Neste contexto, os clientes parecem desejar cada vez mais acesso personalizado, interativo e serviços de multimídia em qualquer dispositivo, em qualquer lugar e a qualquer tempo. Esta tendência introduziu novas exigências para as infraestruturas de rede.

A *IP Multimedia Subsystem* (IMS) é vista como uma excelente solução para cumprir essas expectativas. A IMS refere-se a uma arquitetura funcional para prestação de serviços de multimídia, com base em protocolos de Internet. Pretende-se fundir cada vez mais os mundos de Internet aos de celulares, a fim de habilitar comunicações de multimídia ricas em QoS. Esse procedimento está especificado nos projetos de padrões de 3ª. geração (3GPP - *3rd Generation Partnership Project*), conhecido como 3G (CAMARILLO, 2005).

A IMS foi introduzida na rede padrão UMTS <sup>88</sup> versão 5 (Março de 2003) e depois na versão 6. A sua primeira versão foi destinada para facilitar o desenvolvimento e implantação de novos serviços voltados às redes celulares. Mais tarde, a IMS foi otimizada pelo Instituto de Normas de Telecomunicações Europeia (ETSI - *European Telecommunication Standards Institute*), no âmbito do seu trabalho sobre Redes de Nova Geração (NGN - *Next Generation Networks*). Um organismo de normalização de ETSI, chamado de TISPANs (*Telecommunications and Internet Services and converged Protocols for Advanced Networking*, ou serviços de telecomunicações, de internet e de protocolos de convergência para redes avançadas), se padronizou a IMS como um subsistema de NGN. A TISPAN publicou a primeira versão dos padrões de ETSI IMS e está atualmente trabalhando em uma segunda versão.

---

<sup>87</sup> Fonte: 7.074.772.215 acessos por segundo ao *YouTube* em 29 março de 2015 as 19:54h INTERNET LIVE STATS (2015).

<sup>88</sup> O UMTS (*Universal Mobile Telecommunications Service*) é uma terceira geração (3G) de banda larga, transmissão baseada em pacotes de texto, voz digitalizada, vídeo e multimídia em taxas de dados de até 2 megabits por segundo (Mbps). O UMTS oferece um conjunto consistente de serviços para computadores e telefones de usuários móveis, independentemente de onde estejam localizados no mundo. Com base no padrão de comunicação *Global System for Mobile* (GSM), o UMTS é recomendada pelos principais organismos de normalização e fabricantes e é o padrão planejado para usuários móveis em todo o mundo (TECHTARGET, 2015).

Pode-se dizer que o 3GPP descreve o ponto de vista dos operadores móveis (suporte de novas aplicações), enquanto o TISPAN acrescenta as especificações das operadoras de telefonia fixa (convergência). O TISPAN faz as especificações para vários subsistemas IMS, como o subsistema anexos de redes (*NASS - Network Attachment Sub-System*) e os subsistema de controle de admissão de recursos (*RACS - Admission Control Subsystem*). A maioria dos protocolos de IMS são padronizados pela *Internet Engineering Task Force (IETF)* (por exemplo, o *Session Initiation Protocol (SIP)*, utilizado para realizar chamadas de voz ou vídeo.

Deve-se distinguir entre o núcleo IMS (IMS Core) e IMS. Em outras palavras, usa-se o termo "arquitetura IMS" para referir-se a uma arquitetura NGN com um núcleo IMS.

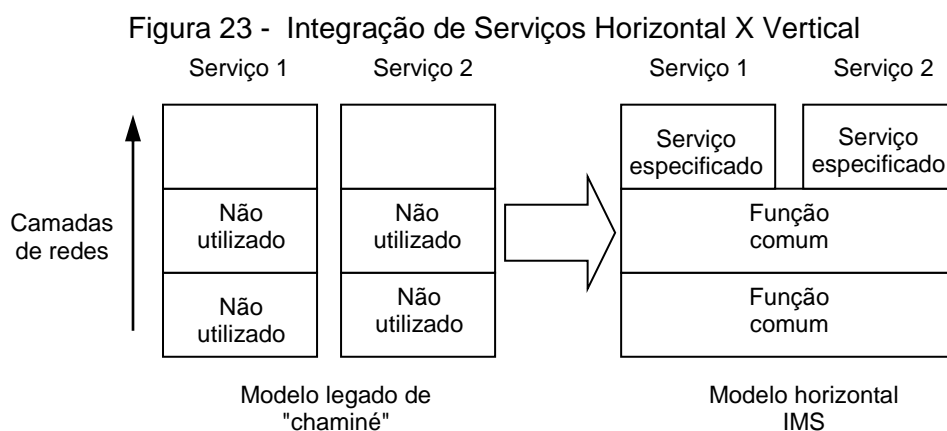
Um dos objetivos da IMS é tornar a gestão de rede mais fácil, separando as funções de controle e de portadora. Isto significa que a IMS oferece um serviço de sobreposição de rede e de distribuição na parte superior de uma infraestrutura de comutação de pacotes. Além disso, a IMS deve permitir a migração de comutação de circuito, como a telefonia de voz para o domínio de comutação de pacotes. Como resultado, a IMS deve levar a economias na administração de rede, porque um sistema integrado de uma rede "all-IP" é mais fácil de gerenciar. A IMS é uma arquitetura *end-to-end* (fim a fim)<sup>89</sup> que tem de suportar vários tipos de equipamentos (PC, celulares, tablets, etc). Assim, a utilização de protocolos abertos da Internet é especificada na IMS para uma melhor interoperabilidade, suportando *roaming* entre redes diferentes (3GPP Release 6).

---

<sup>89</sup> O princípio *end-to-end* (fim a fim) é um dos princípios fundamentais da concepção da Internet e é implementado na concepção dos métodos e protocolos subjacentes do *Internet Protocol (IP)*. É também usado em outros sistemas distribuídos. O princípio estabelece que, sempre que possível, as operações de protocolo de comunicação devem ser definidas para ocorrer nos terminais finais de um sistema de comunicação, ou o mais próximo possível dos recursos que estão sendo controlados. De acordo com o princípio *end-to-end*, as características do protocolo só são justificadas nas camadas inferiores de um sistema, se eles são um sistema que possui otimização de desempenho. Portanto, a retransmissão do *Transmission Control Protocol (TCP)* que é usada para aumentar a confiabilidade, ainda se justifica, mas os esforços para se melhorar a confiabilidade do TCP devem parar quando o desempenho máximo for atingido (CORE INTERNET VALUES, 2015).

O nível de QoS, que pode ser fornecido em redes IMS, determina os serviços que podem ser implantados em tais redes. A entrega com QoS é, portanto, fundamental nas redes IMS. Como resultado, as funcionalidades de gestão de QoS são integrados na arquitetura IMS.

A IMS é uma arquitetura horizontal, que fornece um conjunto de funções comuns chamadas **facilitadores de serviços** que podem ser utilizadas por vários serviços (por exemplo, gestão de grupo/lista, presença, provisionamento, operação, gestão, tarifação, entre outros). Isso faz com que a implementação do serviço seja muito mais fácil e mais rápida. Além disso, permite uma interação mais próxima entre vários serviços. Este é um considerável progresso em comparação com a maioria das arquiteturas anteriormente utilizadas, pela característica vertical de implementação de serviços modelo "chaminé" (vide Figura 23).



Fonte: Bertrand (2007).

Enquanto a receita média por usuário (ARPU - *Average Revenue Per User*) está diminuindo para várias operadoras de rede, a IMS é vista por muitos como uma solução "mais do que simples 'tubos de bits' ". Na verdade, ela permite que a operadora de rede possa desempenhar um papel central na prestação de serviços e oferecer um conjunto de serviços atraentes, com ofertas de um pacote básico de acesso. Além disso, a IMS deve suportar a criação e implantação de serviços inovadores por parte das operadoras ou de empresas terceiras e,

portanto, criar novas perspectivas de negócios. O desenvolvimento mais rápido de serviços na IMS deve reduzir o tempo de mercado e estimular a inovação. A combinação de vários serviços em uma única sessão, um sinal comum e uma tarifação unificada são respostas esperadas para aumentar o interesse do cliente e aumentar as oportunidades de uma receita maior. Numa rede IMS, o operador fica informado dos serviços que efetivamente o cliente está usando. Assim, os sistemas de tarifação adequados podem ser implementados.

A IMS também é projetada para permitir que a infraestrutura de rede seja consideravelmente minimizada e que haja economia de gestão, melhorando a relação custo *versus* eficácia. Deve, também, diminuir os gastos com investimentos para desenvolvimento de novos serviços, graças a uma plataforma de entrega de serviços uniforme.

Os serviços que foram previstos e já estão sendo utilizados nas redes IMS são, por exemplo, *Push to Talk over Cellular (PoC)*<sup>90</sup>, *Instant Messaging (IM)*<sup>91</sup>, jogos para plataforma móvel ou uma combinação de vários serviços existentes (por exemplo, combinação de IM e *multiplayer* de jogos). A IMS se destina a permitir a implantação de "melhores e mais qualificados serviços". Deve permitir a entrega de comunicações baseadas em IP em tempo real (*real-time*), como, por exemplo, transmissões de vídeo ao vivo. Deve fazer a integração em tempo real, ou próximo do tempo real, de aplicações em tempo "não-real" (como *streaming* de vídeo, por exemplo), de forma mais fácil. Deve permitir a entrega de serviços de conversação simultânea em uma única sessão. Deve ser o acesso "agnóstico", ou seja, permitir que um usuário possa acessar seus serviços por qualquer mídia

---

<sup>90</sup> *Push to talk Over Cellular*, POC, que também é chamado de PTT (*Push To Talk*), utiliza a rede GPRS para enviar voz em pacotes entre os participantes de uma sessão POC (TECHNOLOGY-TRAINING, 2015). É um meio de comunicação instantânea comumente empregado em serviços de telefonia celular sem fio que usa um botão para alternar um dispositivo a partir do modo de transmissão de voz para o modo de recepção. A operação de telefones utilizados desta maneira é semelhante ao uso "*walkie-talkie*" (TECHTARGET, 2015).

<sup>91</sup> O serviço de mensagens instantâneas (*Instant Messaging*), às vezes chamado de IM ou IMing, provê a capacidade de um usuário de ver facilmente se um amigo escolhido, ou colega de trabalho, está ligado à Internet e, se estiverem, poder trocar mensagens com eles. A maioria das mensagens são apenas de texto, embora serviços populares, tais como AOL, MSN Messenger, Whatsapp, Yahoo Messenger e iChat da Apple agora permitam que mensagens de voz, compartilhamento de arquivos e até mesmo *video chat*, sejam utilizados quando ambos os usuários têm câmeras (TECHTARGET, 2015).

utilizada. Desta forma, o usuário não necessitaria se preocupar ou precisar ter conhecimento (gnóstico) de qual tecnologia seria necessária para ter acesso à nuvem. Num nível mais elevado de análise, isto poderia ser definido como um novo conceito de acessibilidade ou uma variante do conceito de **redes ubíquas** ou **pervasivas**.

A arquitetura IMS, possibilitou uma nova visão de acesso a serviços por parte de usuário de telefonia móvel, que anteriormente era impensável. Essa e outras soluções possibilitaram, em conjunto, um *upgrade* no nível de acesso das redes, de forma tão radical, que alguns estudiosos perceberam a transição de um nível de tecnologia para outro bem superior. Daí surgiu o conceito de NGN (redes de próxima geração), que será apresentada a seguir.

### **2.8.3 NGN (Next Generation Networks)**

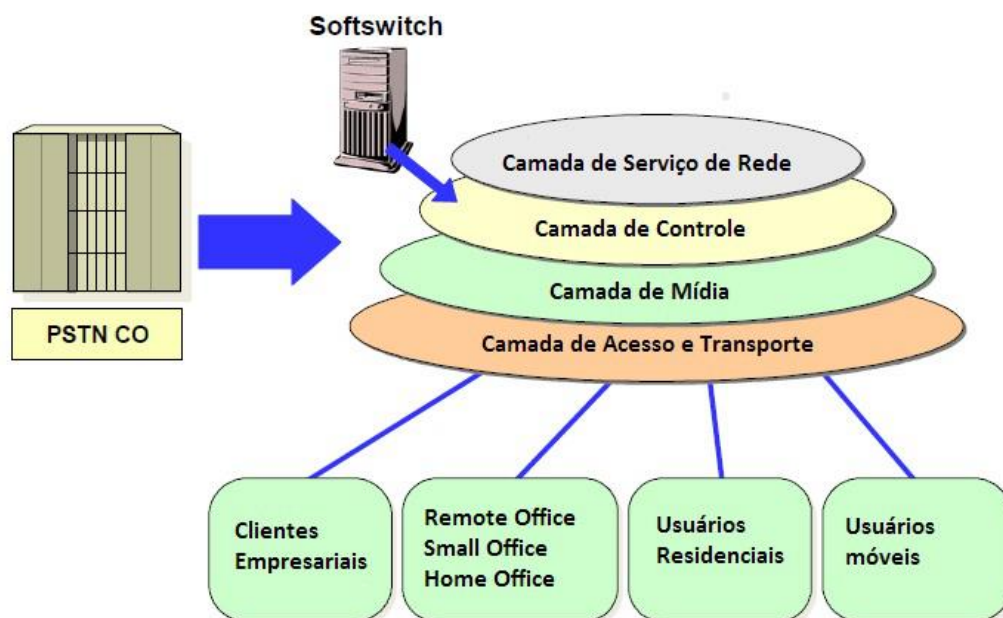
Uma rede NGN (*Next Generation Networks*) é uma rede baseada em pacotes, que tem a capacidade de fornecer serviços de telecomunicações para usuários, de fazer uso da banda larga múltipla, de tecnologias de transporte com *QoS-enabled* (utilização de técnicas Qualidade de Serviço) e cujo o serviço, relacionado com as funções de tecnologias de transportes, é independente dos níveis subjacentes. Ela permite acesso irrestrito para os usuários de redes e prestadoras de serviços concorrentes de sua escolha. A IMS admite mobilidade generalizada, que permite a prestação consistente e onipresente de serviços aos usuários (ITU-T, 2004).

### **Decompondo a arquitetura NGN**

A arquitetura NGN, conforme mostrado na Figura 25, a seguir, decompõe os blocos monolíticos para as camadas de rede individuais, que interfuncionam

via padrão de *interfaces*<sup>92</sup> abertas. A inteligência de processamento básico de chamadas é essencialmente dissociado do *hardware* matriz de comutação.

Figura 25 - Arquitetura NGN Decomposta



Fonte: Ryvinska e Strauss (2009).

Essa inteligência agora reside em um dispositivo separado, chamado de *softswitch* (também conhecido como um controlador de *media-gateway*<sup>93</sup> ou agente de chamada), que funciona como um elemento de controle na nova arquitetura. As *interfaces*, abertas com novos servidores de aplicativos, facilitam o provisionamento de serviços rápidos e garantem o curto espaço de tempo para o lançamento no mercado.

<sup>92</sup> Em ciência da computação, uma *interface* é o ponto de interação com *software*, *hardware* ou computador, ou com dispositivos periféricos, como um monitor de computador ou um teclado. Algumas interfaces de computador, como uma tela sensível ao toque, podem enviar e receber dados, enquanto outros, como um mouse ou microfone, só podem enviar dados (THEFREEDICTIONARY, 2015).

<sup>93</sup> *Media Gateway* é um dispositivo que fornece serviços de tradução de protocolo para controlar a forma como o conteúdo é entregue aos usuários finais. Os servidores de mídia são uma forma muito eficaz de distribuição de voz e vídeo. Dependendo de como os servidores e a rede estão configurados, ambos os *gateways* e servidores de mídia podem ser obrigados a distribuir voz e vídeo (TECHTARGET, 2015).

As *interfaces*, abertas em cada camada de rede, permitem que um operador de rede possa selecionar o melhor fornecedor para cada camada. Transportes baseados em comutação de pacotes permitem o dimensionamento da largura de banda de forma flexível, e, portanto, torna o gerenciamento das estruturas de rede mais fácil. Poucas, mas poderosas, entidades de controle de chamadas da rede permitem atualização mais eficiente do *software* em nós que controlam a rede, reduzindo, assim, custos de operação.

A arquitetura NGN possui diversas funções de controle e de capacidades de suporte, voltadas à abertura e ao fechamento de chamadas e de sessão para uma diversidade de aplicações e serviços. A NGN permite também a dissociação entre o provimento de serviços de transporte e serviços de *interfaces* abertas. Cada um desses tipos de serviços, a NGN trata de forma diferenciada. Outra grande vantagem do uso da NGN, é que ela prevê suporte para uma ampla gama de serviços, aplicações e mecanismos, com base em *Service Building Blocks*<sup>94</sup> (incluindo tempo-real / *streaming* / serviços "não-tempo-real" e multimídia). Além disso, essa arquitetura permite altas capacidades de banda larga com QoS *end-to-end* (fim a fim) e transparência. A NGN possui uma variedade de esquemas de identificação que podem ser resolvidos para endereços IP para fins de roteamento em redes IP e serviços convergentes entre redes fixas e móveis.

Uma característica de serviço muito apreciada da NGN é a unificação para um mesmo tipo de serviço, assim que sejam solicitados pelo usuário, de forma totalmente automática. Um ponto que permitiu a afirmação, no meio das operadoras de serviço, foi a independência de serviços relacionados com funções subjacentes de tecnologias de transporte, além de possibilitar suporte de múltiplas

---

<sup>94</sup> Os *service building blocks* (blocos de construção de serviços) de telecomunicações são constituídos por: a) a rede de serviços que transportam o tráfego de rede para o serviço; b) sistemas com suas funções de apoio ao serviço e seu funcionamento; c) pessoas que operam o serviço com os processos de suporte operacional definidos para assegurar que todos os procedimentos necessários e tarefas sejam realizadas corretamente. Estes blocos de construção (*service building*) são independentes de tecnologias e podem ser aplicados a todos os serviços de telecomunicações, independentemente do fato de serem fixos ou serviços móveis. Alguma adaptação e customização podem ser necessárias para se adequar às exigências específicas do serviço. No entanto, os conceitos e princípios básicos se aplicam (PANG, 2009).



tecnologias de última milha. E, por fim, sua compatibilidade com todos os requisitos regulamentares de segurança, como matérias de comunicações de emergência, segurança, privacidade e outros, garantiu a arquitetura NGN se firmar com uma solução definitiva no mundo das telecomunicações.

O ITU-T <sup>95</sup>, que definiu o processo de padronização da NGN, partiu de um projeto denominado *NGN 2004 Project*<sup>96</sup>, de Fevereiro de 2004, cujo objetivo era coordenar atividades relacionadas à NGN, além de estabelecer guias de implementação e normas para a realização da NGN. O principal objetivo dessa padronização foi garantir que fossem endereçados todos os elementos requeridos para a interoperabilidade e capacitação de rede para suportar aplicações de forma global sobre a NGN. Anteriormente, O ITU-T já havia dado alguns passos rumo à padronização das redes de próxima geração, através de trabalhos relacionados, mas faltava endereçar os pontos a serem padronizados, com base na definição da NGN.

O ITU-T lançou o **GII Project** (*Global Information Infrastructure Project* ou Projeto de Infraestrutura de Informação Global), em 1995, com o objetivo de preparar normas para a emergente era da informação. Ele descreve “a provisão de vários serviços por uma variedade de provedores, sobre uma variedade de tecnologias de rede de diferentes setores da indústria” (ITU-T, 1995). As atividades do GII Project vêm sendo conduzidas por muitos projetos dedicados, envolvendo Grupos de Estudo do ITU-T, com objetivos comuns, para preparar um conjunto de recomendações.

---

<sup>95</sup> ITU-T: *International Telecommunication Union — Telecommunication Standardization Sector* (União de Telecomunicações internacional - Setor de Padronização de Telecomunicações).

<sup>96</sup> O Projeto NGN 2004 foi visto como uma realização dos conceitos adotados no *Global Information Infrastructure (GII)*. Como resultado, as atividades na estrutura do novo projeto estavam em conformidade com as recomendações existentes GII (série Y).

## Recomendações ITU para Projeto GII acerca das redes NGN

O GII teve o papel principal na organização das novas normas ITU-T. Ele alcançou seus objetivos produzindo as recomendações de série Y<sup>97</sup>, onde aspectos gerais têm sido definidos:

- Recomendação “*ITU Y.110 Global Information Infrastructure Principles and Framework Architecture*” (Princípios de Infraestrutura de Informação Global e Estrutura de Arquitetura): é um documento de engenharia de sistemas de alto nível que define conceitos necessários à realização do GII. É base para grupos de estudo dentro e fora do ITU, incluindo os voltados à NGN;
- Recomendação “*ITU Y.120 Global Information Infrastructure Scenario Methodology*” (Metodologia de Cenários de Infraestrutura de Informação Global): é um documento com recomendações, que descreve um conjunto de técnicas gráficas, que podem ser usadas simplesmente para ilustrar cenários, que retratam uma variedade de tecnologias de rede interligados e as principais *interfaces* associadas, que podem ser encontradas na prestação de Infraestrutura Global de Informação (GII);
- Recomendação “*ITU Y.130 Information Communication Architecture*” (Arquitetura de Comunicação de Informação): é um documento para orientar o desenvolvimento futuro das redes e serviços de comunicações de informação. A arquitetura é destinada a permitir que aplicações de comunicação de informações usassem recursos de infra-estrutura, que são baseados em componentes de serviços de *middleware*;
- Recomendação “*ITU Y.140 Global Information Infrastructure (GII) Reference Points for Interconnection Framework*” (Infraestrutura de Informação Global (GII): Pontos de Referência para Estruturas

---

<sup>97</sup> As recomendações da ITU-T são os nomes dados dos documentos de telecomunicações e de especificação de protocolo de computador publicados pelo *Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)*, em nome da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T). As recomendações da "Y Series" tratam da "estrutura global de informação, aspectos do protocolo Internet e redes de próxima geração".

Interconexão): Este documento trata de recomendações que estabelecem o cenário para a interligação no âmbito do GII, num ambiente de telecomunicações multi-operador, multi-fornecedor e multi-fabricante.

No passado próximo, novas tecnologias estavam num processo de amadurecimento e ficando mais avançadas. No mesmo período em que o GII foi definido pelo ITU-T, tais redes existentes precisaram evoluir, devido à nova realidade das telecomunicações. Como consequência, a divisão entre telefonia e dados passa a não ser mais válida e deve ser completamente convergente nas redes de próxima geração.

Foi nesse período que o ITU-T iniciou o NGN 2004 Project. O Grupo de Estudo SG-13 do ITU-T começou este projeto específico para NGN, alinhado com o GII. Hoje, a NGN é vista, pela comunidade de tecnologia da informação e telecomunicação, como a realização concreta dos conceitos do GII. O ITU-T, através do SG13, deu início ao NGN 2004 e, com base nas produções do GII, propôs as seguintes normas (vide Tabela 1):

Tabela 1 - Recomendações propostas pelo grupo ITU-T SG13

<b>Número</b>	<b>Título</b>
Y.NGN-Overview	Visão geral da NGN
Y.GRM-NGN	Os princípios gerais e modelo de referência geral para Next Generation Networks
Y.NGN-FRM	Modelo de arquitetura funcional (ex-requisitos funcionais e arquitetura da NGN)
Y.NGN-SRQ	Requisitos de serviço NGN
Y.NGN-MOB	Requisitos de gerenciamento de mobilidade e arquitetura para NGN
Y.NGN-MAN	Estrutura para as redes IP gerenciáveis
Y.NGN-MIG	A migração de redes (incluindo redes TDM) para redes NGN
Y.NGN-CONV	Considerações de regulamentação das redes NGN
Y.e2eqos	Arquitetura de QoS fim-a-fim para redes IP evoluindo para redes NGN
Y.123.qos	Uma arquitetura de QoS para redes de acesso IP baseadas em Ethernet
Y.NGN-TERM	Terminologia Redes de Nova Geração (NGN): Termos e definições

Fonte: TELECO (2014).

As empresas provedoras de serviços públicos de telecomunicações dependem muito de suas infraestruturas para garantir a entrega impecável de

serviços críticos. Como a investigação da *Utilities Telecom Council*<sup>98</sup>, em maio de 2007, indica, o uso de tecnologias de gestão de informação, que estão sendo integradas com as operações da rede, para implantar novos tipos de serviços, incluindo sistemas de automação, infraestruturas de medição, controle e aplicações para melhorar o serviço ao cliente e prover melhor confiabilidade e energia. Cada vez mais, a infraestrutura de rede deve fornecer serviços integrados de voz, dados e comunicações de vídeo, para garantir um fluxo de informação sem interrupção entre os provedores de serviços de comunicação e os clientes. Enquanto os sistemas tradicionais de comunicação têm sido eficazes, estes novos serviços podem ser mais efetivos se forem entregues juntamente com os serviços legados (serviços de voz padrão analógico, serviços de fax, e outros), em uma rede NGN (*Next-Generation Network*).

Algumas empresas, criadoras de tecnologia, como a *Alcatel-Lucent*<sup>99</sup>, lançaram uma solução que possibilitou aos sistemas maximizarem o custo-eficácia e eficiência da sua rede. É o caso do "*IP Next-Generation / MPLS Solution Network Utility*", que garante que o sistema pode continuar a operar com aplicativos legados, enquanto acrescenta suporte extensivo para aplicações baseadas em transmissão de pacotes. Esse exemplo de aplicação ilustra a vantagem de usar IP / MPLS no núcleo da rede, aproveitando a transmissão sem fio, em micro-ondas e/ou fibra-óptica, a depender do caso, mas considerando tudo numa abordagem integrada e de uma estrutura de comunicações fim a fim.

Nesse ponto, um observador atento poderia prever que as redes IP, e sua maior representante, a internet, propagada e incentivada pelas operadoras de

---

<sup>98</sup> O *Utilities Telecom Council (UTC)* é uma associação comercial global dedicada a criar um negócio favorável, regulatório é um ambiente tecnológico, para as empresas que possam administrar ou fornecer sistemas críticos de telecomunicações em apoio ao seu *core business*. Fundada em 1948 para interceder pela alocação do espectro de radiofrequências adicionais para as empresas de energia, a UTC evoluiu para uma organização dinâmica que representa serviços públicos de fornecimento de eletricidade, gás e serviços de água; oleodutos de gás natural; empresas de infraestruturas essenciais; e outras partes interessadas da indústria.

<sup>99</sup> A *Alcatel-Lucent* (*Euronext: ALU, NYSE: ALU*) é uma empresa global de telecomunicações sediada na França, com escritórios executivos localizados em Paris. A empresa é líder em conexão de banda larga para redes fixas, móveis e convergentes e fornece soluções para a entrega de serviços de comunicação de voz, dados e vídeo para usuários finais, empresas e operadoras de serviços. Com o suporte das inovações oferecidas pelo *Bell Labs*, a companhia auxilia seus clientes a ofertarem serviços multimídia seguros e centrados no usuário.

telecomunicações, seriam um forte concorrente às próprias operadoras de telecomunicações. Visto que a tecnologia já permitia que o tráfego de qualquer serviço, baseado em IP, pudesse ser transportado pelas redes telefônicas. Isto significava que serviços de multimídia, como voz e imagem, poderiam ser transportados pela internet e portanto poderiam concorrer com os serviços tradicionais de telefonia. A seguir, essa questão será melhor esplanada.

#### 2.8.4 Serviços para Redes de Telefonia Móvel

As recentes redes de telefonia via internet são caracterizadas pela ênfase na transmissão de mídias. Neste caso, na transmissão de voz. A telefonia via internet foi vista por muitos como uma forma de economizar e evitar o pagamentos pelo uso das operadoras de telecomunicações. Essa é uma prática conhecida como “arbitragem de taxas” (*Toll arbitrage*)<sup>100</sup>. Mas, se, na verdade, alguém pode usar seu PC para digitalizar a voz, empacotá-la e transmiti-la, ele não deveria ter de pagar às operadoras de telecomunicações para poder se comunicar com os outros, visto que já está pagando para ter acesso à internet. A “arbitragem de taxas” foi um ponto motivador.

Muitos grupos iniciantes foram fundados para criar *gateways* de voz que se converteriam em circuitos de voz para pacotes de voz. Outros foram fundados para melhor demonstrar as formas de multiplexação de mais canais de voz sobre protocolos de camadas de transporte ou sobre melhores CODEC <sup>101</sup>. No entanto, esse estágio não foi muito longe. Operadores históricos de telecomunicações sentiram a ameaça e reagiram baixando as tarifas de voz nas ligações locais e de

---

<sup>100</sup> **Toll arbitrage:** Uma maneira de economizar em comunicação de longa distância é usar a rede (de dados) para realizar chamadas telefônicas, tanto quanto for possível, e combinar este serviço com a ajuda das Redes de Telefonia Pública (PSTN). Isso é conhecido como *toll arbitrage* ("arbitragem de taxas") e pode ajudar a economizar tremendamente para a organização em chamadas de longa distância.

<sup>101</sup> CODEC: Sigla para codificador-decodificador. Pode ter os seguintes significados: 1. Um conjunto constituído por um codificador e um decodificador em uma única peça de equipamento. 2. Um circuito que converte sinais analógicos em código digital e vice-versa. 3. Um dispositivo eletrônico que converte sinais analógicos, como os sinais de vídeo e de voz, em formato digital e comprime-os para economizar largura de banda em um caminho de transmissão. Os CODEC, são usados, neste sentido, para sistemas de vídeo conferência (TIAONLINE, 2015).

longa distâncias. Isso continuou até o ponto em que as taxas de estabelecimento de circuitos (*call setups*) se tornaram as mesmas que uma chamada de telefone via internet. Logo, mesmo que a qualidade de voz fosse muito melhor nas redes comutadas por circuito que as demais redes, para as redes de *best-effort* (redes de melhor esforço)<sup>102</sup>, como a telefonia via Internet, era importante se buscar uma melhor solução que a simples “arbitragem de taxas”, visto que a qualidade de serviço ainda era um fator preponderante para o usuário final. Portanto, a telefonia via Internet entraria no próximo desafio: enfatizar os serviços, além das chamadas telefônicas.

Os serviços são, atualmente, vistos como o mais importante ingrediente na telefonia via Internet. Um serviço normalmente é definido com um valor agregado funcionalmente provido pelas concessionárias de redes para os usuários. Neste contexto, pode-se concluir que *e-mails* e acesso à Web são serviços de Internet, enquanto que espera de chamadas telefônicas e encaminhamento de chamadas telefônicas são serviços de PSTN. Os projetos recentes nos serviços para Telefonia via Internet focaram suas atenções em prover aos usuários o mesmo tipo de serviços que eles estão acostumados a usar nas redes PSTN, contudo realizar essas tarefas estava se confrontando com o fato de que existe um conjunto muito mais rico de serviços, que podem ser aproveitados ao se fazer as duas redes trabalharem em conjunto.

Esta ideia, do uso telefonia via Internet via redes PSTN, ganhou o apoio de muitos e que acabou por direcionar o surgimento da arquitetura NGN. Pode-se considerar, por exemplo, a alternativa de se oferecer serviços interessantes através das redes NGN, tais como:

- *Click-to-dial* (clique para discar), onde o usuário poderia clicar um *link* numa página Web, que iniciaria uma chamada entre o usuário da Web e um provedor de serviços, sob controle de uma empresa terceirizada, para

---

<sup>102</sup> *Best effort*: termo usado para as redes de comutação por pacotes, que não possuem o mesmo QoS das redes de comutação por circuito, mas, através do uso de *hardware* e de *software* apropriado, podem produzir um resultado de QoS similar àquelas, embora ainda inferior.

prover presença e disponibilidade de linhas telefônicas;

- A PSTN poderia enviar mensagens instantâneas (IM) para seus assinantes, no caso de chamadas perdidas;
- Enviar mensagens de alertas de caixa de mensagens (*voice mail box*);
- Uso de *chats* interativos com os usuários, com mensagens do tipo SMS (*Short Message Service*)<sup>103</sup>;
- Buscar a localização de um usuário de telefone celular em tempo real, mostrando sua posição numa tela gráfica de computador.

A integração das redes foi abordada a partir de dois níveis: o nível de protocolo e o nível de API (*Interface de Programação para Aplicações*). Os proponentes de API trabalharam para prover um alto nível de *interfaces* de programação para desenvolvimento de serviços, independente dos protocolos de níveis inferiores que eram usados nas correspondentes entidades de redes PSTN e Internet. Já os proponentes do nível de protocolo, trabalharam para detalhar a unidade de dados (*PDU – Protocol Data Unit*), que seriam transferidos entre as entidades participantes (dispositivos) através da rede. De certo modo, ambas as abordagens foram complementares.

Como se pode ver, a NGN surgiu com a proposta da união de dois mundos, antes considerados separados, o mundo das redes telefônicas tradicionais (PSTN), as quais faziam uso das tecnologias voltadas à comutação de circuitos, e as redes que usam comutação de datagramas (caso da Internet).

Mas, apesar de muitos desses serviços propostos terem demonstrado suas exequibilidades técnicas, tem-se visto que apenas algumas poucas operadoras resolveram adotá-los na prática. Com exceção dos participantes da

---

<sup>103</sup> SMS (*Short Message Service*), comumente referido como "mensagens de texto," é um serviço de envio de mensagens curtas de até 160 caracteres (224 caracteres se estiver usando o modo 5-bit) para dispositivos móveis, incluindo telefones celulares, *smartphones* e PDA.

indústria, a maioria dos usuários da Internet desconhecem o potencial de tais serviços.

De acordo com Gurbani e Sun (2005), o grande atraso na implementação desses novos serviços é causado por certos fatores “inibidores”, que, em sua opinião prejudicam o desenvolvimento e utilização desses serviços por parte dos usuários.

Um fator, porém, que foi percebido ao longo do presente estudo, e constatado em situações práticas, é que, apesar de todo avanço no campo das tecnologias de telecomunicações e da informação, o nível de dependência do "fator humano" é muito alto. É necessário que a organização possua, no seu quadro de colaboradores, além do *staff* técnico, profissionais capacitados em gestão de projetos, afim de possibilitar um bom gerenciamento, acompanhamento e documentação do projeto. Esta gestão na área de telecomunicações, em especial, deve estar apta a lidar com grande diversidade de profissionais, de escopos de projetos diversificados, tipos diferentes de negócios, de perfis de clientes, e outras variáveis importantes.

De acordo com Chiavenato (1999), as pessoas tem importante participação dentro dos contextos de projetos organizacionais:

Com a globalização dos negócios, o desenvolvimento tecnológico, o forte impacto da mudança e o intenso movimento pela qualidade e produtividade, surge uma eloquente constatação na maioria das organizações: o grande diferencial, a principal vantagem competitiva das empresas, decorre das pessoas que nelas trabalham. (CHIAVENATO, 1999).

No próximo capítulo, será tratado esse tema, que compõe parte do referencial teórico que dá embasamento á hipótese base da presente dissertação, ou seja, que a análise sobre a implantação de projetos de uma rede CMN está para além das questões tecnológicas e adentra numa forte abordagem de gestão de projetos.



### 3 GESTÃO DE PROJETOS

É inconcebível que, em projetos modernos de TI, não se considere o conhecimento, a ciência e as melhores práticas usadas nas grandes empresas sobre Gerência de Projetos. Não é diferente quando uma operadora de telecomunicações decide realizar um *upgrade* tecnológico. Isso significa assumir riscos e custos inerentes à mudança a ser realizada. As empresas, antes de empreender grandes esforços e recursos na implantação de novos negócios, fazem um estudo detalhado sobre os pontos positivos e negativos daquele futuro negócio.

Apesar do apelo oferecido pelas novas tecnologias, seja no ramo das telecomunicações ou qualquer outro ramo tecnológico, no fim, a motivação maior para que um novo negócio saia do "papel" para o mundo real é, na realidade, composto pelos fatores estratégicos, econômicos e comerciais. Logo, se o projeto não passar por um planejamento detalhado e minucioso, os altos riscos não justificariam sua implantação. Sendo assim, é extremamente necessário que as empresas se cerquem de profissionais competentes nesta área, a fim de garantir que os riscos sejam minimizados e que o projeto seja implantado com o máximo de eficiência e o mínimo de desperdícios. Logo, a escolha do *peopleware*<sup>104</sup> precede qualquer detalhamento nos demais itens de projetos de TI.

Hoje, não há nenhuma forma de gerenciar um projeto sem a plena compreensão das relações e interdependências entre a missão, visão, objetivos, estratégia, operação, controle e *feedback*. Por isso, é de extrema importância que as empresas e profissionais de diversas áreas dominem a moderna gestão de projetos. É necessário avaliar e considerar itens importantes do projeto, como integração, escopo, tempo, recursos, custos, qualidade, meio ambiente, as pessoas, comunicações, riscos e aquisições.

---

<sup>104</sup> *Peopleware* é um termo usado para se referir a um dos três aspectos fundamentais da tecnologia de computador, os outros dois sendo *hardware* e *software*. *Peopleware* pode se referir a tudo o que tem a ver com o papel das pessoas no desenvolvimento ou uso de *software* e *hardware* de sistemas, incluindo questões como a produtividade do desenvolvedor, trabalho em equipe, dinâmica de grupo, psicologia da programação, gerenciamento de projetos, fatores organizacionais, humanos, projetos de interface, interação homem-máquina (IHM) (SIGNIFICADOS, 2015).

Uma das formas de minimizar os riscos nas organizações é a utilização de um bom planejamento estratégico. Como será visto a seguir, a área de telecomunicações é uma das áreas de negócios que mais está sujeita a riscos. São muito fatores envolvidos, tais como a utilização de tecnologias de ponta, contratação de profissionais altamente qualificados, altíssimos investimentos financeiros, e outros pontos importantes. A execução do planejamento estratégico mitiga esses riscos e, por isso, deve ser considerada como uma das fases iniciais de um projeto, conforme veremos a seguir.

### 3.1 GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO

O Gerenciamento Estratégico é a arte de preparar e aplicar os meios e especificar os cursos de ação, considerando as forças e fraquezas de uma organização e as oportunidades e ameaças do ambiente que a cerca, para alcançar ou manter os objetivos fixados (VALERIANO, 2005).

As decisões estratégicas têm visão abrangente, alcançando horizontes longínquos e dependem da colaboração de todos os membros da instituição, com ampla participação dos gerentes de área. A estratégia deve ser divulgada e de conhecimento de todos da empresa, servindo para balizar as tomadas de decisão de projeto.

O Gerenciamento Estratégico deve considerar a situação atual da organização, buscando algumas informações relevantes, como:

- Qual o tipo de público?
- Quais são os valores a proporcionar ao cliente?
- Quais as competências a empregar?
- Quais as estratégias empresariais genéricas?

Considerando as questões acima, e relacionando-as com o tema principal do presente trabalho, ou seja, com os projetos voltados a telecomunicações, tem-se:

- **Tipo de Público:** todos, desde empresariais a pessoa física. As telecomunicações atingem todo universo de clientes, pois não existe mais nenhuma restrição para classes sociais. Estudantes, donas de casa, profissionais, indústrias, escolas, hospitais, governo, etc, todos são altamente dependentes das telecomunicações.
  
- **Valores a proporcionar ao cliente:** as comunicações são essenciais na sociedade moderna. As empresas e pessoas sabem que as comunicações são vitais à sobrevivência no mundo moderno. Após a Revolução Industrial, a "revolução da informação" é também chamada de Terceira Revolução Industrial, ou ainda de Terceira Onda (TOFFLER, 1981). O maior valor proporcionado por essa "onda" foi a integração entre todos os seres humanos em larga escala.
  
- **Quais as Competências a empregar:** uma das grandes dificuldades nesse tipo de projeto está relacionada à mão de obra, a qual, em geral, é altamente especializada. De acordo com o IBGE (2010), as principais atividades profissionais relacionadas com telecomunicações são:
  - Engenheiros em telecomunicações;
  - Técnicos em operações de tecnologia da informação e das comunicações e assistência ao usuário;
  - Técnicos em operações de tecnologia da informação e das comunicações;
  - Técnicos em assistência ao usuário de tecnologia da informação e das comunicações;
  - Técnicos de redes e sistemas de computadores;
  - Técnicos da web;
  - Técnicos em telecomunicações e radiodifusão;

- Técnicos de radiodifusão e gravação audiovisual;
- Técnicos de engenharia de telecomunicações;
- Instaladores e reparadores de equipamentos eletrônicos e de telecomunicações.

Estas são apenas as profissões mais técnicas, afora as demais profissões de outras áreas que prestam apoio (áreas administrativa, financeira, comercial entre outras). Trata-se de uma pequena amostra da necessidade que as organizações têm de contratar pessoal altamente especializado. Ocorre que, muitas vezes, a especialização não corresponde à qualificação e, por isso, a seleção de pessoal se torna ainda mais difícil.

O Gerenciamento Estratégico deve, ainda, procurar ter enfoque em custos: diminuir custos de produção e logística para atender a um mercado preocupado com o baixo preço e poder dispensar alguns atributos dos serviços. E deve, ainda, ter enfoque na diferenciação: públicos com pouca sensibilidade a preço e que exigem produtos únicos em relação ao projeto, durabilidade, desempenho, etc.

Logo, é importante que as empresas tenham sempre uma visão estratégica em todos os projetos em que se envolverem. A **estratégia corporativa** pode ser classificada em:

- i. Estratégias integrativas: consiste em integrar os parceiros da organização, quando um grupo adquire fornecedores, clientes ou passam por fusão com seus concorrentes.
- ii. Estratégias intensivas: quando trata da penetração no mercado e da criação de valor do produto.
- iii. Diversificações: são estratégias utilizadas quando a empresa quer lançar um novo produto, seja em seu mercado atuante ou não.
- iv. Estratégias defensivas: é como a empresa se posiciona em tempos

de crise. Inclui a parceria com outras empresas de interesses comuns, cortes de despesas e até pedido de falência.

A Gerência Estratégica é o setor responsável por implementar os programas e projetos necessários para a organização atingir os objetivos de longo prazo. De acordo com Valeriano (2014), o Processo de Gerência Estratégica é formado pelas seguintes etapas:

- i. **Formulação da estratégia:** que parte da missão da organização, levando em conta o ambiente em seus dois níveis e as características internas.
- ii. **Estabelecimento ou revisão da missão:** que confere, à missão da organização, estar de acordo com a nova estratégia adotada.
  - o **Avaliação do ambiente:** geral (fatores políticos, naturais, econômicos e demográficos) e organizacional (análise de oportunidades e ameaças através de matriz)
  - o **Avaliação da organização:** relacionando as forças e fraquezas da organização em matriz ponderada, semelhante ao feito na avaliação do ambiente organizacional.
  - o **Objetivos de longo prazo:** devem ser quantitativos, registrando-se prazos, metas, hipóteses e cenários esperados. Tem por objetivo a minimização de riscos.
  - o **Determinação da estratégia:** com base nas determinações anteriores, delinea-se uma estratégia com o intuito de explorar ao máximo as forças e as oportunidades, além de diminuir as fraquezas e as ameaças. Tal estratégia deve ser consistente, exequível, consonante e deve trazer vantagem à organização.

- Implementação da estratégia: pertence ao nível tático. É realizado e executado um plano operacional.
- Avaliação e retroalimentação: da estratégia adotada e dos resultados dos projetos em relação aos objetivos. Consiste na correção de falhas e erros, que eventualmente possam ocorrer e na inclusão no acervo de experiências e das lições aprendidas no decorrer do processo. A implementação da estratégia, através de um processo interativo, com respostas rápidas aos erros que ocorrerem ao longo do percurso.

A visão estratégica é traduzida em objetivos de desempenho e resultados de marcos através de objetivos que constituem o compromisso de gestão para produzir resultados específicos para um determinado momento. Por esta razão, o gerente de projetos deve ter conhecimento da missão e visão da empresa como eles definem onde a organização está e para onde quer ir com os seus objetivos e metas de longo prazo.

O processo, para se estabelecer metas, ocorre na forma "*top-down*" de maneira racional e sistemática, através da implementação dos objetivos da corporação, como um segmento inteiro, cujas unidades e menores níveis de gerentes são responsáveis pela implementação, resultando em um plano estratégico coerente, consistente e coordenada (THOMPSON; STRICKLAND III, 2008).

De acordo com Thompson (2008), existem três níveis de responsabilidade estratégica nas organizações, conforme abaixo:

- Estratégia de Negócios - Nível de Responsabilidade dos gerentes de nível executivo;
- Estratégias funcionais - Nível de Responsabilidade dos chefes de grandes áreas funcionais dentro de um negócio;

- Estratégias Operacionais - Nível de Responsabilidade dos gerentes de unidades geográficas e de supervisores de nível inferior.

A estratégia da empresa é construir e reforçar a posição competitiva da empresa no mercado de longo prazo com as respostas às questões e tendências no ambiente externo, buscando a produção de vantagens competitivas. Ações estratégicas apoiam a estratégia global da empresa, e uma abordagem competitiva é criada para estes planos de ação. Já a estratégia funcional está relacionada com um departamento específico ou atividade funcional, com uma abordagem mais restrita à estratégia de negócios, ações de apoio e práticas específicas para cada departamento. Por fim, a estratégia operacional está ligada às operações e gestão das unidades operacionais do dia.

Mas é necessário se ter uma visão diferenciada das questões relacionadas com **gerenciamento estratégico** e **gerenciamento do projeto** em si. Uma Estratégia Operacional está relacionada ao dia-a-dia da operação com uma das unidades de gerenciamento. Já o Gerenciamento de Projetos ajuda na Implementação de ações estratégicas de forma estruturada e controlada nos níveis de negócio e funcional. Desta forma, a execução pode ser baseada no manual de melhores praticas do PMBOK de forma a procurar se utilizar de práticas mais eficientes.

O tema Gerenciamento de Projetos tem sido estudado por diversas entidades e autores, porém o PMI (*Project Management Institute*)<sup>105</sup> tem se

---

<sup>105</sup> O PMI (*Project Management Institute*) é a maior associação de membros do mundo, que não possui fins lucrativos, de profissionais de gerenciamento de projetos. Os recursos e pesquisas profissionais do PMI já capacitaram mais de 700.000 membros, portadores de credenciais e voluntários em quase todos os países do mundo, para otimizar suas carreiras, aumentar o sucesso de suas organizações e amadurecer ainda mais a profissão. Os padrões do PMI, para projetos, programas e gerenciamento de portfólios, são os padrões mais extensamente reconhecidos na profissão - e cada vez mais tem sido usados como modelo de gerenciamento de projetos para empresas e governo. O Programa de pesquisa do PMI, o mais extenso no campo, promove o avanço da ciência, da prática e profissionalismo de gerenciamento de projetos. Ela expande o acervo de conhecimentos do gerenciamento de projetos por meio de projetos de pesquisa e simpósios, e os compartilha através de publicações, conferências e sessões de trabalho de investigação (PMI, 1996).

destacado na normatização e tratamento analítico das melhores práticas de gerenciamento de projetos, conforme será apresentado a seguir.

### 3.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE ACORDO COM O PMI

Embora o Gerenciamento da Integração do Projeto, conforme sugerido pelo PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*, Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos)<sup>106</sup>, possa ser estudado e aplicado em muitas áreas do projeto <sup>107</sup>, são tratados dos seguintes aspectos, por serem mais específicos para nosso tema:

- O gerenciamento da integração de projetos;
- O gerenciamento do escopo de projetos;
- O gerenciamento de tempo de projetos;
- O gerenciamento dos custos de projetos;
- O gerenciamento da qualidade de projetos.

Serão apresentados cada um dos itens acima, indicando essencialmente as definições mais importantes de cada item, de acordo com a visão do PMI (*Project Management Institute*).

---

<sup>106</sup> O Guia *PMBOK* identifica o subconjunto do conhecimento de gerenciamento de projetos, que é geralmente reconhecido como uma boa prática. "Geralmente reconhecida" significa que o conhecimento e as práticas descritas são aplicáveis à maioria dos projetos na maior parte do tempo e há um consenso sobre o seu valor e utilidade. "A boa prática" significa que há um consenso geral de que a aplicação dos conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas pode aumentar a chance de sucesso ao longo de muitos projetos (PMI, 1996).

<sup>107</sup> No presente texto são apresentadas apenas as áreas mais relacionadas ao objeto em estudo, porém o PMBOK prevê nove áreas de gerenciamento, conforme a seguir: Gerenciamento de Integração, Gerenciamento de Escopo, Gerenciamento do Tempo, Gerenciamento de Custos, Gerenciamento da Qualidade, Gerenciamento de Recursos Humanos, Gerenciamento de Comunicação, Gerenciamento de Riscos de Projetos, Gerenciamento de Contratos (PMI, 1996).



## Gerenciamento de Integração de Projetos

O Gerenciamento de Integração de Projetos inclui processos necessários para assegurar que os vários elementos do projeto sejam adequadamente coordenados. Ele envolve realizar negociação entre objetivos e alternativas concorrentes, a fim de atender ou exceder as necessidades e expectativas dos *stakeholders*<sup>108</sup> (partes interessadas). Enquanto todos os processos de gerenciamento de projetos são integrativos, até certo ponto, a maioria dos processos não são integrativos (PMI, 1996).

Abaixo são apresentados os processos principais de um Gerenciamento de Integração de Projetos:

- Desenvolvimento do Plano de Projetos - se baseia em resultados de outros processos de planejamento e coloca-os em um documento coerente e consistente.
- Execução do Plano de Projeto - realização do plano do projeto, executando as atividades incluídas no documento.
- Controle de Mudanças Gerais - coordenação de todo o projeto.

Esses processos interagem entre si e com os processos de outras áreas de conhecimento. Cada processo pode envolver o esforço de um ou mais indivíduos ou grupos de indivíduos dependendo das necessidades do projeto. Cada processo geralmente ocorre pelo menos uma vez em cada fase do projeto.

Os processos, ferramentas e técnicas, utilizadas para integrar os processos de gerenciamento de projetos, são o foco do Gerenciamento de

---

<sup>108</sup> Um *stakeholder* é alguém cujo apoio é necessário para que uma empresa seja bem sucedida (em determinado projeto) (TECHTARGET, 2015). Um *stakeholder* é uma pessoa ou um grupo de pessoas que podem afetar ou serem afetados por um determinado projeto. Os *stakeholders* podem ser indivíduos que trabalham em um projeto, grupos de pessoas ou organizações, ou mesmo segmentos de uma população. Uma das partes interessadas podem participar ativamente no trabalho de um projeto, ser influenciado por resultados do projeto, ou ter condições de influenciar o sucesso do projeto (PROJECTMANAGEMENTDOCS, 2015).

Integração de Projetos. Por exemplo, a gestão da integração do projeto entra em jogo quando uma estimativa de custo é necessária para um plano de contingência, ou quando os riscos associados com as várias alternativas de pessoal devem ser identificados. No entanto, para que um projeto seja concluído com êxito, a integração deve ocorrer também em uma série de outras áreas tais como:

- O trabalho de execução do projeto deve ser integrado com as operações em andamento da organização executora do projeto.
- O escopo do produto e escopo do projeto devem ser integrados;
- As liberações de diferentes especialidades funcionais (tais como os desenhos de projetos de engenharia civil, elétrica e mecânica) devem ser integrados.

### **Gerenciamento do Escopo do Projeto**

O Gerenciamento do Escopo do Projeto inclui os processos necessários para garantir que o projeto inclua todo o trabalho necessário, e somente o trabalho necessário, para completar o projeto com sucesso. É voltado principalmente à definição e controle do que está ou não está incluído no projeto. Seguem os principais processos de gerenciamento do escopo do projeto:

- Iniciação - comprometimento da organização para iniciar a próxima fase do projeto.
- Planejamento do escopo - desenvolvimento de uma declaração escrita do escopo como base para futuras decisões do projeto.
- Definição do escopo - subdivisão das principais entregas do projeto em componentes menores e mais gerenciáveis.

- Verificação do escopo - formalização da aceitação do escopo do projeto.
- Controle de Mudança do Escopo - controle das mudanças no escopo do projeto.

Esses processos interagem entre si e com os processos de outras áreas de conhecimento. Cada processo pode envolver o esforço de um ou mais indivíduos, ou grupos de indivíduos, dependendo das necessidades do projeto. Cada processo geralmente ocorre pelo menos uma vez em cada fase do projeto.

### **Gerenciamento em Tempo de Projetos**

O Gerenciamento de Tempo do Projeto inclui os processos necessários para garantir a conclusão do projeto no prazo. A seguir, é apresentada uma visão geral dos processos principais desse gerenciamento:

- Definição de atividades - identificação das atividades específicas que devem ser realizadas para produzir as várias entregas do projeto.
- Sequenciamento de atividades - identificação e documentação das dependências de interatividade.
- Estimativa de duração das atividades - estimativa do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar as atividades individuais.
- Desenvolvimento do Cronograma - sequências de atividades de análise, as durações das atividades e necessidades de recursos para criar o cronograma do projeto.
- Controle do cronograma - controle das mudanças no cronograma do projeto.

Em alguns projetos, especialmente os menores, o sequenciamento de atividades, a estimativa de duração da atividade e o desenvolvimento do cronograma estão tão estreitamente ligados, que eles são vistos como um único processo (por exemplo, podem ser realizados por um único indivíduo ao longo de um período relativamente curto de tempo). Eles são apresentados geralmente como processos distintos, porque as ferramentas e técnicas para cada um são diferentes. No momento, não há consenso dentro da profissão de gerenciamento de projetos sobre a relação entre as atividades e tarefas.

Em muitas áreas de aplicação, as atividades são vistas como sendo composta de tarefas. Este é o uso mais comum e também a utilização preferida. Em outros, as tarefas são vistas como sendo compostas de atividades.

No entanto, uma consideração importante não é o termo usado, mas se o trabalho deve ou não ser feito, deve ser descrito com precisão e compreendido por aqueles que devem realizar o trabalho.

### **Gerenciamento de Custos do projeto**

O Gerenciamento de Custos do projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto seja concluído dentro do orçamento aprovado. Abaixo é mostrada uma visão geral dos seguintes processos principais:

- *Resource Planning* (Planejamento de recursos) - determinação de quais recursos (pessoas, equipamentos, materiais) e as quantidades em que cada um deve ser usado para executar as atividades de projeto
- Estimativa de Custos - desenvolvimento de uma aproximação (estimativa) dos custos dos recursos necessários para terminar as atividades do projeto.
- Orçamentação - alocação dos custos globais, estimados para os itens de trabalhos individuais.

- Controle de Custos - controle das mudanças no orçamento do projeto.

O Gerenciamento de custos de projetos trata principalmente dos custos de recursos necessários para concluir as atividades do projeto. No entanto, o gerenciamento de custos do projeto também deve considerar o efeito das decisões do projeto sobre o custo da utilização do produto do projeto. Por exemplo, limitar o número de revisões de projeto pode reduzir o custo do projeto à custa de um aumento dos custos operacionais do cliente. Este ponto de vista mais amplo de gestão de custos do projeto é muitas vezes chamado de *life-cycle costing* (custeio de ciclo de vida).

### **O Gerenciamento da Qualidade do Projeto**

O Gerenciamento da Qualidade do Projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto irá satisfazer as necessidades para as quais ele foi empreendido. Inclui todas as atividades da função de gestão global que determinam a política da qualidade, objetivos e responsabilidades e implementação por meios tais como planejamento da qualidade, controle de qualidade, garantia de qualidade e melhoria da qualidade, no enfoque do sistema de qualidade. A seguir, pode se ter uma visão geral dos seguintes processos de gerenciamento de qualidade do projeto:

- Controle de Custos - controle das mudanças no orçamento do projeto.
- Planejamento da Qualidade - identificação dos padrões de qualidade relevantes para o projeto e determinação de como satisfazê-los.
- Garantia de Qualidade - avaliação do desempenho geral do projeto em bases regulares, para se ter a garantia de que o projeto irá satisfazer os padrões de qualidade mais relevantes.
- Controle de Qualidade - monitoramento dos resultados específicos do projeto para determinação de que eles poderão cumprir com os padrões

de qualidade relevantes e identificar maneiras de eliminar as causas de um desempenho insatisfatório.

A abordagem básica para gestão da qualidade é projetada para ser compatível com o da organização ISO (*International Organization for Standardization*), conforme detalhado na série de normas e diretrizes ISO 9000 e 10000. Esta abordagem generalizada também deve ser compatível com abordagens proprietárias de gestão de qualidade e abordagens não proprietárias, tais como Gestão da Qualidade Total (GQT, *Total Quality Management*), Melhoria Contínua, entre outras.

A análise, desenvolvida pelo PMI, tem servido de base para outros pesquisadores desenvolverem estudos voltados a Tecnologia da Informação. A seguir serão apresentadas as mesmas áreas acima já analisadas para projetos de TI.

### 3.3 GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE TI

O tema de Gerenciamento de projetos, quando voltado à área de TI, requer um tratamento especial. Conforme menciona VIEIRA (2003, *apud* RODRIGUES, 2005), uma parte importante do Gerenciamento de projetos é o **Gerenciamento da Integração do Projeto**, o qual relaciona e interliga todas as *interfaces* e os processos das áreas de conhecimento no decorrer do ciclo do projeto. Em TI, esse tipo de gerenciamento é particularmente complexo, pois, como se sabe, a tecnologia está sempre sofrendo constantes mudanças. Isso destaca uma característica importante não somente para projetos de TI, mas para qualquer tipo de projeto: a incerteza. Para se tratar com esse tipo de incerteza, é necessário o gerenciamento de projetos e, por conseguinte, um gerente de projetos, o qual atuará durante todo o ciclo do projeto, ajustando o mesmo e realizando as "correções de trajetória" necessárias, a fim de viabilizar que o projeto seja executado e atinja seus objetivos desejados.

Segundo Vieira (2003 *apud* RODRIGUES, 2005), um dos pontos importantes, para que haja sucesso no trabalho do gerente de projetos, é que a organização possa se comprometer em passar, ao gerente de projetos, todas as informações relacionadas com o projeto, além de delegar os respectivos poderes, responsabilidades e atribuições. Os executivos dessas organizações devem ter conhecimento de todas as características do projeto de TI. Os executivos devem ter uma visão de integração dos processos da organização, relacionados com o projeto, mas é extremamente importante que haja o apoio dos altos executivos.

Nos projetos de TI, é muito importante que haja alguém que seja responsável pela coordenação das pessoas, dos planejamentos e das tarefas necessárias para realizar o projeto. É importante que alguém possa analisar e tomar as decisões finais, no caso de conflitos relacionados aos objetivos do projeto ou entre pessoas que estão envolvidas no projeto. Além disso, é necessário que alguém passe a situação do projeto para a gerência. Essa pessoa é o **gerente de projetos**. Sendo que, a principal ferramenta de que o gerente de projetos pode fazer uso, para realizar essas tarefas de forma mais eficiente, é o **gerenciamento da integração do projeto**.

Dentro do gerenciamento do projeto, está incluso também o **gerenciamento das interfaces**, que pode ser definido como a identificação e o gerenciamento dos pontos de interação entre os diversos elementos do projeto. Quanto maior o número de pessoas envolvidas no projeto, maior o número de *interfaces* que devem ser tratadas pelo gerenciamento de *interfaces*. Uma das principais atividades de um gerente de projetos é manter uma boa comunicação com as *interfaces* da organização. O gerente de projetos tem um grande desafio, que é apresentar os resultados do andamento do projeto, não somente às pessoas engajadas com o projeto, mas também às pessoas que não eram a favor da realização do mesmo. São por essas e outras razões, que muitos consideram um bom Gerenciamento da Integração do Projeto como ponto essencial para o sucesso do projeto.

Um das fases primordiais de um projeto é o levantamento do escopo. Logo, se o escopo não for bem definido, problemas sérios vão ocorrer no projeto. Por isso, é importante que o **gerenciamento de escopo** ser bem realizado. Alguns fatores podem causar distorção na preparação do escopo. Segundo VIEIRA (2003 *apud* RODRIGUES, 2005), problemas de escopo ocorrem, principalmente, por falhas na comunicação. Outros fatores causadores desse problema são a falta de envolvimento do usuário em todas as etapas do projeto e a falta de aderência do escopo e dos requisitos do projeto aos objetivos do negócio da organização.

A definição clara dos objetivos do projeto e dos processos é um dos pontos mais importantes no seu gerenciamento de projetos. O escopo é relacionado com o trabalho envolvido na criação dos produtos do projeto, bem como com o conjunto de processos utilizados para criá-los. Este escopo deve ser baseado nos requisitos (necessidades) do cliente (usuário). Todos os *stakeholders* (pessoas envolvidas no projeto) devem estar de acordo sobre quais serão os produtos do projeto e como serão produzidos, antes de o projeto iniciar. Quando o escopo for compreendido por todos, este deve ser formalizado através de um documento, que será usado como "norte", indicando o objetivo a ser atingido para dar início ao projeto. Se houverem alterações no escopo, solicitadas pelos usuários, antes ou durante a execução do projeto, deve-se passar por uma avaliação dos impactos, além de serem tratados de forma proativa pela gestão do projeto, que deve procurar negociar, com o cliente, quais seriam os aspectos e os impactos de uma provável alteração nas modificações propostas ao escopo.

Um outro ponto que define o sucesso de um projeto são os problemas nas projeções de tempo, que deve ser tratado pelo **gerenciamento de tempo**. Esses problemas, às vezes, são causados por mal-entendidos na definição dos requisitos por parte dos usuários. Novamente, pode-se perceber que todas as partes do projeto estão relacionadas diretamente com o saber identificar claramente as necessidades do cliente e com a definição bem feita do escopo. Se os requisitos não forem bem compreendidos e os escopos forem mal definidos, causarão grande impacto nas estimativas de tempo e afetarão outras partes do



projeto. Um dos maiores desafios, mencionados pelos gerentes de projetos, é conseguir cumprir os prazos de entrega do projeto.

Estudo, feito em 1995 nos Estados Unidos pelo *Stadish Group*, mostrou que a média de prazo ultrapassados em projetos de TI era de 222% acima da estimativa original. Ou seja, 222% de prazos ultrapassados significa que se um projeto foi planejado para levar um ano, ele terminou em dois anos. Já em 2001, foi realizado o mesmo estudo e constatou-se que havia um considerável declínio em relação ao ano de 1995, ou seja, o percentual de atraso caiu para 63%. (VIEIRA *apud* RODRIGUES, 2005, p.2).

Atualmente, a maioria dos projetos ainda é concluída fora do prazo. Porém, esse cenário pode mudar. O principal desejo de um cliente, que contrata um projeto de TI, é receber o resultado do projeto dentro do prazo. Geralmente, isso ocorre quando o *Time Window* (janela de tempo)<sup>109</sup> do produto é muito pequeno, ou, em outras palavras, quando o ciclo de vida de um produto de TI é muito curto, podendo se tornar obsoleto em poucos meses ou anos. Somado a esse fato, o índice de competitividade do mercado é muito alto, obrigando as organizações a estarem sempre se renovando e criando produtos com novas funcionalidades.

Os gerentes de projetos de TI, também, normalmente mencionam que os cronogramas podem ser uma das principais razões de conflitos durante os ciclos de vida dos projetos. Durante a fase de desenvolvimento do projeto, a definição de prioridades normalmente causa conflitos. Durante a fase de implantação, boa parte dos conflitos ocorre, mas é na fase de fechamento que os conflitos aumentam. Uma forma de minimizar os problemas de prazo é definir, junto ao usuário, que seja estabelecido um prazo máximo para validação de uma certa fase do projeto. Ainda que o produto não seja validado pelo usuário, dentro do prazo pré-estabelecido no cronograma, o produto ou a fase deverá ser considerado como finalizado. Essa questão deve ser acertada previamente. Não somente em projetos de TI, mas em qualquer projeto, o tempo é uma variável que

---

<sup>109</sup> *Time Window* (janela de tempo) é um prazo pré acordado entre os *stakeholders* para a conclusão de um projeto, ou serviço, ou produto, etc. Esse prazo faz parte do planejamento de um projeto (TECHTARGET, 2015).

não permite flexibilidade, pois o mesmo "não para", independente do que venha a ocorrer no projeto.

Ainda segundo Vieira (2003 *apud* RODRIGUES, 2005), o custo é considerado um recurso sacrificado ou, em outras palavras, é o que se abre mão para que se possa atingir um objetivo específico. Os custos são geralmente medidos em valores monetários, que são usados para adquirir mercados, bens e serviços. Logo, como os projetos custam dinheiro e redirecionam recursos, que de outra forma seriam utilizados em outras áreas, é extremamente importante que os gerentes possam compreender acerca de **gerenciamento de custos**. No caso de gerenciamento de custos para projetos de TI, é ainda mais crítico, principalmente se for baseado em dados estimados de custos, não totalmente conclusivos, em que tanto os requisitos quanto o escopo não estão totalmente claros. Os custos e o escopo estão intimamente relacionados e ambos dependem de uma compreensão clara dos requisitos dos usuários, para serem estimados com menor margem de erro. Quando os escopos não são bem definidos e os requisitos são mal interpretados, implicam em graves problemas de estimativas do custo na fase de planejamento do projeto.

Quando os custos envolvem o uso de novas tecnologias, representam uma variação de custos de projetos de TI. Quando uma tecnologia ainda não foi testada completamente, implica num aumento ainda maior dos riscos. Uma atitude ideal seria não passar para o cliente nenhuma informação acerca dos custos do projeto antes de se validar completamente o entendimento dos requisitos. Para isso, a organização deve envolver completamente o gerente de projetos, os usuários e demais *stakeholders*. Se forem utilizadas as melhores práticas e os processos de gerenciamento de custos previstos pelo PMBOK, serão minimizados os erros nas estimativas e variações de custos do projeto.

Vieira (2003 *apud* RODRIGUES, 2005) lembra que existe uma relação entre o bom entendimento dos requisitos de um projeto e a qualidade do mesmo. Se o projeto não for bem compreendido, existem chances de comprometer a qualidade final. O PMBOK oferece uma visão onde, no **gerenciamento de**

**qualidade**, estão inclusos "os processos necessários para garantir que o projeto satisfaça as necessidades para as quais ele foi empreendido." (PMBOK, 1996, p. 89).

Um dos fatores que são considerados, como sendo de maior qualidade em projetos de TI, é a entrega do projeto dentro do prazo. É importante termos em mente que os produtos que são gerados por tecnologia têm uma janela temporal pequena, devido às constantes renovações tecnológicas e à forte concorrência do mercado. Um outro fator importante, que reflete na qualidade, é que o projeto seja entregue em conformidade ao orçamento que foi estimado inicialmente. Como se pode ver, tempo e custo, serão bem gerenciados se o escopo tiver sido bem definido.

Conforme observa Vieira (2005 *apud* RODRIGUES, 2005, p.4), "a qualidade está muito ligada ao sucesso", porém alguns clientes definem que sucesso, para eles, é entregar o projeto dentro do prazo, mesmo que depois tenham que investir mais algum recurso na melhoria do mesmo. Já outros clientes entendem que o sucesso está associado ao fato do projeto ter sido entregue dentro do escopo previsto, mesmo que o prazo não tenha sido cumprido rigorosamente.

Sabe-se que a tecnologia, hoje em dia, está associada a todas as esferas da sociedade, por isso se exige cada vez mais que o produto final busque um alto nível de excelência:

Muitos aspectos das nossas vidas cotidianas dependem de produtos de alta qualidade e de produtos de TI. Alimentos são industrializados e distribuídos com a ajuda de computadores; alguns carros possuem chip para análise de performance; nossos filhos utilizam computadores para ajudá-los na escola, pesquisar e fazer os seus trabalhos; nossas organizações dependem dos computadores; e milhões de pessoas contam com o computador para o entretenimento e para se comunicarem com outras pessoas através da Internet. Muitos projetos de TI desenvolvem sistemas de missão-crítica que são utilizados em situação de vida ou morte, tais como sistemas de navegação a bordo dos aviões e componentes de computadores embutidos em equipamentos médicos. Quando um desses sistemas não funciona corretamente, ocorre muito mais do que um leve inconveniente. (VIEIRA, 2003 *apud* RODRIGUES, 2005, p.4).

Logo, para se otimizar o nível de qualidade dos projetos de TI, deve-se buscar compreender melhor sobre os conceitos de gerenciamento da qualidade de projetos e o desenvolvimento das modernas técnicas de gerenciamento da qualidade.

O conceito de gerenciamento de projetos de acordo com o PMBOK, conforme apresentado aqui, merece destaque e atenção especial quando utilizado para projetos de tecnologia no Brasil, seja em TI, em Telecomunicações ou em qualquer área tecnológica. Devido às dificuldades como baixa qualificação de mão de obra, escassez de recursos financeiros, baixa qualidade de educação tecnológica, falta de melhor regulamentação por parte das agências do governo, entre outras. Na sessão a seguir, esses e outros temas relacionados serão tratados de forma mais detalhada.

### 3.4 DESAFIOS E DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS PROJETOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL

Entre todos os problemas relacionados com a implantação desses projetos, a problemática da mão de obra é, sem sombra de dúvida, a que mais merece destaque.

Tem-se notado cada vez mais a necessidade de mão de obra especializada no setor. Com o avanço da tecnologia, a passos muito largos, ultrapassando inclusive a Lei de Moore<sup>110</sup>, não houve tempo suficiente para que as empresas do ramo, especialmente os ISP (*Internet Service Providers*), pudessem adequar e capacitar seu quadro de engenheiros, analistas e técnicos. Uma das saídas escolhidas foi a terceirização de mão de obra especializada, a

---

<sup>110</sup> A "Lei de Moore" é um termo de computação que se originou por volta de 1970; a versão simplificada desta lei estabelece que a velocidade dos processadores, ou poder de processamento global para computadores duplicará a cada dois anos. Uma verificação rápida entre os técnicos em diferentes empresas de informática mostra que o termo não é muito popular, mas a regra é ainda aceita. Para tentar superar a lei ainda mais, ela declara expressamente que o número de transistores em um processador acessível dobraria a cada dois anos, porém a expressão "mais transistores" é mais precisa (MOORESLOW, 2015).

maioria proveniente do exterior. Essa solução mostrou-se muito interessante, visto que desvincula as ISPs de obrigações trabalhistas e agiliza a prospecção desses profissionais, os quais são raros, comparado com outros ramos da indústria das telecomunicações.

Mas, se o Brasil tem a pretensão de ser reconhecido como desenvolvido no âmbito do domínio tecnológico, tem-se um longo caminho a ser percorrido. As universidades brasileiras, especialmente as federais, têm dedicado pouco esforço na formação de especialistas, mestres e doutores para atingir um domínio pleno no desenvolvimento de trabalhos, especialmente voltados a área de telecomunicações <sup>111</sup>. Dessa forma, se continuarmos a seguir essa tendência, estaremos condenados a sermos sempre um importador de tecnologia e, talvez, no máximo um mero instalador dos dispositivos que compõem essas soluções.

Se o esforço, atualmente desprezado por essas universidades, no campo de desenvolvimento de sistemas de *softwares*, fosse igualmente aplicado na área de desenvolvimento de sistemas de *hardware*, especificamente voltado para desenvolvimento de dispositivos de telecomunicações, em talvez um pouco menos de uma década, o país tornaria-se independente, ainda que parcialmente, de dispositivos de TIC <sup>112</sup> desenvolvidos por empresas internacionais.

A seguir, será tratada esta questão com maiores detalhes. Numa análise inicial, pode-se afirmar que as principais causas dessa questão estão relacionadas com:

- Falta de qualificação técnica no país;

---

<sup>111</sup> "A proporção de pesquisadores na população mostra que o Brasil está longe da média mundial, que é de mais de 1.000 pesquisadores para cada milhão de habitantes. Em 2007, o país contava com pouco mais de 500 pesquisadores por milhão de habitantes, segundo o *Relatório Unesco sobre Ciência 2010*" (SENADO, 2015). Vide também item "Falta de qualificação técnica no país", a seguir.

<sup>112</sup> As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) correspondem a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos dos seres. Ainda, podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam, por meio das funções de *hardware*, *software* e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e de ensino e aprendizagem (TOTLAB, 2015).

- Necessidade de contratação de mão de obra estrangeira;
- Dificuldade na constante capacitação tecnológica desse pessoal;
- Alta rotatividade de mão de obra.

### **Falta de qualificação técnica no país**

Uma das questões que tem incomodado os organismos e as autoridades responsáveis pela educação no Brasil é a deficiência que se tem em poder prover mão de obra qualificada tecnicamente para atender ao mercado de trabalho. Essa preocupação remonta à década de 70, quando o Brasil aumentou em muito a demanda por um tipo de profissional mais qualificado tecnicamente. Conforme se pode ver a seguir:

A proposta de educação profissional existe desde 11 de agosto de 1971, pela criação da lei nº 5.692/71, que instituía o ensino médio técnico com os objetivos de solucionar a defasagem entre educação e trabalho, aumentar a oferta de profissionais técnicos e conter o ingresso em cursos superiores, já que a formação profissional desobrigaria os jovens a se candidatarem aos cursos superiores. Atualmente (2006), o Ministério da Educação e o Ministério do Trabalho e Emprego estão retomando o discurso de que o fortalecimento da escola técnica é uma das soluções para o problema da falta de qualificação para a força de trabalho dos jovens brasileiros, bem como para uma rápida inserção desses jovens no mercado de trabalho, como pode ser observado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999). Isso é possível de ser percebido mediante incentivos, como a criação do Programa de Expansão da Educação Profissional (Proep), criado em 1997 e em vigor até os dias atuais. (MACIEL, 2006, p.105).

Pode-se notar que essa preocupação não é nova. E como uma excelente alternativa, nas décadas de 60 e 70, o governo investiu nos programas de “escolas técnicas” do país. O que acelerou em muito a oferta de novos profissionais capacitados para atender ao mercado da época. Esse programa infelizmente foi parcialmente descontinuado, porém novas iniciativas, como o PRONATEC (Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego) estão tentando dar continuidade a essa idéia. O PRONATEC foi criado pelo Governo Federal, em 2011, por meio da Lei 11.513/2011, com o objetivo de expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de educação profissional e tecnológica no país (MEC, 2015). No entanto, como se trata de uma iniciativa

relativamente nova, ainda não foi possível avaliar sua eficácia no aumento do nível de qualidade técnica dos novos profissionais formados nestas instituições.

Os novos cursos de graduação tecnológica, também são uma boa iniciativa atual. Essas são formas de estimular o ingresso dos jovens no mercado de trabalho e posteriormente nas universidades, servindo de ponte para aqueles que não estavam ainda decididos por ingressar numa universidade, conforme se vê nos comentários abaixo, extraídos de Maciel (2006):

Um curso técnico pode ser feito tanto por jovens que querem começar a trabalhar logo, quanto por aqueles que já estão no mercado de trabalho e desejam crescer na carreira” – Maria Eliane Franco Monteiro Azevedo (gerente da unidade de educação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Senai) [...] O curso técnico pode ainda ser uma ponte entre o ensino médio e o superior. A formação técnica dá oportunidade ao jovem de amadurecer a idéia sobre a carreira universitária a seguir. (MACIEL, 2006, p.100).

Logo, pode-se deduzir que o problema mencionado não é de fácil solução, pois é um desafio das últimas quatro décadas, muito embora existam interessantes projetos buscando a melhor solução, se pode inferir que será ainda um problema a ser enfrentado pelos próximos governos.

### **Necessidade de contratação de mão de obra terceirizada e estrangeira**

Um outro fator que tem influenciado a produção de serviços na área de telecomunicações, especificamente na área de redes CMN, incluindo especialmente as operadoras, é a necessidade de contratação de mão de obra terceirizada especializada. Essa questão está diretamente ligada à rentabilidade de tais empresas, já que o custo da mão de obra representa, na maioria dos casos, fator importante no conjunto dos custos fixos das mencionadas empresas.

A terceirização de mão de obra em projetos de telecomunicação é uma realidade atual, conforme se pode ver no artigo de Rodrigues e Pereira (2003):

Segundo Castells (1999), as transformações organizacionais redefiniram o processo de trabalho e as práticas de contratação, introduzindo o modelo “produção restrita”, arrolando mão-de-obra mediante a automatização de postos de trabalho e a eliminação de tarefas. Muitas empresas têm terceirizado atividades que contribuem significativamente para a construção da sua riqueza e que têm impacto significativo na qualidade do produto final entregue ao cliente. Os principais objetivos que norteiam essas decisões, conforme Alvarez (1996), têm sido transformar custo fixo em custo variável, reduzir a estrutura de custos, aumentar competitividade, focalizar mais suas atividades nas competências essenciais, simplificar e reduzir a estrutura da empresa e concentrar verba para novos investimentos apenas nas competências essenciais. Em alguns casos, parte do conhecimento das empresas está sendo dividido com empresas fornecedoras e parceiras, com as quais se terceirizam atividades antes consideradas parte das competências essenciais da empresa – como, por exemplo, parte das áreas de projeto, parte das áreas de serviços técnicos, parte das áreas que fazem contato com o cliente. (RODRIGUES; PEREIRA, 2003, p.1).

A questão do custo dessa mão de obra é um ponto de debate, onde alguns gestores colocam em pauta a relação custo x benefício dessa contratação, no entanto, se o compromisso com a qualidade é bem maior que a preocupação com o custo, ainda mais no ramo das telecomunicações, onde a competitividade é altíssima. A opção escolhida pelas empresas do ramo geralmente é pelo fator qualidade (e, conseqüentemente, os benefícios decorrentes). Conforme se pode notar, os custos e a qualificação são os dois principais elementos que forçam as empresas a contratar mão de obra estrangeira:

Outra maneira de rentabilizar as operações é a utilização de mão de obra de países, onde o custo da mesma é inferior ao registrado no Brasil. Porém, essa alternativa não ocorre nas atividades de *back-office*<sup>113</sup> (mais eficiente no Brasil), e sim com as atividades que envolvem contato direto com o cliente. Essa alternativa é possível, pois as competências exigidas (conhecimentos de aplicações tecnológicas) possuem um padrão global. [...] A queda de custos transacionais provavelmente tem efeito sobre esse fato investigado. Mesmo com o caráter universal de padrões tecnológicos, há custos de administração de funcionários, além das fronteiras originais de uma organização. Mesmo a empresa tendo a

---

<sup>113</sup> *Back-office*: É um termo em inglês que significa qualquer departamento ou escritório, como um escritório particular ou um serviço de manutenção de registros, que normalmente não são vistos por pessoas de fora da organização; O termo pode também significar administração e pessoal de apoio em uma empresa de serviços financeiros. Eles realizam funções como assentamentos, folgas, manutenção de registros, a conformidade regulatória e contabilidade. Quando o processamento de pedidos é lento devido ao grande volume, é comumente referido como "crise de *back-office*" (INVESTOPEDIA,2015).



necessidade de investir no deslocamento internacional de funcionários, a alternativa de utilizar pessoas de outros países torna-se rentável pela diferença de salários exigidos em cada nação. Embora a utilização de terceiros seja evidente, a estrutura piramidal de funcionários (base da pirâmide composta por funcionários em treinamento) garante uma rentabilidade satisfatória para a empresa. (RIBEIRO, *et al.*, 2008, p.10 e 14)

Pode-se observar que a escolha por mão de obra estrangeira, às vezes, não é motivada apenas pela qualificação, mas também pelo custo, pois, embora a empresa tenha que arcar com os custos de transporte e estadia desse pessoal para o Brasil, o preço ainda é viável pela alta produtividade que esses profissionais proporcionam à empresa em comparação com a mão de obra local, especialmente no caso de profissionais oriundos dos tigres asiáticos.

### **Dificuldades na constante capacitação tecnológica dos profissionais.**

É sabido que a capacitação tecnológica é um dos pontos que gera mais preocupação na gestão de pessoal. Pois, sem a devida capacitação, a equipe não produzirá o volume necessário, nem com a qualidade desejada. Porém, treinar pessoas não é simples; tanto pelo custo envolvido, quanto pela dificuldade de se conseguir efetivar o processo de capacitação de toda equipe com pleno êxito.

Segundo Cecconi (2013, p.1), "com o apagão da mão de obra qualificada, as empresas precisam investir maiores esforços na formação e capacitação de profissionais para suprir a necessidade de crescimento". Vejamos, a seguir, alguns pontos importantes que corroboram com esse fato:

Atualmente as empresas investem milhões em sistemas de operação para controlar as informações internas e externas da empresa. Para manusear estes sistemas, os profissionais necessitam de treinamentos de capacitação, que podem ser adquiridos através de treinamentos específicos na área de atuação desejada ou por setor, fornecida pela própria empresa ou empresas terceirizadas que são parceiras. Segundo matéria publicada no site o gerente.com sobre o "CHA", o "C" significa conhecimento sobre um determinado assunto. Diz respeito à pessoa dominar um determinado Know-how a respeito de algo que tenha valor para empresa e para ela mesma. É o saber. O "H" significa habilidade para produzir resultados com o conhecimento que se possui. Diz respeito

à pessoa conseguir fazer algum uso real do conhecimento que têm, produzindo algo efetivamente. É o saber fazer. O “A” significa atitude assertiva e pró ativa iniciativa. Diz respeito ao indivíduo não esperar as coisas acontecerem ou alguém ter que dar ordens, e fazer o que percebe que deve ser feito por conta própria. É o querer fazer. [...] A maior dificuldade das organizações, no entanto, tem sido em relação à “atitude”. Isso porque não se pode ensinar alguém a ter atitude através da transmissão de informações simplesmente. É preciso criar todo um contexto motivacional que envolva as pessoas e faça com que realmente se empenhem nas tarefas que tem a realizar. O que se constitui num dos principais desafios da gestão de pessoas na atualidade. (CECCONI, 2013, p.3).

Conforme se pode ver, não basta para as empresas oferecer capacitação técnica de alto nível, com grandes investimentos na montagem de laboratórios de alto nível e contratação de especialistas em treinamento tecnológico, é necessário também se criar um clima de cultura motivacional, de forma a resgatar, nas pessoas, o “prazer em aprender”. Isso pode ser feito, por exemplo, com campanhas internas de premiações para os que mais se dedicaram e obtiveram melhores resultados, tanto em treinamentos teóricos, quanto em práticas tipo “*hands-on*”<sup>114</sup>. Dessa forma, poder-se-ia motivar os profissionais a terem “atitudes” de uma busca cada vez maior pelo aprendizado tecnológico.

### **Alta rotatividade de mão de obra**

As áreas profissionais, nas quais tem ocorrido maior demanda de pessoal, são as relacionadas com tecnologias, especialmente TI e Telecomunicações. Todas as empresas que atuam nestas áreas necessitam de mão de obra com muita frequência. Conforme se vê a seguir, é cada vez maior a demanda por esse tipo de profissional:

Depois de oito anos em queda, salários devem voltar a subir pela grande procura e pouca oferta de profissionais. Operadoras de telefonia e fabricantes de equipamentos de telecomunicação começam a enfrentar, além da escassez de engenheiros, falta de mão de obra técnica. [...] São instaladores de cabos, operadores de redes e projetistas de infraestrutura que não são formados em volume suficiente [...] O problema é considerado grave especialmente diante do aumento nos projetos de telefonia de quarta geração (4G) e de expansão das redes de banda larga previstos para o próximo ano. (FUSCO, 2012, p.1).

---

<sup>114</sup> *Hands-on*: O que envolve experiência prática de equipamentos, etc. (adjetivo). (REVERSO, 2015).

Esse tipo de situação, ao mesmo tempo que aumenta a valorização dos profissionais, gera, nas empresas do ramo, uma problemática complexa a ser solucionada. Como manter os profissionais com uma concorrência acirrada por mão de obra qualificada? Essa questão vem sendo observada com muito cuidado por grandes empresas de telecomunicações. De acordo com Martins (2012, p.1), "a falta de técnicos é superior à de engenheiros de telecomunicações, estimada em 10 mil profissionais". O déficit, para o ano de 2012, foi de 15.500 profissionais, considerando operadoras fixas e móveis, infraestrutura de Internet e fabricantes de equipamentos.

Ainda segundo Martins (2012), o vice-presidente da Ericsson Brasil <sup>115</sup> disse que, além da dificuldade de se contratar profissionais qualificados, há o problema da alta rotatividade daqueles que já estão na empresa. A Operadora GVT <sup>116</sup> também passa pelos mesmos problemas como a falta de mão de obra no nordeste, onde não existe um número de pessoal qualificado e, no Sul, onde já estão empregados. O vice-presidente da GVT disse que a indústria de telecomunicações está competindo com a construção civil, que, segundo ele, está aquecido com melhores salários e precisa de técnicos de cabeamentos para seus projetos. A empresa precisará de pelo menos mais 1.600 técnicos para este ano, que deverão se juntar aos 4.000 funcionários atualmente.

---

<sup>115</sup> A Ericsson (oficialmente, *Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson*) é uma empresa de tecnologia, de controle sueco, fabricante de equipamentos de telefonia fixa e móvel. Líder mundial no setor de Telecomunicações, foi fundada em 1876 como uma loja de reparos em telégrafos por *Lars Magnus Ericsson*. Atuando no Brasil desde 1892, tem unidades em São José dos Campos (Fábrica e Centro de Treinamento), São Paulo (Escritório Central) e Indaiatuba (Centro de P&D), além de escritórios em Porto Alegre, Curitiba, Belo Horizonte, Belém, Salvador e Rio de Janeiro. Em Outubro de 2001 foi criada a Sony Ericsson, uma *joint venture* entre a *Sony Corporation* com a *Telefonaktiebolaget L.M. Ericsson*, cada uma com 50% de participação para a produção de telefones celulares (SENSAGENT, 2015).

<sup>116</sup> *Global Village Telecom* (GVT) é uma operadora brasileira de telecomunicações presente no mercado desde o fim do ano 2000 e voltada preferencialmente para moradores residenciais e empresariais de alto consumo. Atualmente, está presente em 15 estados e no Distrito Federal, bem como nas maiores metrópoles brasileiras: São Paulo e Rio de Janeiro (em ambas, com atendimento exclusivo ao mercado corporativo). Ingressou em Belo Horizonte em 2007 e hoje atua também em Contagem e Betim (Minas Gerais), Salvador (Bahia) em 2008 e Vitória, Vila Velha e Serra (Espírito Santo) em 2009. Desde novembro de 2009 está operando em Recife e Jaboatão dos Guararapes. Totaliza 87 cidades atendidas. Fazem parte do grupo GVT o provedor de internet POP e o braço exclusivo para comercializar produtos de Voz sobre IP, VONO (SENSAGENT, 2015).

É mister que os departamentos de Recursos Humanos das empresas busquem alternativas visando fidelizar mais seus profissionais, seja através de planos de cargos e salários mais atualizados e atrativos, seja através da oferta de melhores benefícios, tais como assistência de saúde, incentivo à educação tecnológica, assistência social às famílias dos funcionários, entre outros. No entanto, é uma questão que pode ser compreendida como uma variante da concorrência acirrada gerada pelo modelo do capitalismo atual.

Assim como os produtos que as empresas de telecomunicações produzem, os técnicos especializados dessas empresas, muitas vezes, acabam sendo tratados como produtos, ou seja, quanto mais são buscados no mercado, mais são valorizados. Porém, uma vez tendo sido contratados para atuar em determinado projeto, esses profissionais, em alguns casos, são exigidos ao máximo, de forma a produzirem muito além de suas próprias capacidades físicas e intelectuais. Isto, por sua vez, gera uma concorrência desleal entre os profissionais, de forma a que cada um busque provar que tem mais competência que o outro, gerando um clima muitas vezes de desconfiança mútua e um ambiente onde o coleguismo e a colaboração são substituídos por pura competição profissional. As empresas, quando se tornam desatentas a essa questão, não notam que esse ambiente desfavorável pode até permitir que haja alta produtividade por um certo tempo, mas, no final, se a questão não for resolvida, pode ser o estopim para que esses profissionais se voltem contra a organização e busquem outras alternativas de trabalho.

### 3.5 DIFICULDADES RELACIONADAS À GESTÃO DE PROJETO DE TI

Um dos grandes desafios, relacionados com a gestão de projetos, é o dos projetos relacionados com telecomunicações, visto que essa classe de projetos envolve diversas áreas, como:

- Avaliação dos recursos disponíveis (técnicos, humanos e financeiros);

- Levantamento de requisitos para implantação do novo projeto;
- Desafios no uso de novas tecnologias, muitas das quais ainda em fase de “estado da arte”;
- Dificuldade na prospecção de pessoal especializado;
- Grande complexidade dos projetos, os quais são geralmente compostos de grandes redes WAN, com alto número de dispositivos, com tipos e funcionalidades diversas;
- Necessidade de gestores com grande habilidade na coordenação de equipes multidisciplinares, com especialistas em diversas áreas;
- Alto índice no fator “risco” do negócio;
- Dificuldades no uso da Gestão de Competências para a área de Telecomunicações.

De todas as dificuldades apresentadas anteriormente, talvez a que mais tem incomodado os gestores da área é a dificuldade no uso da Gestão de Competências. Conforme Bitencourt e Barbosa (2004), essa situação em parte se deve ao fato de que:

[...] as empresas encontram dificuldades em articular modelos de competências ao escopo remuneratório, limitando-se a adotarem a remuneração vinculada ao desempenho, reforçando a dificuldade de articulação entre Gestão de Competências e os subsistemas de Recursos Humanos. (BITENCOURT, 2004, p.6).

Conforme observa Dutra (2004 *apud* OLIVEIRA, 2009), é notória a grande dificuldade que muitas empresas tem em saber fazer um alinhamento entre gestão de competências, treinamento e desenvolvimento, e, de acordo com ele, uma expectativa desconectada da realidade pode trazer frustração aos participantes e assim dificultar a implementação da Gestão de Competências.

[...] o aspecto das expectativas das pessoas em relação ao modelo como um fator que pode dificultar a implementação da Gestão de Competências, se elas não estiverem em consonância com as expectativas da empresa. Outras dificuldades da implementação do modelo de competências são expostas por Pereira (2005) e estão ligadas a fatores como: a multiplicidade de conceitos de competência, sem uma tendência clara para que um se torne mais relevante do que os outros; a especificidade das filosofias e formas de implementação dos modelos de Gestão de Competências, e a consequente carência de uma terminologia comum que sirva de base para a implementação da Gestão de Competências em pequenas e médias empresas; e a não vinculação da Gestão de Competências às estratégias organizacionais. (DUTRA *apud* OLIVEIRA, 2009, p.6).

A Gestão de Competências é um dos principais desafios na gestão de empresas de Telecomunicações. A globalização e a inovação tecnológica para o desenvolvimento, o aumento da concorrência no mercado, a desregulamentação e outras mudanças sociais, políticas, econômicas e culturais vem ocorrendo nas últimas décadas, no Brasil e no mundo, trazendo impactos à rotina organizacional na condução da adaptação das organizações a novos desafios. Essas mudanças têm exigido das empresas repensar e atualizar seus modelos de gestão organizacional, visando manter sua vantagem competitiva. Assim, a gestão organizacional, que foi limitada às tradicionais funções de planejamento, organização, gestão e controle das atividades da organização no dia a dia, exigiu inovações tecnológicas em produtos e processos para atender às exigências de mercado muito complexas.

No campo da Gestão de Recursos Humanos, a Gestão de Competências surge para tentar garantir o desenvolvimento de competências nas organizações, a abordagem dos objetivos organizacionais e pessoais, para agregar valor e criar uma vantagem competitiva para as organizações (DUTRA, 2004).

De acordo com estudos realizados por Oliveira *et al.* (2009), são diversas as dificuldades que foram relatadas por gestores de RH no que se refere à **Gestão de Competências** nas empresas de telecomunicações. Entre as principais dificuldades encontradas, pode-se mencionar, por exemplo, os aspectos ligados à cultura organizacional. Um outro ponto é a questão da dificuldade na operacionalização do modelo. É consenso entre os gestores de RH também a dificuldade em se manter adequadas articulações com as políticas e

práticas de avaliação, com políticas e práticas de carreira, além da articulação à estratégia e resultados da empresa. Uma outra questão, que se percebe certa dificuldade, é conseguir um adequado envolvimento de todos os níveis da organização. Para isso, é necessário se buscar uma melhor compreensão do conceito e do funcionamento do modelo por todos.

As organizações de telecomunicações indicaram questões como o desenvolvimento de uma cultura do *feedback*, necessidade de recorrer à empresa principal do grupo para melhor assimilação, adequação às diferenças culturais e geográficas, mudança de cultura e quebra de paradigma, entre outras. Essas dificuldades foram identificadas nos relatos do gerente de Recursos Humanos de uma empresa de Telecomunicações da seguinte forma: “A dificuldade foi realmente o entendimento, a questão da mudança, por que mudar” (OLIVEIRA, et al., 2009, p.9).

Toda implantação de projetos de telecomunicações requer uma série de recursos igualmente importantes. Daí, conclui-se pela importância em se analisar as **dificuldades relacionadas à gestão de recursos**.

Os **recursos financeiros** são, sem sombra de dúvida, um fator essencial para a realização e a aquisição dos demais recursos. Porém, muitas vezes, tais recursos não são devidamente considerados na sua importância pelos gestores operacionais. Conforme comenta Silva (2008):

[..] assuntos relacionados à estratégia econômica e viabilidade financeira são, em muitas situações, negligenciados. Muitos profissionais envolvidos em projetos assumem uma postura com viés estritamente operacional. Melhor dizendo, se verifica grande preocupação dos envolvidos (gerentes, líderes de projetos, tecnólogos, etc.) com o domínio de processos (iniciação, planejamento, execução, controle e finalização administrativa) e ferramentas destinadas ao gerenciamento de projetos em detrimento de um melhor entendimento de conceitos e técnicas necessárias à análise do mercado, modelagem e avaliação do retorno e riscos econômicos e financeiros dos empreendimentos. (SILVA, 2008, p.2).

Um dos fatores mais importantes na implantação de um novo projeto de telecomunicações são os dispositivos, ou **recursos tecnológicos**. É fundamental,

para o sucesso de um projeto, que sejam feitas escolhas corretas no que se refere aos dispositivos tecnológicos que deverão ser usados no projeto. Hoje em dia, o aparecimento de novas e diversas tecnologias ocorre a uma velocidade muito grande. E, por isso, é importante que os engenheiros e técnicos, encarregados do novo projeto, estejam atualizados com a tecnologia que será utilizada para o projeto. Normalmente, tal tecnologia é ditada pelos principais *vendors* (fabricantes), que são também especializados em P&D (Pesquisa & Desenvolvimento), na área de tecnologia da informação e telecomunicação (TIC).

Em relação às **dificuldades relacionadas às resistências à implantação de novas tecnologias**, é sabido que a implantação de novidades em qualquer área da sociedade, sempre é vista inicialmente como um “risco” para todos que pretendem manter seu *status quo*<sup>117</sup>. A simples decisão de uma organização de promover algum tipo de mudança “por alterar o *status quo* e por defrontar os valores até então praticados com os novos [...] expõe as fragilidades da organização, mexe com vaidades, interesses, e aflora emoções.” (CHERUBINI, 2004, p.47)

De acordo com o Schein, professor de Psicologia Social no *Massachusetts Institute of Technology*, a depender da organização e do clima psicológico de flexibilidade da organização e dos trabalhadores, estes últimos podem até prejudicar a implementação das mudanças:

Planificadores de organização ou administradores admitem muitas vezes ingenuamente que o simples anúncio da necessidade de modificação e a ordem para que a modificação seja feita irão produzir os resultados desejados. **Na prática, porém, a resistência às modificações é um dos fenômenos mais comuns na organização.** Quer seja um aumento de produção, uma adaptação a novas técnicas ou a um novo método de trabalho, verifica-se sempre que os chefes e trabalhadores, que são diretamente afetados, resistirão à modificação ou sabotá-la-ão, se esta lhe for imposta. (SCHEIN, 1968, p.237).

---

<sup>117</sup> *Status Quo* significa estado atual e é um termo em latim. O *status quo* está relacionado ao estado de fatos, situações e coisas, independente do momento. O termo *status quo* é geralmente acompanhado de outras palavras como manter, defender, mudar e etc. (SIGNIFICADOS, 2015)



Muitas vezes, os processos de seleção de engenharia social defendem certas hipóteses sobre os indivíduos, com as quais se passa a informação aos novos empregados através de práticas de recrutamento, seleção e escolha de atividades. Essas hipóteses, às vezes, negam as necessidades sociais e emocionais que o empregado possui. Muitas vezes, ele tem de buscar atender a essas necessidades nas organizações informais ou até fora da organização. E, conseqüentemente, o indivíduo se torna indiferente para com a organização.

Algumas formas são sugeridas para lidar com a questão da resistência à implantação ou uso de novidades, incluindo novas tecnologias. De acordo com Schein (1968), uma forma de se resolver esta problemática, é investir mais em treinamento. Com o treinamento, é possível que os trabalhadores possam ter mais compreensão dos novos processos ou tecnologia e assim fazê-lo compreender a importância das novas atividades em que eles estariam envolvidos.

O treino (treinamento) tem-se tornado cada vez mais importante, à medida que os trabalhos se tornam mais complexos e especializados e à medida que as organizações se têm tornado mais altamente diferenciadas. Assim, para se obter um membro eficiente numa organização requer-se não só a aprendizagem dos métodos de trabalho, mas também a compreensão da missão da organização a sua forma de realizar as coisas, o seu clima ou cultura e as várias possibilidades de se fazer carreira dentro dela. O treino na sua acepção mais geral pode ajudar a (1) orientar e doutrinar o novo empregado; (2) ensiná-lo no conhecimento das qualidades e atitudes específicas que necessita para a execução do trabalho; e (3) dar-lhe oportunidades de educação e de desenvolvimento próprio que lhe tornem possível subir dentro da organização. (SCHEIN, 1968, p.87).

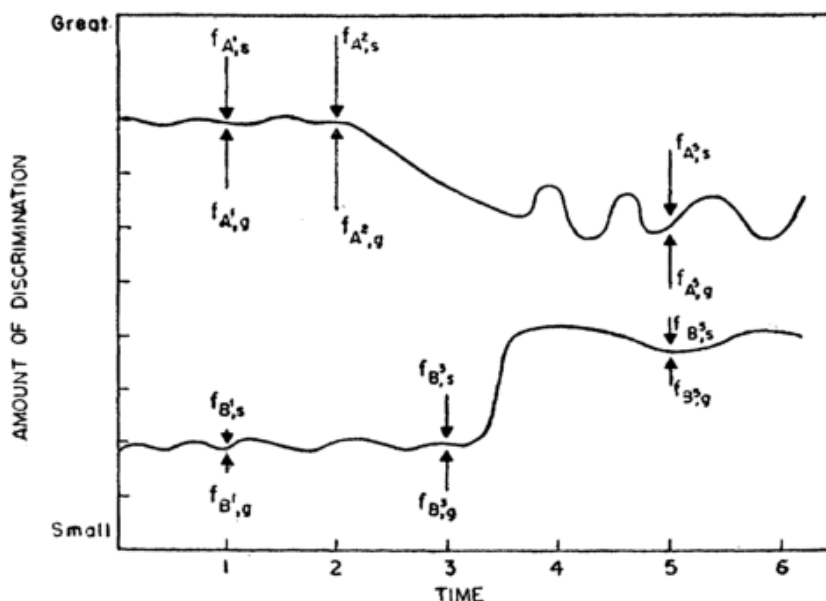
É sabido que um processo de educação e capacitação (técnica ou não) sempre trará bons resultados a médio prazo. Porém, muitas vezes, na ânsia de se avançar nos novos processos e tecnologias, as organizações optam pela contratação de mão de obra especializada, ainda que temporária, terceirizada ou não, que possa trazer resultados mais rápidos. Essa interinidade de profissionais nas empresas traz conseqüências malélicas a longo prazo, como falta de comprometimento das pessoas e falta de entendimento de “missão” do grupo, além de gerar desmotivação por parte do quadro de funcionários mais permanentes. Logo, ainda que possa ser um processo lento e paulatino, os

profissionais que são capacitados em novas tecnologias trarão resultados mais duradouros para as organizações, incluindo uma tendência à “fidelização” do quadro técnico.

De acordo com Schein (1968), para que os participantes do processo de mudança tecnológica possam colaborar com a organização, é necessário que, antes disso, os dirigentes da organização demonstrem uma postura flexível, compatível com a flexibilidade exigida pelas constantes mudanças tecnológicas e sociais do mundo moderno, muitas das quais são imprevisíveis. O maior desafio, portanto, quando os indivíduos não se mostram inflexíveis, é achar uma forma de desenvolver, no pessoal, um tipo de flexibilidade e adaptabilidade que possam ser necessárias à organização, para poder sobreviver num meio constantemente metamorfoseado, como é o caso do meio tecnológico.

Uma análise mais teórica sobre as resistências que ocorrem por parte de indivíduos ou grupos as mudanças em certa organização, foi feita de forma metódica por Lewin (1947). De acordo com Lewin (1947), as organizações podem ser consideradas sistemas em equilíbrio quase-estacionário. Isto é, a organização está sujeita a um conjunto de “forças” opostas, mas de mesma intensidade, que mantêm o sistema em equilíbrio ao longo do tempo. Essas “forças” apresentariam flutuações em torno de certo nível e não estariam em equilíbrio constante. Quando uma das forças superasse a outra em intensidade, as mudanças ocorreriam, deslocando o equilíbrio para um novo nível. Assim, a resistência à mudança seria o resultado da tendência de um indivíduo ou de um grupo a se opor às forças sociais que procurariam conduzir o sistema para um novo nível de equilíbrio (LEWIN, 1947). Na Figura 24, a seguir, pode-se ver graficamente essas forças, de acordo com a representação de Lewin.

Figura 24 – Nível de equilíbrio e amplitude de forças opostas.



Fonte: Lewin (1947).

Conforme se pode observar na figura anterior, as diferenças vão sendo minimizadas quando as forças de um grupo aumentam e as de outro grupo tendem a diminuir. Desta forma, o sistema tende a chegar em equilíbrio. Isto significa que, algum tempo depois, mesmo havendo fortes resistências de um grupo, o outro tende a se submeter ao primeiro, não apenas por submissão explícita, mas por ter se convencido que as posições do primeiro grupo fazem sentido.

### 3.6 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DE NEGÓCIOS DAS REDES IMS / NGN

Um importante desafio, que a indústria de telecomunicações deve enfrentar nesta área, é identificar as tecnologias que devem ser relacionadas e usadas para que os provedores de serviço possam continuar competindo por muito tempo, num ambiente que, por muitos anos, tem sido marcado pela rivalidade crescente e pela desregulamentação. A NGN e as arquiteturas legadas, a ela associadas, enfrentam este desafio aproveitando ao máximo os novos serviços de sofisticadas tecnologias, tanto para oferecer novos serviços, que aumentam as vendas dos provedores de serviço, quanto para reduzir os custos de operação desses provedores (RYVINSKA; STRAUSS, 2009).

## Motivações e dificuldades das redes IMS / NGN

Um dos projetos que mais exige dedicação e esforço é um projeto de implantação de nova geração de telefonia móvel para os dias hoje. É necessário primeiro se compreender os requisitos e exigências do cliente, suas extensões e derivações. São projetos onde o nível de complexidade muito poderia ser comparado a enviar um satélite para o espaço, guardando-se as devidas proporções. Porém, elaboradas técnicas e arcabouços foram desenvolvidas buscando-se sistematizar melhor os ambiciosos objetivos dos serviços que seriam oferecidos pelas novas redes de telecomunicações.

Conforme bem explana Gurbani e Sun (2005), **a rede de próxima geração é caracterizada pela fusão da tecnologia de Internet, telecomunicações e informações**. Foi previsto, há alguns anos atrás, que as redes IMS / NGN seriam desenvolvidas para revolucionar a vida de seus usuários, fornecendo-lhes o melhor dos serviços do PSTN e de Internet, através de aplicações elaboradas pelos programadores de TI. Os prestadores de serviços deveriam ser igualmente afetados pelo aumento das receitas pagas pelos utilizadores destes novos serviços. Os *vendors* (fornecedores de equipamentos) teriam um tempo crítico para manter os estoques de infraestrutura IMS/ NGN. Porém, a verdade tem sido um pouco diferente (GURBANI; SUN, 2005).

Uma tecnologia “disruptiva”, ou que causa alterações drásticas, é aquela que afeta a indústria de tal forma que as regras de competição e negócios praticadas previamente não mais se aplicariam com o uso desta tecnologia. A telefonia IP, ou telefonia via internet, pode ser definida como uma tecnologia “disruptiva” para a indústria das telecomunicações, visto que ela visa a suplantiar a tecnologia de sustentação de uma rede de telefonia tradicional, baseada em comutação de circuitos.

Desde o surgimento da telefonia via Internet, por volta de 1998, a rede alcançou uma implantação generalizada. As duas aplicações mais conhecidas da internet foram o correio eletrônico (e-mail) e WWW (*World Wide Web*). A

pesquisa acadêmica e laboratórios particulares passaram a dar mais atenção para a digitalização de voz e seu transporte pela Internet através de pacotes, dando início às primeiras redes VoIP.

Mas, conforme alertara Gurbani e Sun (2005), é comum se pensar que a ideia da voz transmitida em pacotes é nova, mas é um erro. Na verdade pesquisas que tratam da voz “empacotadas” iniciaram desde o aparecimento das redes comutadas por pacotes. Mas, em 1998, surgiram quatro novas ideias:

- i. A possibilidade do aparecimento de uma rede global, na forma de uma Internet, que pudesse garantir a acessibilidade entre seus usuários.
- ii. O poder da computação cresceu de tal forma, que torna viável a codificação e a decodificação de pacotes de voz em tempo real, mesmo com o uso de dispositivos portáteis manuais.
- iii. O conhecimento coletivo no campo da transmissão em tempo-real de dados sensíveis ao atraso (*delay-sensitive*)<sup>118</sup>, tais como voz ou imagens foi se unindo em torno de um conjunto de padrões, normas técnicas, tais como o RTP (*Real-Time Transport Protocol*)<sup>119</sup>, SDP (*Session Description Protocol*)<sup>120</sup> e o H.323 do ITU-T (*International Telecommunication Union — Telecommunication Standardization Sector*), permitindo assim sua utilização por fabricantes da indústria de

---

<sup>118</sup> **Delay sensitive**, é um tempo de atraso parâmetro geralmente usado em aplicações de multimídia. A unidade deste parâmetro é seco e, geralmente, varia de 100 mseg a 5 segundos.

<sup>119</sup> O *Real-Time Transport Protocol* (RTP) é um padrão de protocolo de Internet que especifica uma forma de programas para gerenciar a transmissão em tempo real de dados multimídia sobre qualquer um dos serviços de rede *unicast* ou *multicast*. Originalmente especificado nas *Request for Comments* (RFC) do *Internet Engineering Task Force* (IETF) em 1989, a RTP foi concebida pela Grupo de Trabalho de Transporte de Áudio-Vídeo do IETF, para apoiar videoconferências com vários participantes, geograficamente dispersos. O RTP é comumente usado em aplicações de telefonia Internet. O RTP não garante por si só a entrega em tempo real de dados multimídia (uma vez que este é dependente de características da rede); ele, no entanto, fornece os meios necessários para gerenciar os dados assim que chegarem para o *'best effort'* (tratamento para redes de "melhor esforço") (TECHTARGET, 2015).

<sup>120</sup> O SDP (*Session Description Protocol*) é um conjunto de regras que define como sessões de multimídia podem ser configuradas para permitir todos os pontos finais de participar efetivamente na sessão. Neste contexto, uma sessão é composta por um conjunto de pontos finais de comunicações, juntamente com uma série de interações entre eles. A sessão é iniciada quando a conexão é estabelecida em primeiro lugar e é encerrada quando todos os pontos finais pararam de participar. Um exemplo é uma videoconferência realizada por uma grande corporação que inclui participantes de vários departamentos em diversas localizações geográficas (TECHTARGET, 2015).

telecomunicações.

- iv. O ato de desregulamentação de telecomunicações de 1996 criou igualdade de condições, forçando os provedores de serviços de telefonia a compartilhar seus equipamentos e redes com os iniciantes.

A combinação desses quatro efeitos resultou num avanço das telecomunicações. O palco estava montado para a tecnologia “de nova geração” assumir o controle.

### 3.6.1 Incertezas nos negócios

Investidores detestam incertezas, principalmente aquelas relacionadas com tecnologias disruptivas<sup>121</sup>. Há de se reconhecer que a união da Internet, telecomunicações e TI (Tecnologia da Informação) não é uma tarefa fácil. Elas seriam um desafio de múltiplos domínios e exigiria perícia em múltiplas áreas tecnológicas (*multidomain*).

A aplicação de uma boa estratégia para evoluir suavemente das redes atuais para uma nova estrutura de redes é essencial para minimizar os investimentos necessários durante a etapa de transição. No entanto, qualquer passo a ser tomado durante esta transição deve ser muito mais fácil para as redes que buscam evoluir para a NGN (RYVINSKA; STRAUSS, 2009).

O que se propõe, neste contexto, são formas de migração que habilitam a implantação da capacidade de mudanças de conceitos na forma em que as redes são estruturadas e, portanto, poder dar atenção especial às necessidades de negócios dos diversos provedores de serviço e aos operadores de redes.

---

<sup>121</sup> "Tecnologia disruptiva" ou "inovação disruptiva" é um termo que descreve a inovação tecnológica, produto, ou serviço, que utiliza uma estratégia "disruptiva", em vez de "revolucionário" ou "evolucionário", para derrubar uma tecnologia existente dominante no mercado. É sistematicamente demonstrado para a comunidade de pesquisa que as mais disruptivas inovações são uma minoria comparados com as inovações "revolucionárias", que introduzem uma inovação de maior performance no mercado (TECHTARGET, 2015).

### 3.6.2 Vantagem do uso da NGN para os novos mercados de Telecomunicações

Uma das maiores vantagens do uso da NGN é a flexibilidade desta tecnologia. Esta flexibilidade é necessária para operadores, já estabelecidos, adaptarem suas redes às mudanças de mercado. Essas mudanças são a flexibilidade que os novos operadores precisam para montar negócios viáveis e lucrativos e a flexibilidade necessária para oferecer, aos usuários corporativos, serviços móveis e fixos, que poderiam significativamente incrementar a forma com que eles poderão trabalhar e oferecer, aos usuários domésticos, um verdadeiro leque de opções de serviços de lazer.

Também digna de nota é a necessidade, acentuada, entre os usuários finais, de uma variedade cada vez maior de novos serviços e aplicações, incluindo o multimídia, a maioria das quais não estavam sequer previstas, quando as redes modernas foram estabelecidas. Do ponto de vista dos operadores, o transporte das aplicações não oferece mais lucros suficientes, por isso, no futuro, eles terão de oferecer, aos usuários finais, uma extensa gama de serviços úteis e de fácil uso, a fim de se manterem competitivos. Consequentemente, a NGN deve ser orientada para serviço, fornecendo todos os meios necessários para oferecer novos serviços e personalizar os já existentes, a fim de gerar receitas futuras.

É verdade que a NGN é baseada em complexidade. No entanto, a moderna rede global é aquela em que várias gerações de *switches* (comutadores) coexistem, em que as redes de circuito e de comutação de pacotes operam uma ao lado da outra, e em que as redes fixas e móveis funcionam em conjunto. Deste ponto de vista, a NGN parece, assim, menos complexa do que as modernas redes e também oferece uma economia considerável nos custos operacionais.

Olhando além das questões tecnológicas, a desregulamentação tem uma influência considerável sobre o modo de funcionamento de uma operadora. Através de um processo conhecido como "*local-loop unbundling*" (separação do loop-local), os reguladores governamentais, de todo o mundo, estão forçando os operadores estabelecidos a abrir suas portas para empresas rivais. Uma vez

dentro, esses transportadores alternativos podem ser capazes de competir por clientes locais, assumindo o controle direto sobre a "última milha"<sup>122</sup>.

Este acontecimento está levando ao aumento da concorrência entre os operadores estabelecidos, que operam fora de suas regiões tradicionais e novos operadores de redes, os quais querem ganhar os clientes mais valiosos, com um maior investimento em serviços de telecomunicações. As NGN são bem adequadas para suportar as arquiteturas de rede e modelos comerciais autorizados pela desregulamentação.

### 3.6.3 Estrutura Evolutiva e Modelagem de Processos para uma rede NGN

Uma evolução arquitetônica envolve tanto questões técnicas quanto questões de gestão tecnológica. No nível técnico, problemas complexos aparecem na *interface* dos equipamentos, na interoperabilidade entre protocolos e na adaptação entre arquiteturas. Em um nível de tecnologia, os operadores de rede enfrentam problemas cada vez mais complexos na avaliação de tecnologias emergentes para a prestação de serviços avançados. Fazer comparações de tecnologias concorrentes e compreender as inter-relações e dependências entre tecnologias complementares são extremamente importantes para o projeto e modelagem da estrutura.

O processo de modelagem de tecnologia avançada pode ser dividido em três partes que poderiam ser aplicadas em sequência ou isoladamente. A primeira parte considera a aplicabilidade da tecnologia. A segunda parte avalia a tecnologia usando uma variedade de perspectivas. A terceira parte considera abstrações diferentes das tecnologias.

Porém, antes de se implantar alguma tecnologia, é necessário se avaliar se a mesma é aplicável à organização dentro do contexto previamente traçado. A

---

<sup>122</sup> Tecnologia de "última milha" é qualquer tecnologia de telecomunicações que transporta sinais do *backbone* de telecomunicações ao longo da distância relativamente curta (daí, a "última milha") de e para a casa ou empresa. Ou, dito de outra forma é a infraestrutura em nível da vizinhança (TECHTARGET, 2015).



seguir serão apresentadas as formas de avaliação de aplicabilidade de implantação de uma tecnologia.

### 3.7 APLICABILIDADE DE UMA TECNOLOGIA DE REDE A SER IMPLANTADA

Na **aplicabilidade**, se considera um conjunto de fatores que determinam se a tecnologia deve ser implantada. As restrições de aplicabilidade de um modelo particular organizam o *status* de uma tecnologia e fatores específicos, para facilitar a comparação e a representação. Algumas das limitações de aplicabilidade incluem:

- Pontualidade - o tempo necessário para as tecnologias amadurecerem e estabilizarem deve ser avaliado e levado em consideração na migração e estratégias de evolução;
- A base de rede instalada - a aplicabilidade de uma tecnologia depende da infraestrutura de rede existente e as suas capacidades. Os locais de rede instalados, restrições sobre as tecnologias futuras e introdução dos requisitos de interoperabilidade;
- Financeira - o custo das tecnologias em relação a possíveis retornos irá determinar se eles são ou não aceitáveis. Cálculos financeiros podem ser realizados, combinando receitas de serviços, investimentos, despesas correntes e insumos econômicos gerais adequados para obter relatórios financeiros;
- Marketing - as tecnologias são aplicáveis apenas se há uma demanda existente ou percebida para os serviços que estão sendo oferecidos;
- Geográfica - a implantação física de uma tecnologia tem relação com sua aplicabilidade.

As **perspectivas** estão relacionadas com a informação representada em uma abstração. Pode-se dar, como exemplo, a perspectiva de sinalização que

separa as tecnologias responsáveis pela sinalização das tecnologias que executam outras funções. Com relação ao caso específico da prestação de serviços avançados, algumas das perspectivas identificadas podem ser as seguintes:

- Gestão - aplicado a uma tecnologia, representa os requisitos de gestão, que é subdividido em interesses de gerenciamento de rede e de serviços;
- Serviço de controle - contém entidades que executam o processamento inteligente e acesso ao banco de dados;
- Controle de chamadas - representa todas as entidades responsáveis para a oferta da rede;
- Protocolos - estão relacionados com a representação da pilha de protocolos. As entidades são mapeadas para representações razoáveis do modelo de *software* OSI;
- Sinalização - tem uma relação com o controle de serviço, gestão e perspectivas de chamadas, entre cada uma dessas perspectivas. Pontos de referência são estabelecidos através do qual, a consistência de protocolo e de sinalização deve ser mantida;
- Rede - representa todas as entidades responsáveis para o final de oferta de rede.

A seguir, são apresentadas algumas **abstrações** que fornecem uma referência para comparação de arquiteturas de redes:

- Funcional - representa uma visão abstrata das relações funcionais e *interfaces*, sem levar em conta a implementação física;
- Físico - representa uma visão abstrata dos elementos ou blocos de construção e suas conexões e protocolos;

- Visão de implementação - vê a aplicação completa da tecnologia no que diz respeito à conexão, parte física e dimensionamento, que sejam relevantes.

Conforme foi explanado, a Gestão de Projetos é uma ciência indispensável no planejamento e implantação de um projeto na área de telecomunicações. Sem esse *know-how*, seria praticamente impossível implantar-se com sucesso o arcabouço tecnológico das redes de nova geração (NGN). É importante reconhecer a indispensável presença de um Gerente de Projetos em iniciativas do porte aqui tratado. Afinal, são tecnologias de redes altamente complexas com uso de *hardware* e *software* de última geração, mas que são projetados, implantados, customizados e suportados pelo elemento mais importante desta solução: o *peopleware*.

Embora academicamente se busque, sempre que possível, uma compreensão teórica de determinadas áreas de conhecimento, é sabido que, sem uma demonstração prática, a teoria em questão perde, ainda que parcialmente, sua credibilidade. Existe uma indissociação entre teoria e prática, a qual já foi estudada por diversos pesquisadores, mas ao mesmo tempo se sabe que é fato a existência da distinção entre esses conceitos, como um verdadeiro paradoxo, conforme observa Hunger e Lepre (2012):

Teoria e prática são conceitos distintos, mas que precisam ser pensados de forma indissociada, visando uma práxis transformadora e emancipadora. Nesse sentido, torna-se necessário pensar na articulação do conhecimento científico e dos saberes experienciais desde o início da formação. (HUNGER; LEPRE, 2012, p.1).

O tema da presente dissertação, por mais que fosse tratado com uso de ferramentas mais técnicas e pragmáticas, não poderia ser bem exemplificado, se não fosse através do uso da metodologia de um estudo de caso, apresentado a seguir.

## 4 METODOLOGIA

Existem diversas formas de se **classificar** as pesquisas científicas, uma delas diz respeito aos diversos pontos de vista que uma pesquisa científica pode ser analisada. Assim, pode-se observar a pesquisa dos seguintes pontos de vista: da sua **natureza**, da **forma de abordagem do problema**, de **seus objetivos** e dos **procedimentos técnicos**.

De acordo com Gil (1991 *apud* SILVA; MENEZES, 2005), no que se refere à classificação sobre uma ótica dos procedimentos técnicos, a pesquisa pode ainda ser classificada como:

- **Pesquisa Bibliográfica:** quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.
- **Pesquisa Documental:** quando elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.
- **Pesquisa Experimental:** quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.
- **Levantamento:** quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer.
- **Estudo de caso:** quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.
- **Pesquisa Expost-Facto:** quando o “experimento” se realiza depois dos fatos.

- **Pesquisa-Ação:** quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes, representativos da situação ou do problema, estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.
- **Pesquisa Participante:** quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

Como poderá ser observado, a presente pesquisa fez uso dos seguintes procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, levantamento, estudo de caso e história de vida. Sendo que, desses procedimentos, o estudo de caso foi o mais utilizado na pesquisa. Logo, o mesmo será explanado de forma mais especial, a seguir.

Robert K. Yin, sobre essa questão, afirma que "o estudo de caso é apenas uma das várias maneiras de fazer pesquisa em ciências [...] Outras formas incluem experimentos, **pesquisas, histórias e análise de informações** de arquivo." (YIN, 2008, p.1). Ele ratifica que o **estudo de caso** não é a única forma de se realizar pesquisa. Outras alternativas podem ser os experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações previamente arquivadas. Cada uma dessas estratégias apresenta vantagens e desvantagens, as quais dependem basicamente de três condições:

- a) o tipo de questão de pesquisa;
- b) o controle que o pesquisador possui sobre os eventos comportamentais;
- c) o foco em fenômenos históricos, ao invés de fenômenos contemporâneos.

Normalmente, são usados estudos de caso quando se deseja representar uma estratégia preferida nas seguintes situações:

- a) quando se colocam questões do tipo "como" e "por quê";

- b) quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos;
- c) quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

A esses tipos de estudos, considerados "explanatórios", pode-se complementá-los com outros dois tipos de estudos, chamados de "exploratórios" e "descritivos". Os pesquisadores devem ter cautela quando realizarem estudos de casos, a fim de procurar superar críticas que normalmente se faz ao método (YIN, 2001).

Ainda em relação às estratégias utilizadas para a elaboração dos estudos de casos, uma das condições essenciais e, talvez, a mais importante, para podermos diferenciar as diversas estratégias, é identificar o tipo de questão de pesquisa que está sendo apresentada. Logo, o primeiro passo é definir quais são as questões da pesquisa.

O estudo de caso faz uso de técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, porém, acrescenta duas fontes de evidências, que usualmente não fazem parte do repertório de um historiador: observação direta dos acontecimentos que são foco de estudo, e entrevistas das pessoas que estão envolvidas nesses acontecimentos.

No ANEXO A, foram apresentadas **entrevistas com profissionais** que, juntamente com o autor, participaram do projeto mencionado no estudo de caso aqui apresentado.

Podem existir variações dos estudos de caso, como estratégias de pesquisa. A pesquisa de estudo de caso pode incluir tanto pesquisa de caso único, quanto de casos múltiplos. A condução e a descrição dos estudos podem ocorrer por motivos diferentes. Pode-se desejar uma apresentação de casos individuais ou, ainda, pode-se buscar atingir a generalizações mais amplas baseadas em evidências de estudos de caso.

A pesquisa usada para estudos de casos é normalmente mais complexa, no entanto, alguns chegaram a achar que uma pesquisa de estudos de caso fosse algo considerado mais "fácil", provavelmente porque, em alguns casos, os pesquisadores não seguiram procedimentos mais sistemáticos. Após se ter selecionado a estratégia de estudo de caso, dentre outras, o pesquisador deve projetar o estudo de caso. Para isso, deve-se realizar um plano ou projeto de pesquisa.

Um projeto de pesquisa é definido como um plano lógico: "sair daqui e chegar lá". O "aqui" pode ser definido como o conjunto inicial de questões a serem respondidas e o lá é um conjunto de conclusões (ou respostas) sobre essas questões. Entre o "aqui" e o "lá", pode-se ter uma variedade de etapas importantes, incluindo a coleta e a análise de dados.

De acordo com Yin (2001), para os estudos de caso, são, geralmente, considerados importantes cinco componentes básicos de um projeto de pesquisa. São eles:

1. As questões de um estudo;
2. Suas proposições, se houver;
3. Sua(s) unidade(s) de análise;
4. A lógica que une os dados às proposições;
5. Os critérios para se interpretar as descobertas.

Os componentes acima podem ser descritos da seguinte forma: o primeiro componente (as questões de um estudo) está relacionado com o "como" e o "por quê" do projeto. O segundo componente (proposições) deve refletir uma questão teórica e começa a apontar onde o pesquisador deve procurar evidências relevantes. O terceiro componente (unidades de análise) é, na verdade, uma tentativa de definir se a unidade de análise está relacionada à maneira como foram definidas as questões de pesquisa. O quarto componente (a lógica que une os dados às proposições), é a ideia da "adequação ao padrão", descrita por Campbell (1975), por meio da qual, várias partes da mesma informação, do

mesmo caso, podem ser relacionadas à mesma proposição teórica. E, finalmente, em relação ao quinto componente (os critérios para se interpretar as descobertas), espera-se que as constatações possam ser interpretadas em termos de comparação. Um projeto completo de pesquisa, que contenha os cinco componentes descritos acima, exige o desenvolvimento de uma estrutura teórica para melhor embasar o estudo de caso que será conduzido. Segundo Yin (2001), um bom pesquisador deve esforçar-se para desenvolver essa estrutura teórica, no lugar de resistir a essa exigência.

Uma adequada utilização da teoria, na realização de estudos de caso, não somente representa uma tremenda ajuda na definição do projeto de pesquisa e na coleta de dados adequados, como também se torna o principal veículo para a generalização dos resultados do estudo de caso.

O caso do Estudo de Caso, aqui apresentado, foi baseado fortemente em coleta de dados e na experiência vivenciada pelo próprio autor durante a realização do projeto. A teoria utilizada no Estudo de Caso foi explanada nos capítulos iniciais da presente dissertação. Tomou-se o cuidado de incluir todos os itens teóricos relacionados com o estudo de caso, de forma que o leitor possa, sempre que possível, achar referências no próprio texto, para facilitar o entendimento do caso.

Um outro ponto importante em relação aos estudos de caso são os problemas relacionados à **questão financeira**. Essa questão, no mundo dos negócios das telecomunicações, é, sem sombra de dúvida, uma questão muito importante. Por serem necessários os usos de recursos tecnológicos de ponta e de recursos humanos com capacitação especial, esse ramo de negócios é um dos ramos que possui uma das maiores necessidades do uso de recursos vultosos.

Logo, no caso de negócios voltados mais especificamente a projetos de telefonia celular de novas gerações, o nível de incerteza é muito mais alto, visto que nem todas as soluções tecnológicas utilizadas nos projetos de 3G e, mais



recentemente, de 4G, foram ainda testadas exaustivamente, significando um aumento no nível de risco do projeto. De acordo com relatórios da Ernst & Young (EY, 2012), uma das quatro maiores empresas de consultoria profissional do mundo, acerca dos investimentos das operadoras de telecomunicações em nível mundial, estão caindo regularmente nos últimos anos, devido ao alto nível de risco e a forte competição com outras tecnologias, tais como Wi-fi, WI-MAX e similares. Este fato tem forçado as empresas a buscarem recursos financeiros em outras fontes, como é o caso da CAPEX e OPEX<sup>123</sup>.

Nos últimos dois anos, as operadoras têm sido bem sucedidas na luta contra o desafio da enxurrada de dados em suas redes, graças a uma combinação de investimento inteligente e crescente na utilização de alternativas como WiFi e diminuir o tráfego de *backhaul*<sup>124</sup>. Esses fatores, juntamente com a prontidão dos operadores ao CAPEX para manter o fluxo de caixa livre e dividendos, salientaram um forte controle da CAPEX e reforçam o seu status de atitude defensiva. Há também uma tendência de movimento CAPEX gastar em OPEX através de terceirização, a fim de suavizar gastos ao longo do tempo. Contudo, o controle apertado do CAPEX tem resultados ambivalentes - e cada vez mais deixando de lado os riscos operadores de crescimento futuro. As forças externas, tais como regulação e de demanda do cliente, fazem operadores médios continuarem cautelosos em investir em infraestrutura. Estas mesmas considerações - juntamente com a incerteza sobre novas estruturas de mercado - também estão contribuindo para persistentes dúvidas sobre o potencial de receita de novos serviços. (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2015).

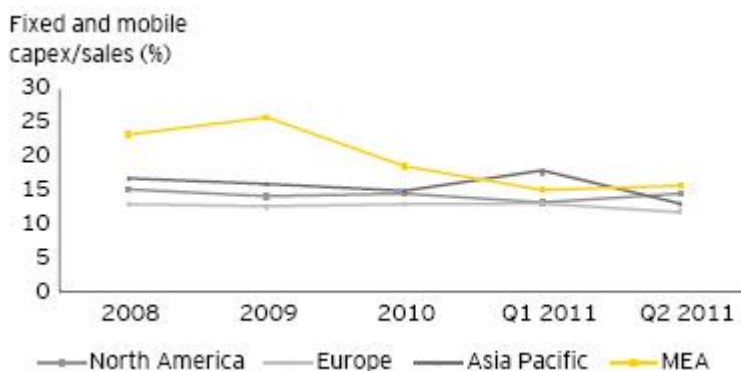
Conforme se pode notar na figura 26, a seguir, de 2008 a 2011, na média, os investimentos mundiais em Telecomunicações tem caído ou se mantido estáveis.

---

<sup>123</sup> O **Capital Expenditure**, ou despesa de capital (**CAPEX**) é o recurso financeiro investido por uma empresa para adquirir ou atualizar ativos fixos, não consumíveis físicos, como edifícios e equipamentos ou um novo negócio. Existem dois tipos de Capex - aqueles que são investidos para manter os atuais níveis de operação dentro de uma empresa e aqueles que são investidos em algo novo para impulsionar o crescimento futuro. Normalmente, independentemente da forma de investimento, o Capex é um recurso financeiro gasto com a intenção de iniciar um futuro fluxo de caixa e um retorno do investimento significativo. Em contrapartida ao Capex, as despesas operacionais (**OPEX**) referem-se aos custos do dia a dia da operação. Um outro termo semelhante, mas não estreitamente relacionado, o forex, significa câmbio (TECHTARGET, 2015).

<sup>124</sup> A *Backhaul* é frequentemente mencionada como essencial para redes de telecomunicações. Glen Hunt, principal analista de transporte e infra-estrutura de roteamento da *Current Analysis*, deu a sua definição da rede de *backhaul* como: "A rede de *backhaul* começa no local da célula e termina no núcleo da rede celular. Então, tudo neste meio é considerado a rede de *backhaul*" (RCRWIRELESS, 2015).

Figura 26 - Aumento de capital em Telecomunicações por região; de 2008 a 2º trimestre de 2011



Fonte: EY (2012).

Em países emergentes, no entanto, apesar dos altos custos exigidos para implantação desse tipo de tecnologia, a receita com esse negócio tem crescido, como é o caso do Brasil, conforme se pode ver no artigo a seguir:

Apesar de a economia brasileira estar praticamente estagnada este ano, os investimentos das companhias de telecomunicações cresceram 8% em 2014, até setembro, de acordo com balanço divulgado nesta quarta-feira pelo SindiTelebrasil (Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviços Móvel Celular e Pessoal). Nos nove primeiros meses do ano, os investimentos das teles chegaram a R\$ 19 bilhões, superando os R\$ 17,6 bilhões registrados no mesmo período de 2013. Já a receita bruta das companhias cresceu 4% em 2014 na mesma comparação, passando de R\$ 167 bilhões até setembro de 2013 para R\$ 174 bilhões até o fim do terceiro trimestre deste ano. Os dados englobam todos os serviços oferecidos pelas teles, como telefonia e banda larga fixa e móvel, além da TV por assinatura. "Os investimentos das teles equivalem a 20% da nossa receita operacional líquida. Poucos setores têm esse nível de investimentos. Precisamos aumentar a receita para continuar mantendo esse porcentual, porque o setor de telecomunicações tem uma substituição rápida de equipamentos para atender a demanda", avaliou o presidente executivo do SindiTelebrasil, Eduardo Levy. (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2015).

Atualmente, empresas prestadoras de serviços estão investindo agressivamente em opções de comunicação que resultem em maior eficiência operacional e maior produtividade, o que significa que muitos parâmetros devem ser mantidos em equilíbrio. Primeiro, a solução deve ser altamente confiável: em um ambiente de missão crítica, não haver acordo é aceitável. Em segundo lugar, as despesas de capital (CAPEX) e as despesas operacionais (OPEX) devem ser minimizadas. Finalmente, a rede deve oferecer a oportunidade para implementar

novos serviços de forma rápida e rentável. A solução ideal é aquela que oferece o mesmo nível de confiabilidade, QoS e segurança, como a de redes de serviços públicos típicos, apoiando toda a gama de serviços TDM e de pacotes, que são necessários para as operações principais de serviços e de administração.

As novas tecnologias proporcionam às empresas de serviços públicos a oportunidade de migrar os aplicativos tradicionais para IP, afim de poder implementar novas aplicações centradas em IP, tais como:

- Serviço de rádio baseado em IP móvel
- Obtenção de dados e controle de supervisão para redes Ethernet (*SCADA - Ethernet Supervisory Control And Data Acquisition*)
- Vigilância por vídeo baseado em IP
- Ferramentas de Colaboração
- Voz sobre IP (VoIP)

Apesar dos temas até tratados serem interessantes para uma compreensão no que se refere aos projetos de implantação de redes de telecomunicações, é fundamental para quem trata de tais assuntos, não apenas ser detentor de conhecimento teórico, mas, se possível, ter experiência prática relacionada com o tema em questão. O autor, por ter tido oportunidade de participar de diversos projetos relacionados ao tema principal da presente dissertação, selecionou entre esses projetos, um que melhor representaria as questões ligadas a hipótese da presente dissertação.

#### 4.1 HISTORIA DE VIDA

Sabe-se que o método de pesquisa científica foi aprimorado por René Descartes<sup>125</sup>, no século XVII, autor da frase "Penso Logo Existo". Descartes tinha uma visão de que era necessária uma melhor avaliação sobre os fenômenos

---

<sup>125</sup> René Descartes (1596-1650) foi um filósofo, físico e matemático francês. É considerado o criador do pensamento cartesiano, sistema filosófico que deu origem à Filosofia Moderna. Sua preocupação era com a ordem e a clareza. Propôs fazer uma filosofia que nunca acreditasse no falso, que fosse fundamentada única e exclusivamente na verdade. Determinava que a ciência deveria ser prática e não especulativa (E-BIOGRAFIAS, 2015).

físicos, não se limitando apenas ao entendimento superficial destes, os quais deveriam ser avaliados com mais critério e de forma metódica. Porém, no início do século XX, estudiosos observaram que, aliada a essa visão pragmática dos fenômenos, era muitas vezes necessário considerar a bibliografia ou autobiografia do autor dos trabalhos científicos.

Conforme observa Tinoco (2004), o "método biográfico", como era chamado, passou a ser incentivado como método científico, inicialmente por Robert Park <sup>126</sup>, o qual o utilizava de forma continuada e sistemática, por volta de 1915 em Chicago. Por volta de 1918, W.I. Thomas, outro mestre da escola de Chicago, com a participação de Florian Znaniecki, produziu uma "obra monumental" de caráter plurimetodológico, com vasta utilização de material biográfico. Os dois autores, através dos testemunhos obtidos em cartas, diários e todo tipo de material dessa natureza, conseguiram compilar um arcabouço de informações interessantes, que permitiram, até certo ponto, provar que a história de vida das pessoas poderia ser utilizada na avaliação científica de certos fenômenos.

Mas foi somente com a obra "Children of Sanchez", de Oscar Lewis (1963), que fez uso de uma visão antropológica para investigar uma família mexicana nos seus diversos aspectos de vida, que a metodologia de história de vida conseguiu se consolidar como um método científico. A partir dessa obra, diversos outros trabalhos se multiplicaram, como é o caso da obra de Catani, conhecida como Catani e Mazé (1983).

O presente trabalho leva em conta a própria história de vida do autor, no qual relata uma pequena parte de sua experiência profissional, e assim traz dados importantes para uma avaliação mais holística do tema aqui tratado. Afinal, projetos de alta complexidade, como o projeto em questão, seriam mais

---

<sup>126</sup> Robert Ezra Park: Jornalista profissional antes de empreender uma brilhante carreira como sociólogo, o norte-americano sempre teve o jornalismo como questão central em suas pesquisas. Como objeto de estudo específico, o jornalismo mereceu a atenção de Park em dois livros - *Crowd and Public*, tese de doutorado, defendida na Alemanha em 1903 e somente traduzida para o inglês em 1972, e *The Immigrant Press and its problems*, de 1921 - e em dezenas de artigos em revistas científicas especializadas (E-BIOGRAFIAS, 2015).

difícilmente compreendidos, caso o autor não tivesse uma experiência prévia de outros projetos de igual complexidade. Tem participado de projetos internacionais de abrangência global, com é o caso da implantação de uma rede de Telefonia Satelital, de propriedade da GLOBALSTAR <sup>127</sup>, da implantação da rede nacional de VoIP para a SHELL <sup>128</sup> e de outros projetos semelhantes, permitiu ao autor tratar o projeto, aqui apresentado, como um "candidato" interessante para o presente estudo de caso. É bem verdade que cada projeto tem suas próprias características e, portanto, a apresentação do mesmo não significa um conhecimento absoluto por parte do autor, mas possibilita uma forma de registro para que outros pesquisadores possam, se necessário, aprimorá-lo e utilizá-lo, quando se fizer necessário.

A seguir, será apresentado o estudo de caso que deu origem ao tema da presente dissertação. Por ter sido o primeiro projeto de implantação de uma rede 3G no Brasil, bem exemplifica as principais características de um projeto dessa natureza.

#### 4.2 DESCRIÇÃO GERAL DO ESTUDO DE CASO

Esta seção trata do projeto do qual o presente autor participou, seja no desenvolvimento de grande parte do projeto, seja em participação, direta ou indireta, na gestão técnica do projeto, aqui designado de "Project 3G IP MPLS" (Projeto e implantação da primeira rede 3G para uma operadora de telecomunicações no Brasil). O projeto foi realizado para uma grande empresa operadora de Telecomunicações no Brasil, designada de OPERADORA X, a qual

---

<sup>127</sup> **Globalstar** é um provedor de comunicações por satélite, que é formado por uma constelação de 48 satélites de órbita terrestre baixa (LEO, *Low Earth Orbit*) para telefonia e dados de baixa velocidade de comunicação via satélite. O projeto Globalstar foi lançado em 1991 como um empreendimento conjunto da Loral Corporation e a Qualcomm. Em 24 de março de 1994, os dois patrocinadores anunciaram a formação da Globalstar LP, uma parceria limitada, estabelecida nos EUA, com participação financeira de outras oito empresas, incluindo Alcatel, AirTouch, Deutsche Aerospace, Hyundai e Vodafone. A Rede Globalstar no Brasil é composta por três Estações Terrestres para rastreamento dos satélites: em Presidente Prudente (SP), Petrolina (PE) e Manuas (AM). O autor dessa dissertação participou da implantação de duas estações, Presidente Prudente (SP) e Petrolina (PE), em 2000, e do treinamento para o cliente.

<sup>128</sup> A Rede VoIP da SHELL BRASIL foi implantada em 1998, interligando inicialmente São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Foi implantada sobre a rede de dados preexistente, utilizando-se dispositivos da CISCO (roteadores C-3800). O autor dessa dissertação participou da implantação da rede e do treinamento para o cliente.

contratou serviços da FABRICANTE A, empresa multinacional de origem europeia, que por sua vez, utilizou dispositivos de própria fabricação e da FABRICANTE C, empresa multinacional de origem americana.

Vale ressaltar aqui que o estudo de caso é não-generalista e trata de um aprofundamento de um caso específico, uma singularidade. Logo não deve ser interpretado como um caso genérico.

Serão apresentados diferentes elementos da rede que necessitavam obter conectividade IP, fornecendo aspectos técnicos sobre o planejamento do *backbone* IP (IPBB), dimensionamento e interconexões detalhadas dos elementos, incluindo uma breve descrição das recomendações de *backup* e de alta disponibilidade, para ser implementado. Além disso, descreve-se também o MPLS TE (*Traffic Engineering*), ou seja, as técnicas de engenharia de tráfego usadas neste projeto.

Procurando-se obter um olhar amplo sobre o projeto, foram consideradas não somente as questões de cunho técnico, mas também as relacionadas com gerenciamento do projeto. Além dos diversos pontos já tratados, seja nas questões financeiras, seja nas questões tecnológicas, um importante ponto que foi observado está relacionado com à **questão da mão de obra**.

Pode-se citar como exemplo dessa questão, o projeto do estudo de caso aqui apresentado, desenvolvido para a OPERADORA X, em 2005. Naquela ocasião, ficaram claras as deficiências dos “*vendors*” (fabricantes) selecionados para desenvolvimento e implantação do projeto e sua implantação, que não estavam devidamente preparados para este importante desafio; não no aspecto de domínio e qualidade de sua tecnologia, desenvolvida no ambiente internacional por engenheiros e técnicos altamente qualificados, mas sob o ponto de vista de sua implantação no Brasil. Em outras palavras, a FABRICANTE A apresentou certa dificuldade na prospecção de mão de obra especializada. Aproximadamente 70 % da equipe era composta de técnicos oriundos do exterior. Até esse ponto, não se pode entender isso como um problema para a execução

do projeto, visto que a tecnologia foi desenvolvida em países historicamente especializados em telecomunicações, como é o caso dos EUA, França, Finlândia, China, Alemanha, Japão, entre outros. Essa questão da terceirização da mão obra de projetos de TIC é um fato relativamente conhecido. Porém, nesse contexto estão em jogo aspectos de qualidade, financeiros e de lucratividade das empresas.

Num artigo, Ribeiro (2008) apresenta várias semelhanças com nosso estudo, mencionando como esses pontos estão inter-relacionados. Gerenciar um cenário que possui uma demanda variável é especialmente desafiador em uma empresa de prestação de serviços, visto que, normalmente, essas empresas possuem uma maior parcela de custos fixos. Ele ressalta que uma empresa prestadora de serviços administra a sazonalidade dos pedidos e sua relação com a lucratividade da organização. Além disso, deve-se buscar levantar quais opções são usadas para diminuir o impacto de uma demanda que se mostra variável na rentabilidade da empresa. Para isso, Ribeiro (2008) realizou um estudo de caso, com uma empresa brasileira prestadora de serviços de tecnologia da informação. O estudo sugeriu alternativas como a subcontratação de terceiros para cobrir picos de demanda que podem ter benefícios apenas no curto prazo, diminuindo a lucratividade da empresa em períodos mais longos. Algumas opções são levantadas, como a internacionalização de funcionários e o investimento na formação de mão de obra própria.

Nesse contexto, a empresa enfrenta uma complexa decisão de investir na formação de mão de obra ou terceirizar grande parte de suas operações. Dessa forma, os principais beneficiados nesse mercado são os profissionais autônomos, que são contratados por salários maiores [...] e têm pouco estímulo para tornarem-se funcionários fixos de outra empresa, já que suas rendas sofreriam queda sensível. Além disso, os dados coletados sugerem que há uma contínua utilização de terceiros [...] A perecibilidade dos serviços possui um grande impacto na lucratividade da organização avaliada. Isso ocorre pelo caráter sazonal da demanda atendida pela empresa e pela obrigação de manutenção de um elevado custo de mão de obra própria. No entanto, pode-se notar que algumas ações minimizam esse impacto. [...] A empresa estudada optou por utilizar mão de obra internacional em processos de interação com o cliente. Esse fato se diferencia de um consenso atual de que somente há oportunidades de utilização de mão de obra estrangeira em processos de *back-office*. (RIBEIRO, *et al.* 2008, p.14).

Além disso, existem também os problemas culturais decorrentes desta utilização de mão de obra "importada". Nos projetos do presente estudo de caso, foi observada essa realidade, visto que, muitas vezes, as empresas de telecomunicações são "obrigadas" a importar mão de obra especializada, de regiões distantes e até de outros países, devido aos motivos já mencionados. Por conseguinte, as diferenças culturais são enormes, não em relação apenas aos costumes, mas em relação ao idioma, comportamentos e outras questões semelhantes. Logo, para as empresas, é um desafio lidar com tão grandes diferenças.

Um outro ponto, que se classifica como um grande desafio na implantação de inovações, tecnológicas ou não, é **a resistência do cliente**, do usuário ou de colaboradores da própria empresa implantadora da solução, em relação ao projeto que está sendo proposto. Isso foi também observado no projeto que trata a presente dissertação, quando, durante a apresentação, implantação e conclusão do projeto, notou-se moderada resistência à implantação da tecnologia IMS/NGN (3ª Geração de telefonia celular). Como em outras situações, essa resistência foi causada pelo desconhecimento do funcionamento da nova tecnologia. O aparente excesso de zelo, por receio de que a nova tecnologia não funcionaria a contento, levou a muitos questionamentos e, às vezes, desaprovação, ainda que temporária de algumas fases do projeto. Mas, mesmo depois de concluída a primeira e mais importante etapa do projeto, muitos questionamentos denotaram certa desconfiança com a eficiência da nova tecnologia. Ficou também evidente que, por trás desse "zêlo", a preocupação com a perda de um *status quo*, foi sem dúvida um fator importante para gerar essa resistência.

Embora não se pretenda apresentar o projeto em questão, em detalhes, espera-se aqui deixar evidenciada a necessidade de que o gerente de projetos deve participar diretamente de cada fase do projeto técnico, afim de conhecer e poder melhor avaliar se sua implementação está seguindo conforme foi idealizado na fase planejamento. Com uma visão ora de gerente, ora de projetista, o gerente de projetos, deve ter uma compreensão plena do projeto, de forma a avaliar o



trabalho da equipe. Pretende-se também aqui demonstrar o nível de complexidade de projetos como este, conforme já extensivamente comentado no presente trabalho. Para quase todos os conceitos técnicos já apresentados nos capítulos anteriores, pode-se verificar sua aplicação no presente estudo de caso, a seguir apresentado.

#### 4.2.1 Escopo do Projeto

São apresentados, a seguir, os principais elementos utilizados neste projeto, cujos dispositivos foram produzidos pela FABRICANTE A:

- *MSC Servers (Media Switch Center Servers, Servidores de Central de Comutação de Mídia)*: para gerenciamento do tráfego do "Plano de Controle"<sup>129</sup>.
- *Media Gateways (MGW)*<sup>130</sup>: para gerenciamento do tráfego do "Plano de Usuários"<sup>131</sup>.
- Soluções de conectividade de sítios (localidades) padronizados, baseado em *Switch-Routers*<sup>132</sup> do Fabricante C<sup>133</sup>.

---

<sup>129</sup> **Plano de Controle** (do original *Control Plane*) é a parte de uma rede que transporta tráfego de sinalização e é responsável pelo encaminhamento. Pacotes de controle têm por origem ou destino um roteador. Funções do plano de controle incluem a configuração e a gestão do sistema (TECHTARGET, 2015).

<sup>130</sup> Um **Media Gateway** (Gateway de Mídia) é um dispositivo, como um comutador de circuito, gateway IP, ou banco de canais (channel bank) que converte os dados do formato exigido de um tipo de rede para o formato exigido por outra. Conforme definido no *Request for Comments (RFC) 3015* do *Internet Engineering Task Force (IETF)*, um *Gateway* de Mídia pode rescindir canais a partir de uma rede de comutação de circuitos (como um DSO), assim como *streaming* de mídia a partir de uma rede de comutação de pacotes, como o RTP transmite em uma rede IP (TECHNOLOGY-TRAINING, 2015).

<sup>131</sup> **Plano de usuários** (do original *User Plane* ou *Data Plane*), às vezes conhecido como o plano do usuário, plano de Encaminhamento, Plano transportador ou Plano de Portadora, é a parte de uma rede que transporta o tráfego de usuários. O **plano de dados**, o **plano de controle** e o **plano de administração** são os três componentes básicos de uma arquitetura de telecomunicações. O plano de controle e plano de gerenciamento devem servir o plano de dados, que carrega o tráfego que a rede tem para transportar (TECHTARGET, 2015).

<sup>132</sup> *Switch-Routers*, dispositivo usado em redes de computadores que possui funções tanto de *Switch* (Comutador), quanto de *Router* (roteador). Esses dispositivos "híbridos" possuem funções relacionadas às camadas 2 e 3 da arquitetura de camadas de redes OSI, ou seja, além de realizar comutação de datagramas, também roda protocolos de roteamento, calculando e encaminhando os datagramas de acordo com rotas definidas por esses protocolos (CISCO, 2014).

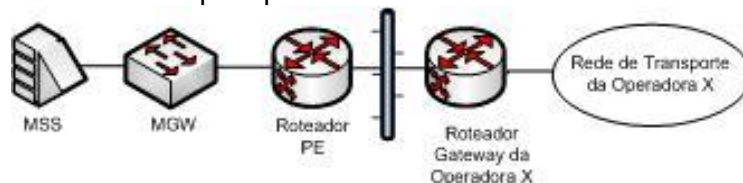
- Um *Backbone* IP (WAN IPBB - *IP Backbone*) para a rede de interconexão entre diferentes cidades.

O cliente final (OPERADORA X) possuía, na ocasião, um dos maiores *Backbones* (BB) de rede IP do país e, no início do projeto, a taxa de utilização deste *Backbone* era de aproximadamente 50 %. Cálculos iniciais mostraram que a banda disponível seria suficiente para implementação do projeto, sem interferir no tráfego original, isto é, tráfego de dados sobre IP.

Ficou estabelecido que o Plano de Controle e o Plano de Usuário poderiam fazer uso do mesmo *Backbone* físico. Os dispositivos da Fabricante A fazem uso de *interfaces Fast-Ethernet* e *Gigabit-Ethernet* para se conectarem aos roteadores do Fabricante C. Neste Projeto em particular (vide figura 27), os roteadores do Fabricante C foram usados para conectar com a rede de transportes da OPERADORA X, composta de:

- Uma conexão TDM (*Time Division Multiplexing*) entre os roteadores do Fabricante C,
- Uma rede IP da Rede "METROIPNET"<sup>134</sup> da OPERADORA X.

Figura 27 - Conectividade entre a Rede padrão da Operadora X e as novas cidades pelo padrão do FABRICANTE A



Fonte: Fabricante A (2005).

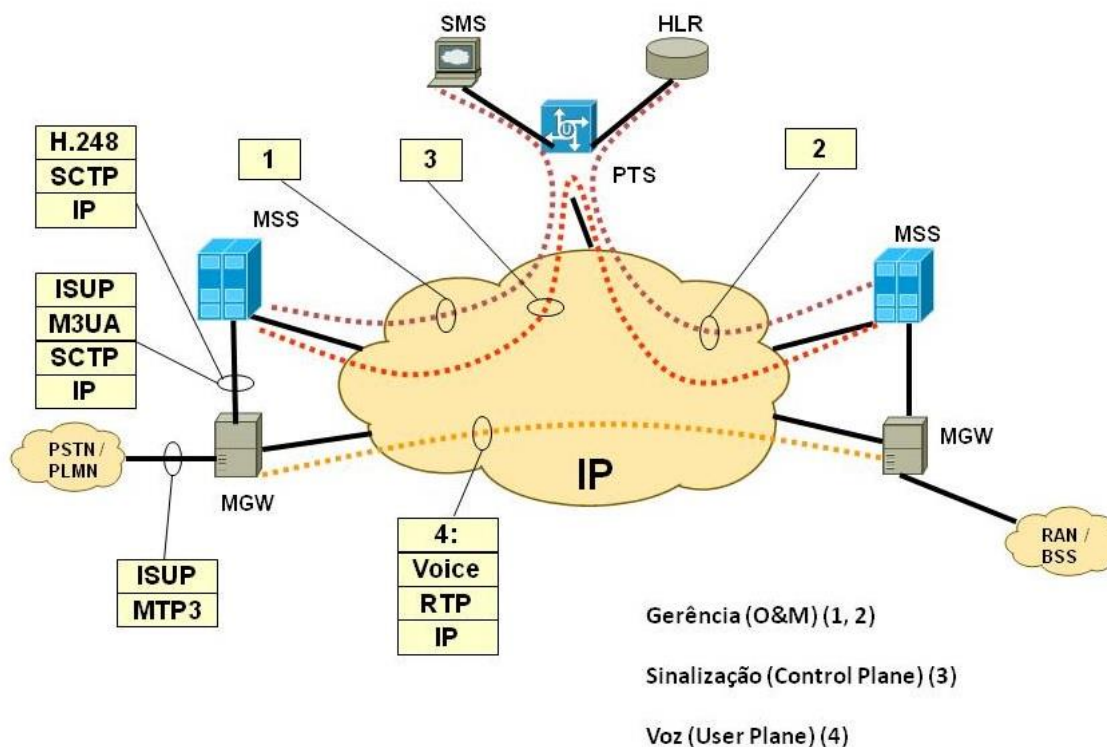
O dimensionamento dos *links* WAN neste projeto, é baseado nas matrizes de tráfego acordados entre a Fabricante A e a OPERADORA X, e com base nas dimensões do *Hardware* do MGW (*Media Gateway*), como planejado.

<sup>133</sup> Fabricante C Representa um segundo fabricante de dispositivos de redes e telecomunicações. Tais dispositivos têm, no presente projeto, propriedades relacionadas às redes IP. Enquanto os dispositivos fabricados pelo Fabricante A possuem propriedades relacionadas com as redes de telefonia.

<sup>134</sup> METROIPNET: nome fictício, utilizado, para representar uma rede IP Metropolitana, a qual é uma rede do tipo WAN (Redes de longa distância), que utiliza o protocolo IP.

A figura 28, a seguir, mostra os diferentes planos (usuário, controle e sinalização), e sua distribuição na rede CMN 3G. Observa-se aí o tráfego de telefonia, ISUP (ISDN User Part), tráfego de sinalização (protocolo H.248) e tráfego de Voz, todos eles encapsulados sobre IP.

Figura 28 - Planos da rede NGN



Fonte: O autor (2015).

Dois protocolos são de especial importância na figura 28: o ISUP e o MGCP (ou H.248). O primeiro é oriundo das redes PSTN tradicionais usado para sinalização, enquanto que o segundo é um protocolo utilizado para gerenciamento desta sinalização, conforme explanação mais detalhada a seguir.

O **ISDN User Part** (ISUP ou parte de usuário ISDN) é responsável pela criação e liberação de troncos usados para chamadas de intercâmbio. Como o próprio nome indica, ISUP foi criado para fornecer sinalização da rede núcleo que é compatível com a sinalização de acesso ISDN. A combinação de sinalização de acesso ISDN e sinalização de rede SUP fornece um mecanismo de fim a fim de transporte para prover sinalização de dados entre os assinantes. Hoje em dia, a utilização de ISUP na rede tem ultrapassado em muito a utilização de ISDN no

lado de acesso. O ISUP fornece sinalização para os tráfegos de ISDN e não-ISDN. A maioria do tráfego sinalizado-ISUP origina-se atualmente de um acesso analógico de sinalização, como o que é usado por telefones básicos de serviços de telefonia (DRYBURGH, 2015).

O *Media Gateway Control Protocol (MGCP)*, também conhecido como H.248 e Megaco, é um protocolo padrão para tratar com o gerenciamento de sessão e sinalização necessários durante uma conferência multimídia. O protocolo define um meio de comunicação entre um *media gateway* e o controlador *media gateway*. O MGCP pode ser usado para criar, manter e encerrar chamadas entre vários pontos entre os múltiplos terminais. O Megaco H.248 refere-se a uma versão melhorada do MGCP (TECKTARGET, 2015).

Todo o projeto, para que seja executado com organização, deve ser planejado de forma a possuir um faseamento, conforme se pode ver a seguir.

#### 4.2.2 Fases do Projeto

O Projeto foi dividido em três fases gerais. Inicialmente todas as ligações eram locais (ou seja, LAN<sup>135</sup>) entre MGW (*Media Gateway*), MSS (Servidor da MSC)<sup>136</sup>, e Roteador do Fabricante C, ou conexões não locais entre *sites*. Para

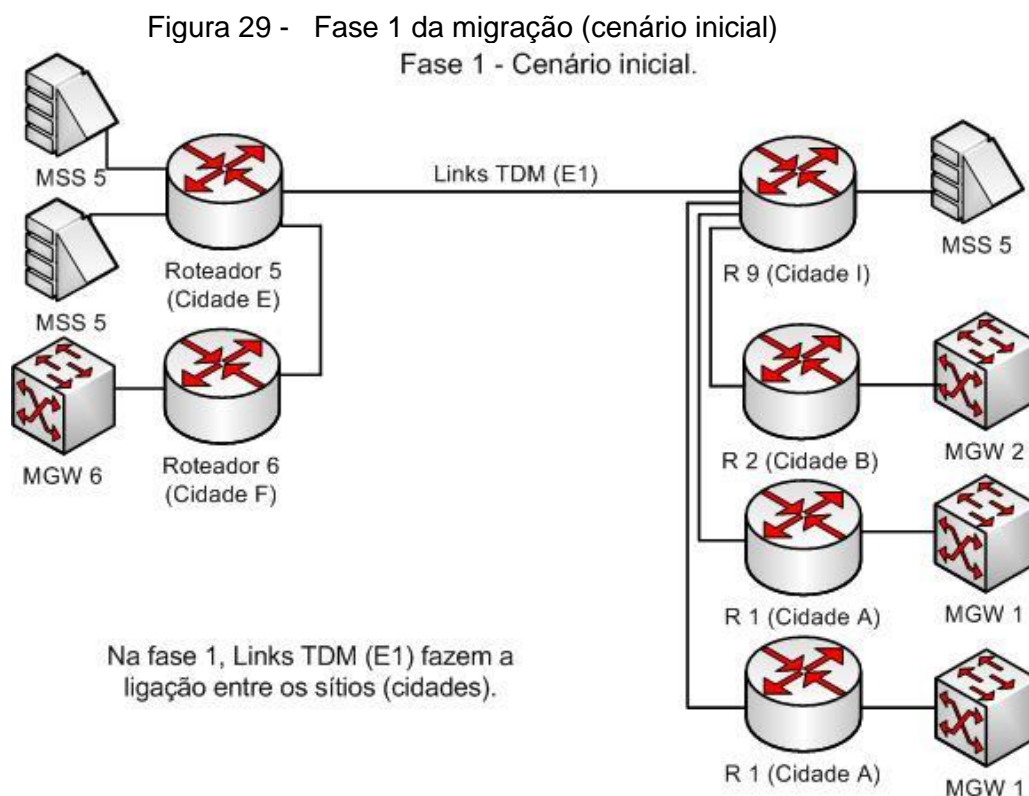
---

<sup>135</sup> **LAN, Local Area Network** (Rede de Abrigência Local) é um sistema de comunicações de dados que encontra-se dentro de uma área espacial limitada, tem um grupo de utilizadores específicos, tem uma topologia específica e não é uma rede de telecomunicações pública comutada, mas pode ser ligada a uma. As LAN são normalmente restritas a áreas relativamente pequenas, tais como salas, edifícios, navios e aeronaves. Uma interligação de LAN dentro de uma área geográfica limitada, como uma base militar, é comumente referida como uma rede de área campus. Uma interligação de LAN sobre uma área geográfica em toda a cidade é comumente chamado de **rede de área metropolitana (MAN)**. Uma interligação de LAN em grandes áreas geográficas, como em todo o país, é comumente chamada de **rede de área ampla (WAN)**. As LAN não estão sujeitas a regulamentações de telecomunicações públicas (TECHOPEDIA, 2015).

<sup>136</sup> O *Mobile Switching Centre Server* (servidor do centro de comutação móvel), abreviado como MSC Server ou MSS, foi originado para a rede núcleo da geração 2G e tem a função de controlar o subsistema dos elementos de comutação de rede. Alternativamente o **MSS** pode ser usado em redes GSM, se o fabricante tiver implementado suporte para redes GSM no MSS. Realizar um upgrade de rede GSM para geração 3G existente não é viável, devido a várias questões, como incompatibilidades de celulares e de altos custos, a maioria dos fabricantes prefere implementar o suporte GSM diretamente no MSS. Na verdade, o MSS, juntamente com outros elementos de rede 3G, tais como **gateway de mídia (MGW, Media Gateway)**, pode ser configurado para dar suporte exclusivo à rede GSM e pode ser considerado como uma versão atualizada dos MSC de redes GSM existentes (TECHOPEDIA, 2015).

conexões não locais, são usadas conexões diretas tipo E1 <sup>137</sup> (entre os roteadores do Fabricante C) ou então conexões via *Backbone* IP (IPBB) da OPERADORA X. No final, as conexões E1 foram substituídas por ligações IPBB nas etapas finais.

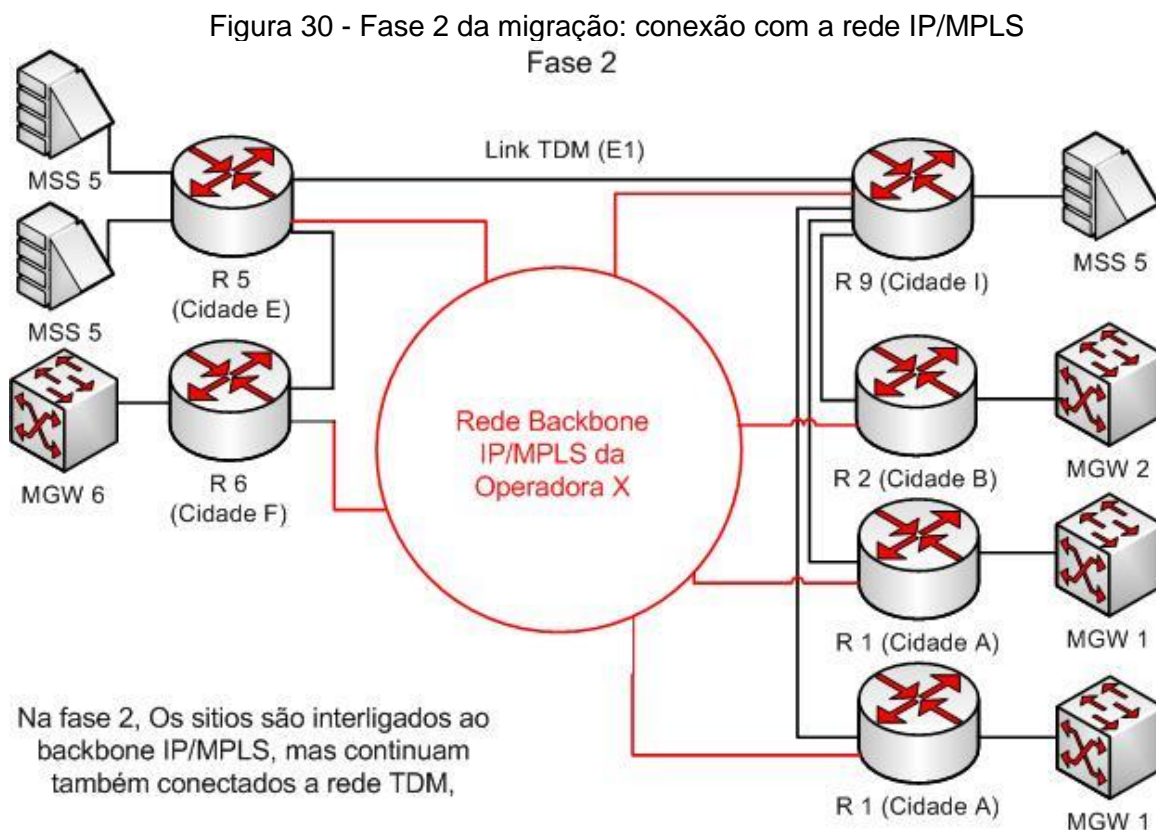
A seguir, é apresentado o planejamento das fases, de forma resumida. Na figura 29 é apresentada a fase 1, que mostra o estado inicial da rede, onde todos os sítios estão ligados através de conexões TDM. A fase 2 é mostrada na figura 30, onde se pode ver os sítios interligados por novas conexões de rede (IP/MPLS), porém ainda conectados à rede TDM. Na fase 3, as conexões TDM foram retiradas e todos os sítios estão conectados através da rede IP/MPLS (figura 31). A esse processo chama-se de **migração**.



Fonte: O autor (2015).

<sup>137</sup> E1 (ou E-1) é um formato de transmissão digital europeu, concebido pelo ITU-TS, denominado pela *Conference of European Postal and Telecommunication Administration (CEPT)*. É o equivalente ao formato do sistema de "T-portadora" norte-americano. Do E2 até o E5 são portadoras em múltiplos aumentos do formato E1. O formato do sinal E1 transporta dados a uma taxa de 2,048 milhões de bits por segundo (Mbps) e pode transportar 32 canais de 64 Kbps cada. O E1 transporta dados a uma velocidade de dados um pouco maior do que o T-1 (que transporta 1.544.000 bits por segundo), porque, ao contrário de T-1, que não faz "roubo de bit", todos os oito bits por canal são utilizados para codificar o sinal. O E1 e o T-1 podem ser interligados para uso internacional (TECHTARGET, 2015).

Como se pode ver, na fase 1, todos os sítios ainda estão interligados através de *links* estatísticos E1 (multiplexação TDM). Na Figura 30, a seguir, é mostrada a fase 2:

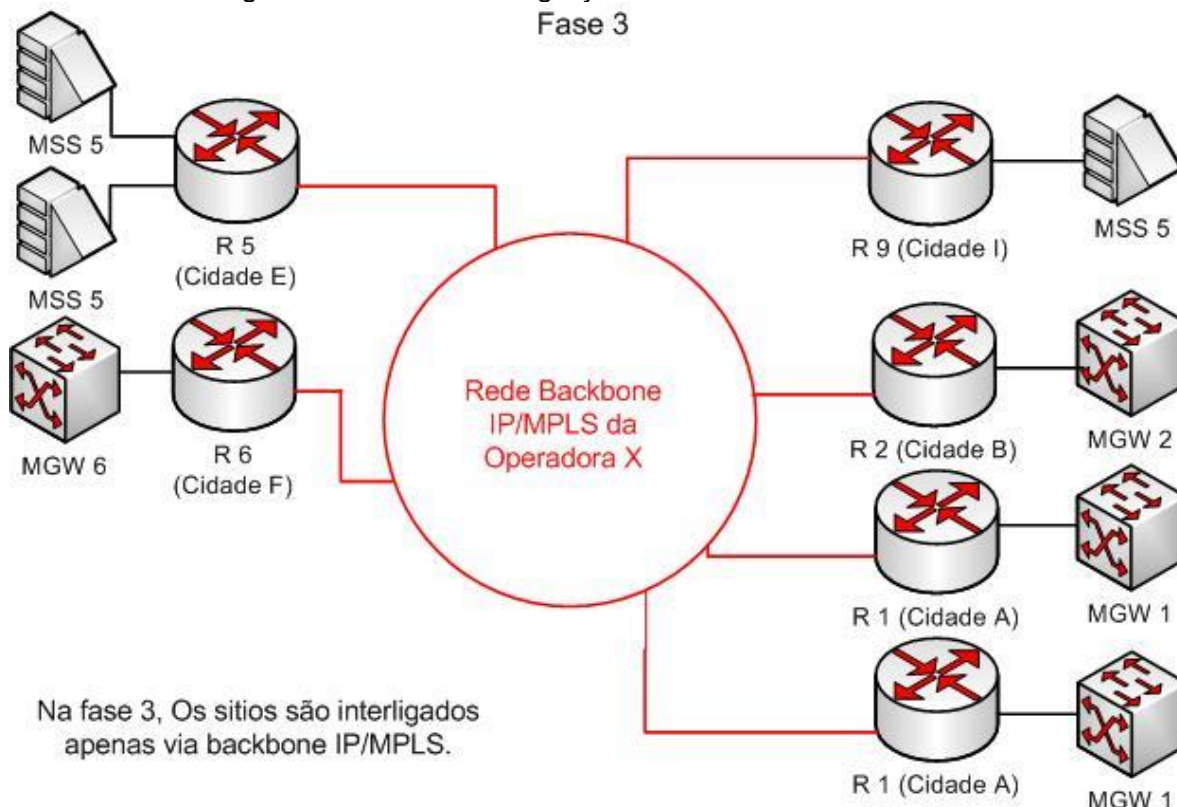


Fonte: O autor (2015).

Na fase 2, ou fase intermediária, a nova rede (IPBB) é implantada e conectada a todos os sítios, de forma paulatina. Porém, os sítios ainda estão ligados à rede anterior (TDM).

No final da migração, a rede deverá estar com a seguinte aparência (Figura 31, a seguir).

Figura 31 - Fase 3 da migração. Cenário final  
Fase 3



Fonte: O autor (2015).

Nesta fase final (fase 3), a rede anterior (TDM) é desconectada de todos os sítios, os quais, já conectados à nova rede (IPBB), desviam seus tráfegos para esta rede. Essa fase é a mais crítica, pois, no caso de qualquer inconsistência ou não conformidade, deverá ser acionado o plano de contingência. Esse plano deve permitir o retorno para configuração original da rede, de forma a não permitir a interrupção dos serviços.

A seguir, será apresentada a explanação detalhada de cada fase.

- **Fase 1: Situação inicial**

Nesta fase, os sítios ainda estão interligados por *links* TDM (conexões E1), conforme se pode ver na figura 32, a seguir. Nela, observa-se que nenhuma conexão IPBB aparece em uso, mas todos os tráfegos foram entre *links* tipo E1 e roteadores dos diferentes sítios.





Além disso, alguns MGW atuam como *Gateways* de Sinalização, através de seus respectivos MSS, direcionando a sinalização para os STP (*Signaling Transfer Points*).

No **Plano do Usuário** para todos os MGW, inicialmente foram usadas conexões via *Backbone* TDM. Por isso, dois percursos de tráfego diferentes eram utilizados no Plano de Usuário:

- Todo o tráfego de voz normal entre os MGW (tráfego BSS ou seja não-local) seria encaminhado via rede PSTN sem uso de VoIP.
- Tráfegos de voz especiais, ou seja, LI (Interceptação Legal)<sup>138</sup>, VMS (sistema de correio de voz) e tráfego de *Call-Center* eram encaminhados através de links E1 TDM entre roteadores de borda do Fabricante C, fazendo uso de VoIP.

- **Fase 2: Migração dos MGW E1 Remotos.**

Durante a primeira etapa da mudança, os MGW remotos do Plano de Controle foram conectados ao MSS via conexões IPBB e então os *links* E1, do Plano de Controle dos MGW remotos, foram removidos. Além disso, todo o tráfego de voz especial de todos os MGW foram transferidos para a IPBB.

Como mostrado anteriormente na figura 30, apenas as ligações de sinalização direcionadas aos STP permanecem como *links* E1, enquanto todos os outros tráfegos passarão através da rede IPBB (METROIPNET) da OPERADORA X.

---

<sup>138</sup> A Interceptação legal (LI, *Legal Interception*) é um acesso oficial, legalmente sancionado, para comunicações privadas, tais como chamadas telefônicas ou mensagens de *e-mail*. Em geral, a LI é um processo de segurança, no qual um operador de rede ou fornecedor de serviços dá a funcionários responsabilidades pela aplicação da lei ao acesso às comunicações de indivíduos ou organizações privadas. Países de todo o mundo estão elaborando e promulgando leis que regulam os procedimentos legais de interceptação. Grupos de normalização estão criando especificações da tecnologia LI (THEFREEDICTIONARY, 2015).

Na fase 2, os seguintes tráfegos eram transferidos dos *links* E1 para a rede IPBB da OPERADORA X:

- O tráfego de H.248 e de BSSAP<sup>139</sup> provenientes dos MGW existentes é transferido para os MSS.
- O tráfego de *Legal Interception telephone Traffic* (Interceptação Legal de Tráfego de telefone).

O seguinte tráfego permanece inalterado na Fase 2 e continua usando as mesmas conexões E1 como antes: tráfego de mensagens de BICC<sup>140</sup>, MAP<sup>141</sup>, CAP<sup>142</sup> e ISUP provenientes das MSS em direção aos STP via MGW os quais foram configurados como *gateway* de sinalização.

A figura 33, a seguir, apresenta, de forma simplificada, a ligação dos sítios na nova rede. Nela é mostrada a transferência do Plano de Controle remoto e tráfego de MGW de voz via rede IPBB. Os Links STP (sinalização) permanecem intocados.

---

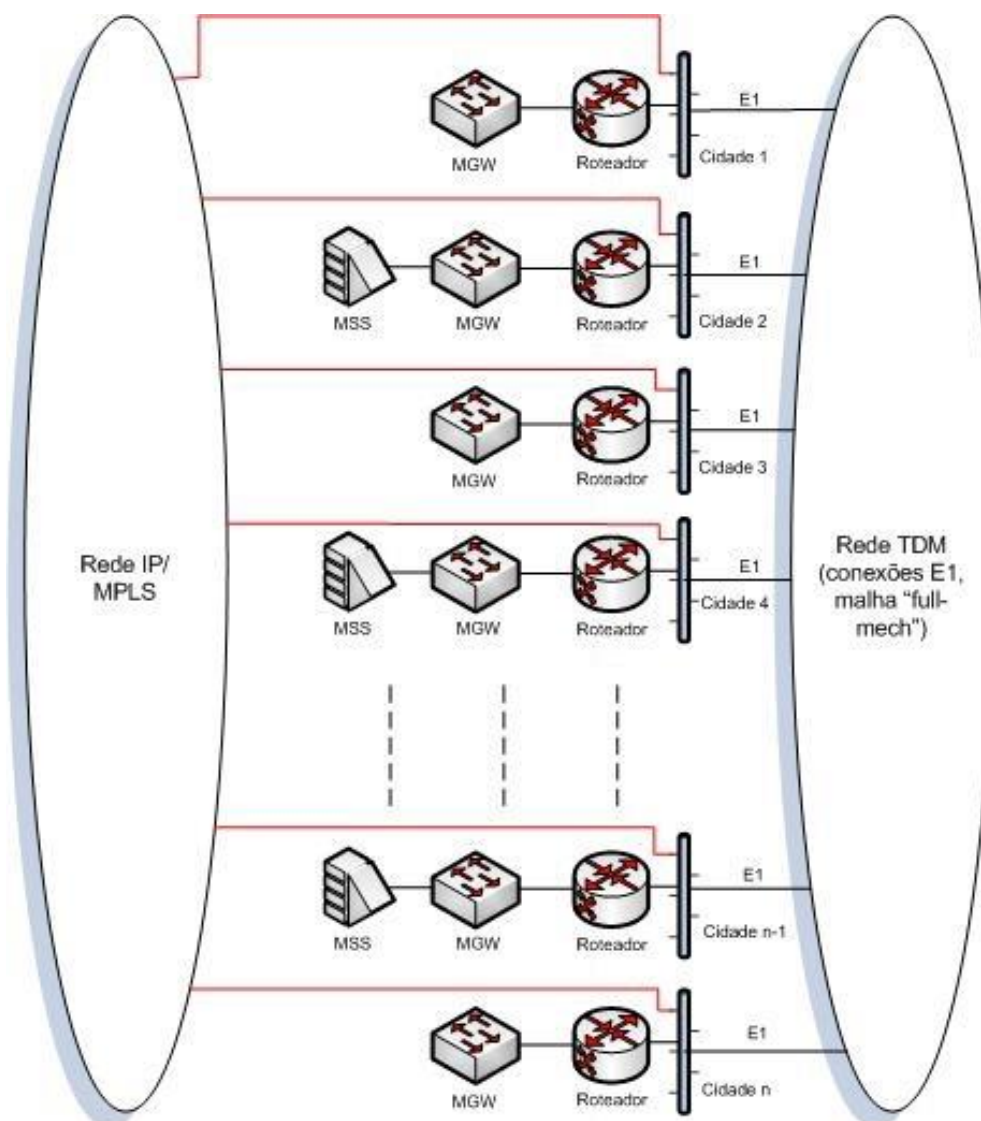
<sup>139</sup> O MTP e a SCCP são usados para dar suporte às mensagens de sinalização entre as Centrais de Serviços Móveis (MSC) e o Sistema de comutação da Estação de Base (BSS, *Base Station System*). Uma função do usuário do SCCP, chamada **BSS Application Part (BSSAP)**, é então definida. No caso de chamadas de ponto-a-ponto o BSSAP utiliza uma ligação de sinalização por estação móvel ativa, tendo uma ou mais transações ativas para as operações de transferência de mensagens de camada 3. No caso de uma chamada de grupo de voz ou transmissão tipo *broadcast*, existe sempre uma conexão por célula envolvida na chamada e uma conexão adicional por BSS para a transmissão das mensagens da camada 3 (TECHTARGET, 2015).

<sup>140</sup> O *Portador Independent Call Control* (BICC) é um protocolo de sinalização baseado em N-ISUP que é usado para apoiar o serviço ISDN de banda estreita através de uma rede *backbone* de banda larga, sem interferir com interfaces da rede existente e serviços *end-to-end* (fim a fim). O BICC foi projetado para ser totalmente compatível com as redes existentes e qualquer sistema capaz de levar mensagens de voz. O BICC suporta serviços ISDN de banda estreita, independentemente do portador e sinalização de transporte de mensagem (TECHTARGET, 2015).

<sup>141</sup> MAP, ou *Mobile Application Part* (MAP), são mensagens enviadas entre os *switches* móveis e bancos de dados para suportar a autenticação do assinante, identificação do equipamento, e de *roaming* (deslocamento) do assinante (TECHTARGET, 2015).

<sup>142</sup> O *CAMEL Application Part* (CAP) é um protocolo de sinalização usado na arquitetura de Rede Inteligente (IN). O CAP é um protocolo de usuário remoto do Serviço de Operações Elemento (ROSE, *Remote Operations Service Element*), e é um protocolo de uma camada acima da camada *Transaction Capabilities Application Part* (TCAP) do conjunto de protocolos SS7. O CAP é baseado em um subconjunto do núcleo do ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) e permite a implementação de "*carrier-grade*", composto de serviços de valor agregado, tais como mensagens unificadas, pré-pago, controle de fraudes e de telefone gratuito em redes de dados, tanto a voz GSM e GPRS (TECHTARGET, 2015).

Figura 33 - Fase 2 da Migração. Sítios passam a ser conectados via rede IP/MPLS. Primeira Mudança



Fonte: O Autor (2015).

- **Fase 3: Migração de sinalização (SIGTRAN) concluída**

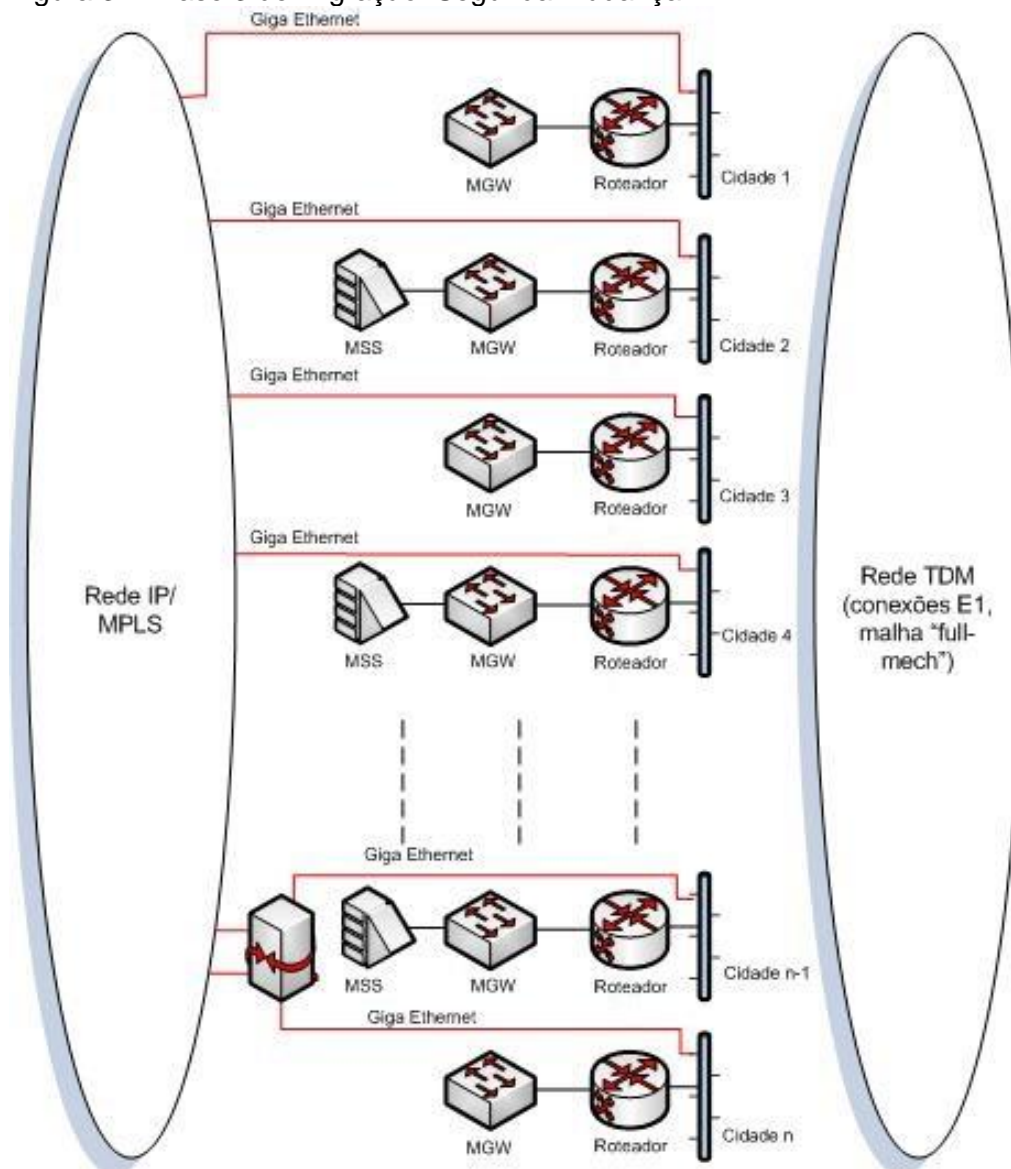
Durante a segunda mudança, introduzida pela Fase 3, três grandes movimentos foram executados:

- Todos os MSS devem ser instalados com capacidades de assinantes regionais, de acordo com um planejamento prévio, e com função de controle dos MGW conforme já mostrado na figura 27;
- Os STP (Pontos de sinalização) foram conectados à rede IPBB e receberam tráfego de sinalização de todos os MSS da rede através da rede IPBB.

- Os MSS foram conectados à rede IPBB e o tráfego de sinalização é encaminhado aos STP (BICC, ISUP, MAP, CAP) e MGW (H.248, BSSAP).

O resultado dessa fase pode ser visto na figura 34, a seguir. Nela observa-se que todos da MSS estão instalados e todo o tráfego de sinalização irá percorrer a rede IPBB. Logo não existirão mais conexões E1 após esta fase.

Figura 34 - Fase 3 de migração: Segunda mudança

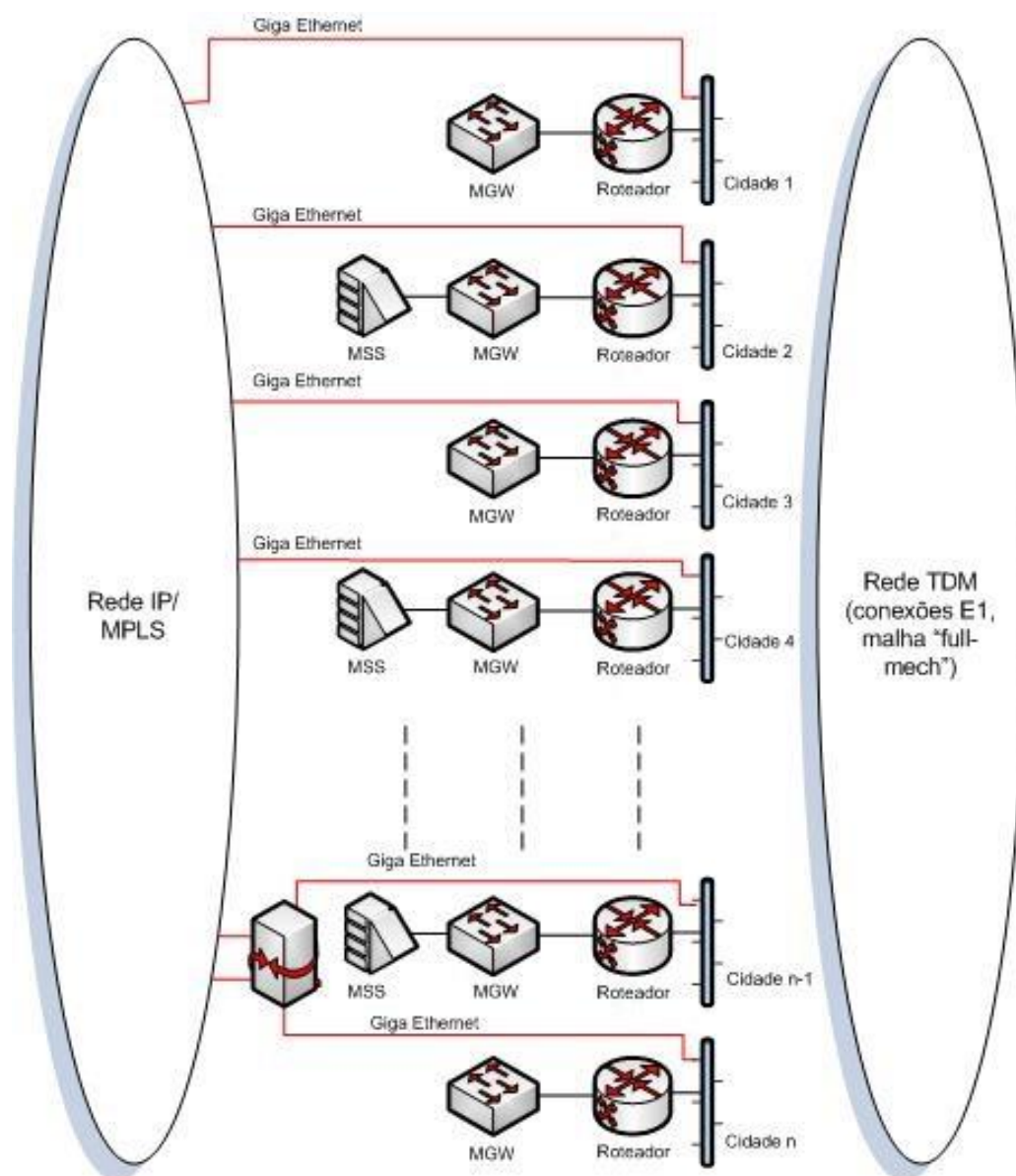


Fonte: O autor (2015)

- Fase 4: Todas conexões especiais de voz e Sinalização, ao longo da rede IPBB, e todos os novos elementos de redes instalados:**

A fase final apenas sumariza todas as alterações feitas em fases anteriores e inclui todos os elementos de rede integrados. Na figura 35, mostra-se o resultado após a fase final.

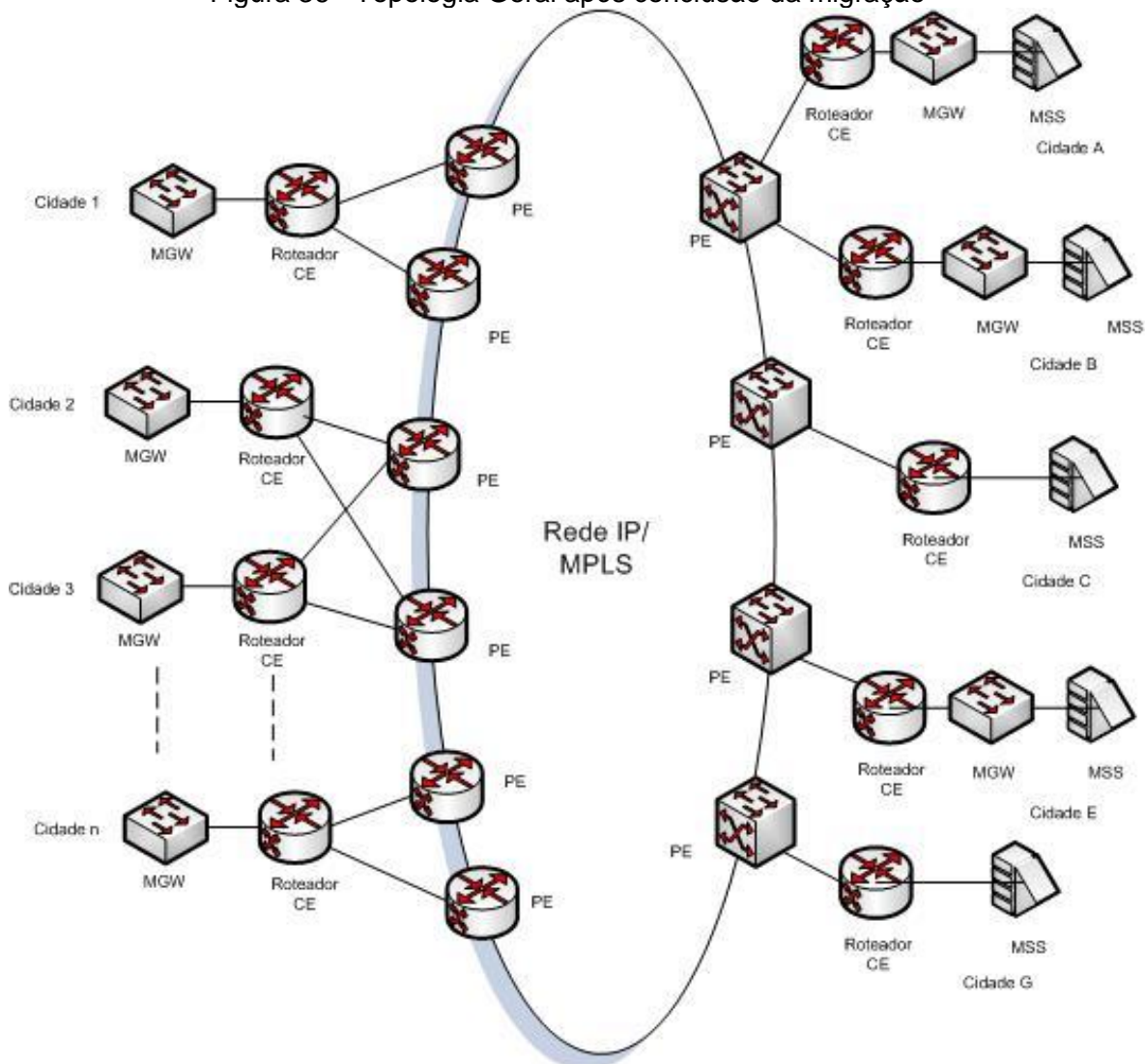
Figura 35 - Finalização de migração, incluindo todos os novos elementos



Fonte: O autor (2005).

Na figura 36, a seguir, é mostrada a Topologia Geral, após conclusão da migração.

Figura 36 - Topologia Geral após conclusão da migração



Fonte: O autor (2015).

A fim de fornecer transporte de tráfego VoIP à Rede Metropolitana (IPBB), as soluções de conectividade da Fabricante A foram ajustadas de maneira que o resultado atendesse aos seguintes requisitos:

1. *Backbone* baseados em IP, que pode ser utilizado para o transporte de tráfego plano de controle.
2. *Backbone* baseados em IP, que pode ser utilizado para o transporte de tráfego plano de usuário.

3. *Backbone* baseados em IP, que pode ser utilizado para o transporte de tráfego de dados adicional, com as prioridades em comum, como, por exemplo, de O & M, de cobrança, de tráfego GPRS e de tráfego de dados.
4. Temporização de "*fail-over*"<sup>143</sup> para *backbone*, que corresponde a 50 ms.
5. Implementação de redundância e resiliência<sup>144</sup>, que atenda aos níveis de requisitos da Operadora.
6. Níveis adequados de QoS e de TE (Engenharia de Tráfego) para permitir mix de tráfego sem degradar a qualidade de voz.

Com base nos requisitos da rede IPBB da OPERADORA X e da engenharia aplicada, os seguintes conceitos foram utilizados:

- O Roteamento IP do Roteador do Fabricante C para os roteadores da rede IPBB foi baseado em EBGp<sup>145</sup>.
- O QoS foi garantido pelo uso das propriedades de Política de QoS para o tráfego misto através de VPN do *Backbone* MPLS. O roteador PE, para este VPN, é *Router Gateway* da rede IPBB em cada cidade.

Os dados de entrada da rede (**tipos e parâmetros de tráfego**) foram acordados com a OPERADORA X e puderam ser considerados com base na entrada da rede da OPERADORA X, ou puderam ainda ser baseados em premissas e valores já experimentados em planejamentos da Fabricante A. Foram levados em conta, também, a configuração do *hardware* da MSS e do MGW. Em geral, é importante se comparar e verificar a consistência de

---

<sup>143</sup> *Failover* é um modo de operação de *backup* em que as funções de um componente do sistema (como um processador, servidor, rede ou banco de dados, por exemplo) são assumidos pelos componentes do sistema secundário, quando o componente primário se tornar indisponível por qualquer falha ou se for programado o tempo de inatividade (TECHOPEDIA, 2015).

<sup>144</sup> **Resiliência**, em tecnologia da informação, é a capacidade de um servidor, rede, sistema de armazenamento, ou todo o Data Center, para continuar a funcionar, mesmo quando houve uma falha de equipamento, falta de energia ou outra interrupção (THEFREEDICTIONARY, 2015).

<sup>145</sup> O *External Border Gateway Protocol* (EBGP) é uma extensão do Border Gateway Protocol (BGP), que é utilizado para a comunicação entre os sistemas autônomos distintos (AS). O EBGp permite conexões de rede entre sistemas autônomos e sistemas autônomos implementados com BGP. Ele serve como o protocolo primário por trás da Internet global ou da conectividade de AS (*Autonomous Systems*) (TECHOPEDIA, 2015).

dimensionamento do *Hardware* da IPBB e da NSS (*Network and Switching Subsystem*).

No **Plano de Usuário**, os números de canais (portas IPBB) e *throughputs* resultantes em Mbps foram calculados a partir dos valores de *Erlang*<sup>146</sup>, dados pelo padrão da operadora e usando a fórmula de *Erlang-B*<sup>147</sup> com a taxa de bloqueio Tronco.

As seguintes restrições e premissas devem ser consideradas:

- Todos os VMS (Sistema de Correio de Voz) e tráfego de Call Center passam apenas por um sítio, por exemplo, a Cidade E na figura 36.
- O tráfego LI (Interceptação Legal) é assumido como sendo de 1% do total do tráfego do MGW de origem.

No **Plano de Controle**, a Sinalização de Trânsito virtualmente foi gerada pelo assinante ou BHCA<sup>148</sup>, por local, e é calculado de acordo com valores pré-estabelecidos para cada cidade da rede.

---

<sup>146</sup> O **Erlang** (símbolo E) é uma unidade sem dimensão, que é usada na telefonia como uma medida de carga oferecida ou transportada sobre os elementos de prestação de serviços, tais como circuitos de telefone ou equipamento de comutação telefônica. Por exemplo, um circuito de tronco único tem a capacidade de ser usado durante 60 minutos em uma hora. Se cem chamadas de seis minutos são recebidas em um grupo de tais circuitos, em seguida, o tráfego total nessa hora é 600 minutos ou 10 erlangs. O tráfego oferecido (em *erlangs*) está relacionado com a taxa de chamada de chegada,  $\lambda$ , o tempo médio de retenção de chamada,  $h$ , por:  $E = \lambda h$  (TECHTARGET, 2015).

<sup>147</sup> *Erlang B* é uma fórmula de modelagem de tráfego que é amplamente utilizada em agendamento de *Call Centers*. A fórmula pode ser usada para calcular qualquer um dos seguintes três fatores, se são conhecidos ou se poderiam ser previstos os outros dois: 1) Tráfego Hora de Maior Movimento (BHT, *Busy Hour Traffic*): o número de horas de tráfego de chamadas durante a hora de maior movimento de operação; 2) Bloqueio: a percentagem de chamadas que são bloqueadas porque não existem linhas disponíveis; 3) Linhas: o número de linhas em um grupo de troncos (TECHTARGET, 2015).

<sup>148</sup> *BHCA* (*busy hour call attempts*): Nas telecomunicações, as "tentativas de chamada hora-ocupado" (BHCA) é uma medida de engenharia de teletráfego usada para avaliar a capacidade plano para redes de telefonia. BHCA é o número de chamadas telefônicas tentadas na hora mais movimentada do dia (hora de pico), e quanto maior for o BHCA, maior a pressão sobre os processadores da rede (TECHOPEDIA, 2015).



O tráfego de O&M<sup>149</sup> foi formado pela camada de O&M que é responsável por lidar com todas as operações e tráfego de manutenção, como TELNET, FTP, SNMP, SSH e CLNS<sup>150</sup> (aplicações encapsuladas pelo túnel GRE<sup>151</sup>).

A conectividade entre os MSS e MGW, ocorre da forma a seguir: o MGW recebe troncos STM ou TDM a partir de qualquer conexão entre pares no Plano de Usuário e fornece saídas através de interfaces GigaBit Ethernet para os roteadores do sítio, que ligam o plano de usuário com o *Backbone* IP / MPLS.

As conexões do Plano de Controle foram estabelecidas através do mesmo *Backbone* físico entre a MSS e o MGW. Cada elemento de rede, MSS e MGW, tem seus próprio *switches* LAN, implementados como *Plug-in-Units*<sup>152</sup> no *rack* de *hardware*.

---

<sup>149</sup> O&M: *Operations & Maintenance centre* ou *Operations Support Systems* . Centro de Operação e Manutenção, usado para configurar e provisionar os nós da rede de núcleo (TECHTARGET, 2015).

<sup>150</sup> CLNS (*Connection-Less Network Service*, ou Serviço de rede sem conexão) em combinação com protocolo CLNP (*Connection-Less Network Service Network Protocol*) é o equivalente ISO ao IP. O CLNS e CLNP usam longos endereços de comprimento variável, tornando-se um sucessor viável para IPv4. No momento em que a comunidade IETF começou a projetar o IP de próxima geração (antes do IPv6 aparecer "na prancheta"), as propostas de usar CLNS foram levadas muito a sério, embora eles tenham usado siglas interessantes como TUBA (TCP e UDP sobre endereços mais altos) e FOOBAR (operação de FTP para registros de endereços mais altos) (TECHTARGET, 2015).

<sup>151</sup> O *Generic Routing Encapsulation (GRE)*, definido pela RFC 2784, é um protocolo de encapsulamento de pacotes IP simples. Um túnel GRE é usado quando os pacotes IP precisam ser enviados a partir de uma rede para outra, sem ser analisado ou tratado como pacotes IP por qualquer *routers* intervenientes (TECHTARGET, 2015).

<sup>152</sup> As *Plug-in-units* são unidades mecânicas que servem de posicionamento de uma ou mais placas de circuito impresso (PCB). As PCBs instaladas em uma unidade de *plug-in*, assim, formam uma unidade maior, fechada e passível de ser testada. Estas unidades funcionais são instaladas em *subracks* (TECHTARGET, 2015).

No MGW, foi previsto um par único de SWU (*Switching Units*, unidades de comutação) redundantes, tipo 2N <sup>153</sup>, existentes para todo o elemento de rede no primeiro *Rack* (gabinete). Unidades de extensão do *Rack* foram conectadas internamente a esses SWUs e todo tráfego do Plano de Controle e O & M é encaminhado ao IPBB através do SWU ativa. Internamente, cada unidade oferece duas conexões, uma no modo ativo e outra no modo de *standby* do SWU. Os SWU ativos e em *standby* SWU podem ser definidos de forma independente para cada unidade do o MGW, permitindo, assim, *loadsharing* (compartilhamento de carga) entre os SWU.

As conexões do plano do usuário foram realizadas através de Unidades IP-NIU, as quais permitem várias opções de conectividade Ethernet para os roteadores do sítio e para o IPBB. Estas opções geralmente podem ser Ethernet óptica de 1Gbps, Ethernet de cobre de 1 Gbps ou outras combinações de Ethernet de 1 Gbps e 100 Mbps.

Dispositivos baseados em *hardware* MSC *Server* conectam-se a rede IPBB usando um par IP-NIU primário redundante por gabinete. No máximo, o MSS pode ter 4 *racks*. Além de tráfego de O & M e de controle, as mesmas conexões foram usadas também para dados de tarifação.

Apesar do projeto original ter sido bem delineado nas áreas já apresentadas, faltava ainda um estudo mais aprofundado sobre um dos pontos que mais preocupava as operadoras de telecomunicações, os assinantes e as

---

<sup>153</sup> **Redundância N + 1** é uma forma de resiliência que assegura a disponibilidade do sistema em caso de falha de um componente na maioria dos sistemas. O componentes (N) têm pelo menos um componente de apoio independente (1). O nível de resiliência é referido como ativo/passivo ou *standby*, e como componentes de *backup*, não participam ativamente estar dentro do sistema durante a operação normal. O nível de transparência (interrupção de disponibilidade do sistema) durante o *failover* é dependente de uma solução específica, embora a degradação para a resiliência do sistema ocorrerá durante o *failover*. Já a **Redundância 2N** oferece o dobro da quantidade de dispositivos, ou elementos, que se precisa. Em um Data Center, um sistema 2N contém o dobro da quantidade de dispositivos necessários, que funcionam separadamente, sem pontos únicos de falha. Estes sistemas 2N são muito mais confiáveis do que um sistema de N+1, porque eles oferecem um sistema totalmente redundante que pode ser facilmente mantido em uma base regular, sem perder qualquer funcionalidade para outros sistemas. Em caso de uma falha prolongada, um sistema 2N manteria o sistema em funcionamento (DATACENTERS, 2015).

agências reguladoras, ou seja, a rede precisava oferecer um ótimo nível de disponibilidade e um tratamento de falhas eficiente. Na sessão a seguir, essas questões serão melhor apresentadas.

#### 4.3 DESAFIOS RELACIONADOS COM O TRATAMENTO DE FALHAS E DISPONIBILIDADE DA REDE

Após avaliação mais detalhada sobre a resiliência da rede, percebeu-se que a rede necessitaria de um nível melhor de redundância. Duas soluções se mostraram adequadas. Em geral, usam-se duas opções de conectividade: redundância plena e conectividade com otimização de custos.

Na época do projeto, o investimento para a melhor solução (**redundância plena**) seria da ordem de várias centenas de milhares de Euros por localidade, isso se somente o tráfego de voz fosse levado em conta. Foi verificado que, dessa forma, a disponibilidade do *hardware* seria de 99,999992% para toda a solução, ou seja, todo o caminho da conexão entre MGW e o *Backbone* IP (IPBB) estaria com alta disponibilidade.

Foi prevista, também, uma outra solução de **otimização de custos**, para conectividade dos sítios, baseada em um único roteador, com fonte de alimentação redundante e mecanismo supervisor redundante. O investimento para esta solução, se apenas o tráfego de voz fosse levado em conta, geralmente é de cerca de uma centena de milhares de Euros por MGW. O Fabricante A documentou a disponibilidade do *hardware* nesta solução, com 99,99% para o sistema como um todo, ou seja, todo o caminho da ligação a partir do MGW no IPBB.

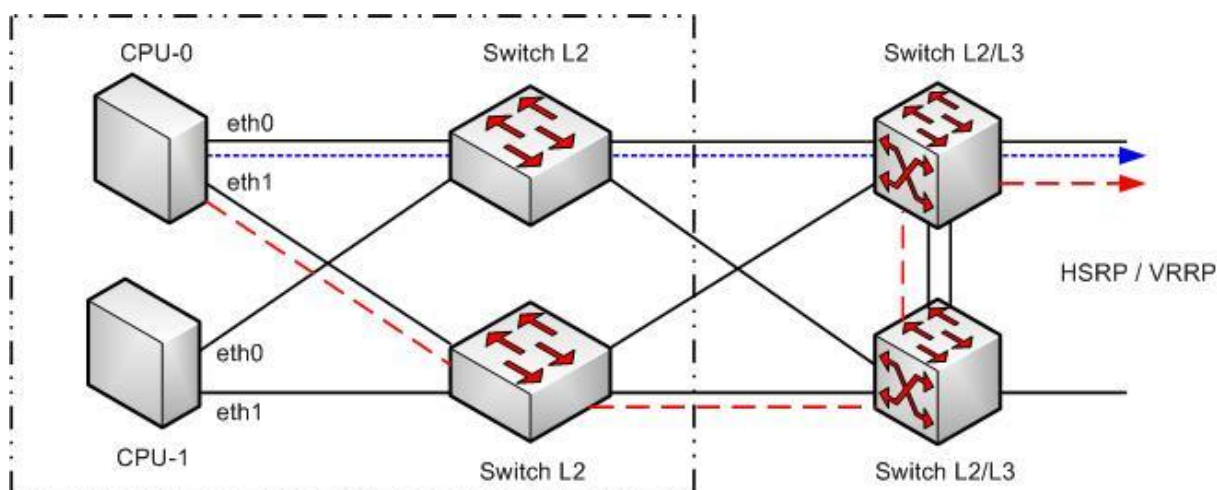
Em ambas as soluções, as falhas da conexão podem ser recuperadas dentro de um segundo. Em caso de solução de roteadores locais totalmente redundantes, a recuperação de falhas de *hardware*, pode geralmente ser mais rápida.

No MSS, bem como no MGW, cada Unidade de CPU (ou seja, todo plano de controle, O & M e unidades de carregamento) é conectado via *interfaces* Ethernet redundantes 2N.

A figura 37, a seguir, ilustra o caminho de toda a redundância no nível de serviço, a partir de CPU (serviço) na IPBB. Como mostra a figura, todos HW como Unidades de CPU, *interfaces* e caminhos físicos possuem redundância tipo 2N. O Nível de resiliência da aplicação é provido através do SCTP *multihoming*.<sup>154</sup>

As unidades de transcodificação no plano do utilizador eram redundantes N+1, como representado na figura 37, a seguir.

Figura 37 - Princípio de resiliência geral de LAN



Fonte: O autor (2015).

A Resiliência Geral de LAN foi aplicada em diferentes níveis:

- CPU: Cada placa de CPU possui portas LAN duplicadas. Pode-se configurá-las em *active* ou *stand* por prioridade;
- Os *Switches* de LAN Integrados foram conectados aos *Switches* Redundantes L2 / L3.

<sup>154</sup> SCTP Multihoming: *Stream Control Transmission Protocol* especificado no IETF RFC 2960, semelhante ao TCP, difere no apoio a vários fluxos independentes de pacotes, que impede que ocorra uma falha em um fluxo de *backup* de pacotes em todas as correntes (CISCO, 2014).

- Os protocolos RSTP / MSTP proveem convergência rápida, no caso dos sítios de L2 / L3 ou em falhas de conexão;
- Em caso de falha, o endereço IP permanece ativo, mas o novo endereço físico foi usado após exceção do ARP<sup>155</sup> (*eth1* foi a *interface* ativa ao invés de *eth 0*) e esta nova rota é anunciada para o roteador do sítio.
- O Protocolo HSRP <sup>156</sup> é usado para prover resiliência ao roteador do sítio. O HSRP é ativado para todas as VLAN com necessidade de resiliência.

A resiliência sobre o Nível de Aplicação do plano de Controle é feita através de protocolo *multi-homing* SCTP. O protocolo SCTP detecta falhas de caminho, inicia nova transmissão de dados e, finalmente, a alternância de caminho, mantendo a transparência absoluta para a aplicação, usando serviços SCTP. Subjacente redundância e utilização de protocolos HSRP e STP LAN permitem rápida recuperação e a funcionalidade "*hot standby*" em todos os cenários possíveis de falha.

O tempo de recuperação para aplicações do Plano de Controle depende de parâmetros do SCTP. Com os parâmetros do Fabricante A pré-definidos, o chaveamento de caminho do SCTP pode ser conseguido em menos de 800 ms. O tráfego de/para a CPU foi atrasado (aplicação de um *delay*) para aquele intervalo, quando a retransmissão é feita através do caminho secundário. Todo o tráfego de atraso é armazenado em *Buffer* e não há perda de pacotes para sinalização de dados.

---

<sup>155</sup> O *Address Resolution Protocol* (ARP) é um protocolo de rede de baixo nível usado para traduzir endereços da camada de rede em endereços da camada de enlace. O ARP situa-se entre as camadas 2 e 3 do modelo OSI, embora o ARP não fosse incluído no quadro OSI e permitesse que os computadores apresentassem uns aos outros através de uma rede antes da comunicação. Como os protocolos são unidades básicas de comunicação de rede, a resolução de endereço é dependente de protocolos como ARP, que é o único método confiável de lidar com as tarefas exigidas (TECHTARGET, 2015).

<sup>156</sup> *Hot Standby Router Protocol* (HSRP) é um protocolo de roteamento que permite que computadores *host* da Internet usem vários roteadores que funcionam como um único roteador virtual, mantendo a conectividade, mesmo se o primeiro *router hop* falhar, porque outros roteadores estão em estado de "*hot standby*". (CISCO, 2014).

O tempo de recuperação para falhas de CPU é de cerca de 1 minuto. No caso de falha de uma placa CPU, procedimentos de alerta automático foram não iniciados. Processos em execução são bloqueados enquanto os procedimentos de alerta são feitos. Os endereços IP lógicos são passados para a nova unidade de CPU, o seu endereço MAC é anunciado com ARP. Todas as associações de SIGTRAN e inscrições no MGW são restabelecidas na nova unidade ativa.

Para falhas de uma única *interface* em uma unidade *Plug-in* da CPU, ações de recuperação da placa de CPU levarão no máximo 1 segundo. O *driver* de Ethernet da CPU muda para a *interface* redundante e o tráfego passa através do SWU (*Switch Unit*) redundante. Todo o tráfego da unidade de CPU em questão é bloqueado durante o tempo de recuperação; tanto o tráfego de conexão *uplink* quanto o de conexão *download* é afetado. O endereço IP é passado para a *interface* redundante, o endereço MAC é anunciado *cache* ARP e a tabela ARP é atualizada no roteador do sítio.

Os processos de falha acima foram todos revistos, buscando soluções (acima apresentadas) a fim de otimizar o nível de resiliência da rede. A solução HSRP se mostrou bastante eficiente em testes de simulação de falhas. Em redes com um nível de exigência de desempenho da ordem de 99,999992%, praticamente não há margem para falhas.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO

Além das questões tecnológicas apresentadas, é importante relatar que, apesar do aparente aspecto de um rigor técnico, sugerindo alguma solução previamente já devidamente concluída, muitas soluções surgiram de diversas

reuniões do tipo "*brainstorming*"<sup>157</sup>, com acaloradas discussões acerca de qual solução, tecnologia ou estratégia deveria ser usada em determinados problemas. As soluções tecnológicas, muitas vezes, "nascem" desses debates com a participação de equipes multidisciplinares. No projeto em questão, de uma rede CMN com arquiteturas IMS e NGN, que envolveu a participação de diversos especialistas, existe uma verdadeira miscelânea de princípios, conceitos e técnicas de engenharia eletrônica, tecnologia da informação, tecnologia telefônica, tecnologia de redes de dados e muitas outras áreas de conhecimentos. Portanto, esse debate é extremamente necessário, para que se possa chegar a um consenso sobre quais soluções devem ser adotadas.

Para a gestão do projeto, é um grande desafio lidar com todos esses profissionais, tecnologias e métodos, muitas vezes bastante diferenciados entre si. Ao gestor do projeto, ou à organização, é necessário uso de técnicas de administração, logística, gerenciamento de projetos, mas principalmente de uma boa dose de "*feeling*"<sup>158</sup>, principalmente nas tomadas de decisão. Às vezes, apenas o uso de melhores práticas não é suficiente para uma correta tomada de decisão, visto que muitos fatores estão envolvidos num projeto desse tipo. Portanto, a despeito da importância da capacitação profissional, a experiência é, sem sombra de dúvida, uma bússola que pode auxiliar o profissional de gestão, principalmente em situações onde a necessidade de urgência é bastante alta.

---

<sup>157</sup> *Brainstorming* significa tempestade cerebral ou tempestade de idéias. É uma expressão inglesa formada pela junção das palavras "brain", que significa cérebro, intelecto e "storm", que significa tempestade. O *brainstorming* é uma dinâmica de grupo que é usada em várias empresas como uma técnica para resolver problemas específicos, para desenvolver novas ideias ou projetos, para juntar informação e para estimular o pensamento criativo (SIGNIFICADOS, 2015).

<sup>158</sup> *Feeling* é uma palavra em inglês que em português significa sentimento e procura descrever a sensação física de tocar, a sensação sentida de calor, de afago de parceria e cumplicidade. A palavra feeling também pode querer dizer pressentimento. "É bastante comum ouvir pessoas falando que estão com um feeling de que algo possa dar errado, ou com um feeling de que uma coisa boa está por vir. Feeling - os sentimentos, são conhecidos como sendo um estado de consciência, resultante dos sentimentos, das emoções ou dos desejos. Os sentimentos instintivos, como a intuição, são responsáveis pela maneira como o indivíduo se porta frente a situações onde procura, por exemplo ajudar..." (SIGNIFICADOS, 2015).

Outro aspecto importante é o **fator tempo**. Para um projetista, ou gerente de projetos, uma das questões mais importantes é que o mesmo tenha a informação clara de quanto tempo seria necessário para realizar seu trabalho e quais recursos estarão a sua disposição para que o projeto tenha êxito. Se observamos o gerenciamento de tempo tratado pelo PMI, a gestão de projetos da organização deve ter uma visão de clara da definição de atividades, do sequenciamento de atividades, da estimativa de duração das atividades, do desenvolvimento e controle do cronograma. Quando essas questões não são devidamente observadas, corre-se o risco de ocorrer casos como o aqui mencionado. Como exemplo, o autor do presente trabalho, ao receber a demanda do mencionado projeto, foi informado de que o projeto estava com um *product backlog*<sup>159</sup> que representaria uma demanda em atraso de mais de seis meses. Isso mostra a falta de um melhor planejamento do projeto e de estimativa dos recursos humanos que seriam necessários. Conforme mencionado pelos entrevistados da presente dissertação, vê-se que, ao serem questionados sobre "qual foi a maior dificuldade ou desafio encontrado durante o projeto", a resposta do entrevistado 1 foi "alinhar os requisitos do cliente em tempo hábil [...] o cliente demora a entregar os requisitos e, muitas vezes, entrega os requisitos mal fundamentados" (ENTREVISTADO 1, 2015). (ANEXO A). O outro entrevistado respondeu "nota-se a falta de um melhor planejamento do projeto, maior clareza de quais objetivos eram esperados e quais os recursos estariam a nossa disposição" (ENTREVISTADO 3, 2015). (ANEXO A). Em outra pergunta nota-se também certa crítica sobre os recursos e insumos entregues aos projetistas:

Pergunta: Você recebeu todos os insumos, ferramentas, dados, necessários a execução do projeto? Resposta: Não. Faltaram documentos do planejamento do projeto, dados sobre cronograma, e maior transparência da gestão do departamento. Não havia laboratório para realização de testes e foi necessário improvisar com *softwares* de simulação (não fornecidos pela empresa) para testar as soluções novas. Esse tipo de situação poderia colocar em risco a fase implantação. Foi necessária uma boa dose de improviso durante o projeto. (ENTREVISTADO 3, 2015, p. 240). (ANEXO A).

---

<sup>159</sup> No *SCRUM* se trabalha com o **product backlog**, um registro que contém áreas do produto que devem ser desenvolvidas. Do *product backlog* é criado o *release backlog*, que é a junção dos requisitos do *product backlog* que vão ser trabalhados, de acordo com a prioridade de cada um [...]. *SCRUM* é a palavra que descreve uma metodologia usada para uma gestão dinâmica de projetos (SIGNIFICADOS, 2015).



Como se pode verificar, caso a organização não se preocupe com detalhes importantes do projeto, problemas no decorrer do mesmo podem ocorrer. Neste caso em específico, graças a grande determinação da equipe de projetos em prever e simular futuros problemas, não ocorreram maiores incidentes na fase de implantação, de forma que, no dia da migração, o qual todos acompanharam atentamente, a mesma transcorreu sem problemas <sup>160</sup>.

Por tudo isso, pode-se claramente perceber o quanto é importante que a organização possa utilizar-se de uma forte abordagem de gestão de projetos, e não apenas se fixar nas questões tecnológicas, as quais eram muito significativas, mas sozinhas não definem o sucesso do projeto.

Uma outra questão que merece crédito, observada não apenas no projeto em questão, mas em diversos outros projetos, foi a falta do crédito ao esforço desempenhado pelos projetistas na idealização de novas soluções. Um projeto do porte aqui mencionado exige que, muitas vezes, os profissionais apresentem um nível de dedicação extraordinário. Ainda mais no presente caso, devido ao *product backlog* ter sido tão elevado, o que obriga a equipe a dedicar um nível de esforço além do normal para tentar-se cumprir o prazo previsto. Porém, uma vez concluído o projeto, e cumprido o prazo, a sensação final muitas vezes pode ser de frustração, não pelo objetivos concluídos, mas pela falta de crédito ou reconhecimento ao esforço e trabalho realizados. Isso ocorre, pois muitas organizações não se atentam para o fato de que estão lidando com seres humanos, que, diferentemente das máquinas, necessitam de motivação e reconhecimento para desempenharem suas atividades com satisfação e, conseqüentemente com maior competência, pois, conforme observou Marcos Bueno (2002), os seres humanos não podem ser comparados com máquinas:

[...] A tecnologia não alterou a natureza humana, mas lançou definitivamente uma nova forma para abordagem de temas como produtividade, eficiência, informática, Internet, espírito de equipe, crescimento de empresas e funcionários, temas presentes em um

---

<sup>160</sup> A migração de geração de uma rede CMN é acompanhada com muita atenção por toda organização. Caso ocorresse algum problema grave, seria acionado o plano de contingência, no qual seriam executados os passos de *fallback* (processo de contingência, retornando o sistema à situação original).

ambiente de trabalho cada vez mais competitivo e internacionalizado. Sob muitos aspectos, esses temas são psicológicos por natureza e, portanto, necessitam de soluções e reflexões também psicológicas. Talvez pareça óbvio, mas muitos profissionais estão despertando apenas agora para o fato de que seres humanos não são máquinas destituídas de emoções e que desapaixonadamente deixam de fora o seu próprio interesse. Ao contrário, agem de acordo com valores, atitudes e motivos que têm sua própria lógica - e força - em todos os aspectos da vida econômica, desde o trabalho até o comportamento do consumidor. (BUENO, 2002, p.1).

A inobservância dessas questões pode trazer, à organização, um custo alto na forma de desmotivação e, conseqüentemente, comprometendo o resultado final. Não obstante, grandes empresas, algumas multinacionais, não têm atentado para esse problema e amargam resultados que poderiam ter sido bem melhores.

Todo projeto, principalmente os projetos de implantação de novas tecnologias, apresenta uma série de desafios e no caso do projeto em estudo não foi diferente. A seguir, serão tratadas as maiores dificuldades encontradas no projeto em questão.

#### **4.4.1 Dificuldades relacionadas com o projeto**

Fazendo referência às "dificuldades relacionadas à gestão de projetos de TI" (item 3.5), em relação ao projeto aqui apresentado, tais dificuldades foram sentidas de forma especial, visto que gerir projetos de telecomunicações é um "capítulo" especial no estudo de gestão de projetos. O projeto aqui tratado, de fato, não foi o primeiro projeto de telecomunicações envolvendo a implantação de redes CMN padrão 3GPP no mundo, mas, com certeza, foi o primeiro do Brasil. Portanto, muitas dificuldades foram detectadas durante as fases de projeto, planejamento e de implantação. A presente sessão abordará as duas primeiras fases. A seguir trataremos de cada uma das questões relacionadas no item 3.5, com um enfoque específico ao projeto em questão:

- **Avaliação dos recursos disponíveis (técnicos, humanos e**

**financeiros):**

Conforme mencionado pelo entrevistados 2 e 3, os recursos eram limitados (ANEXO A). Segundo o entrevistado 2, quando questionado se havia recebido todos os insumos, ferramentas e dados, necessários a execução do projeto, respondeu que "foi necessária uma boa dose de criatividade e de busca pessoal por recursos e ferramentas". Já o entrevistado 3, relatou que "faltaram documentos do planejamento do projeto, dados sobre cronograma, e maior transparência da gestão do departamento. Não havia laboratório para realização de testes [...]". (ANEXO A). É muito difícil poder se avaliar resultados de técnicas ainda não completamente testadas, sem o uso de ferramentas especiais e de laboratórios adequados. Apesar do FABRICANTE A possuir grandes laboratórios na Europa, no Brasil os recursos eram muito limitados. Apenas os dispositivos relacionados com tecnologia de voz, como MSC, MSS, MGW, entre outros, foram utilizados pelos projetistas, mas com muitas restrições. Porém, no que se refere às tecnologias relacionadas às redes IP, não foi disponibilizado nenhum laboratório ou equipamento para a equipe de projetos. Conforme se pode perceber, mesmo projetos de alta complexidade, realizados por grandes empresas, muitas vezes faz uso de improvisos, o que, em projetos de tecnologia, deveria ser minimizado ao extremo.

Em relação aos recursos humanos disponibilizados para o projeto, podemos dizer, com certeza, que, no que se diz respeito a qualidade dos profissionais contratados para a equipe de projetos, foram os melhores do mercado, sem dúvida. Todos possuíam larga experiência nas áreas de telecomunicações, tecnologia da informação e gestão de projetos. O critério de seleção foi muito rigoroso. Porém a empresa falhou no número de profissionais contratados. No caso do projeto em questão, a equipe possuía apenas 4 projetistas e um líder de projeto. Devido à complexidade do projeto, seriam necessários o dobro de profissionais. Esta equipe de projetistas possuía profissionais dedicados a área de tecnologias de Voz (MSC, MSS, MGW entre outros), porém, na área de tecnologias IP (MPLS, QoS, VoIP, roteamento, entre outros), havia apenas um único profissional, o autor desta dissertação, sendo

alocado também para diversas funções complementares, como auxiliar da equipe de gestão de projetos, palestrante das principais apresentações para o cliente final (OPERADORA X), entre outros.

Para que o projeto tivesse um andamento mais rápido e um menor *product backlog*, seria necessário que houvessem mais profissionais distribuídos nas atividades, não somente de projetos mas de implantação. Como o número de profissionais era muito reduzido, houve uma certa sobrecarga de tarefas para cada um.

Quantos aos recursos financeiros disponibilizados no projeto, embora tais cifras não tenham sido declaradas abertamente, baseado no valor do projetos propostos ao cliente, pode-se deduzir que foram valores muitos significativos e supostamente suficientes para que as deficiências, já observadas acima, fossem minimizadas, no que se refere à falta de melhores condições de trabalho, com uso de laboratórios adequados e mais profissionais para uma melhor distribuição de tarefas.

Assim, como em outros países do mundo, especialmente no terceiro mundo, a implantação de novas tecnologias sempre foi um grande desafio. Na China, por exemplo, ao serem implantadas as redes 3G, em 2009, conforme se pode ver o artigo a seguir:

[...] o governo da China adotou uma abordagem relativamente equilibrada, na esperança de criar um grande nível de utilização na era 3G. No entanto, devido à presença de altos custos de uma substancial mudança, efeitos de substituição do atual modal de tecnologia, isto é, 2.5G, entre outros fatores tecnológicos e institucionais, a China não pode ter uma era 3G realística antes de se migrar para o 4G. Atualmente, há uma carência de um adequado impulso tecnológico ou incentivo de uma demanda para uma escala plena de comercialização do 3G - não há nenhum sinal de que esta situação irá mudar no curto prazo. (XIA, 2011, p.51).

Como se pode ver no caso da China, acima mencionado, sem um maior investimento por parte do governo e um incentivo ao aumento da demanda, os desafios são enormes.

- **Levantamento de requisitos para implantação do novo projeto:**

O levantamento de requisitos é um dos pontos mais críticos de qualquer projeto, especialmente de TI. No projeto em estudo, houveram problemas relacionados com essa questão, conforme menciona o entrevistado 1. Quando questionado "qual foi a maior dificuldade ou desafio encontrado durante o projeto", respondeu que foi "alinhar os requisitos do cliente em tempo hábil para desenvolver a solução do projeto. Na maioria dos casos, o cliente demora a entregar os requisitos e, muitas vezes, entrega os requisitos mal fundamentados" (ENTREVISTADO 1, 2015). (ANEXO A). Ao ser questionado sobre se os requisitos foram bem definidos, relatou que "muitas vezes, (o cliente) não sabe o que quer e ao longo do projeto começa a compreender melhor a solução e entrega o requisito mais fundamentado e preciso". Apesar da aparente aspereza das palavras, o projetista destacou que "saber o que se quer" é um ponto de fundamental importância para o cliente. Sem essa noção clara, o escopo do projeto pode ficar seriamente comprometido.

Conforme relata Spínola (2015), a fase de Análise de Requisitos é uma das fases mais importantes no desenvolvimento de Software, e é justamente por isso que os erros ocorrem na sua maioria nesta fase, como se pode ver na tabela 2, abaixo:

Tabela 2 - Cenário de desenvolvimento de sistemas de TI

	% do Custo de Desenvolvimento	% dos erros introduzidos	% dos erros encontrados	Custo relativo de correção
<b>Análise de requisitos</b>	5	55	18	1
<b>Projeto</b>	25	30	10	1 - 1,5
<b>Codificação e teste de unidade</b>	50			
<b>Teste</b>	10	10	50	1 - 5
<b>Validação e documentação</b>	10			
<b>Manutenção</b>		5	22	1 - 100

Fonte: Spínola (2015).

O custo do desenvolvimento na fase de análise de requisitos, embora seja de apenas 5% em média, tem o percentual de erros introduzidos nesta fase de cerca de 55%, demonstrando a importância desta fase no projeto, conforme observa Spínola (2015):

[...] o custo das atividades relacionadas à análise de requisitos é baixo. Por outro lado, é nesta fase que grande parte dos problemas são inseridos. Podemos perceber ainda analisando a primeira linha que o custo de correção destes problemas nesta fase é baixo. Continuando a análise, percebemos que estes defeitos não são tratados no momento devido, o que pode aumentar bastante o custo com o projeto. (SPÍNOLA, 2015).

De acordo com Spínola (2015), o *Standish Group* (2000) apresentou uma avaliação acerca dos fatores mais críticos para sucesso dos projetos de *software*. O resultado dos dez fatores mais lembrados pode ser visto na Tabela 3, a seguir. Pode-se perceber que três dos principais fatores são relacionados com as atividades de requisitos: (1) Requisitos Incompletos; (2) Falta de Envolvimento do Usuário; (6) Mudança de Requisitos e Especificações.

Tabela 3 - Fatores críticos do sucesso

<b>Fatores Críticos</b>	<b>Percentual</b>
1 Requisitos Incompletos	13.1%
2 Falta de Envolvimento do Usuário	12.4%
3 Falta de Recursos	10,6%
4 Expectativas Irreais	9,9%
5 Falta de Apoio Executivo	9,3%
6 Mudança de Requisitos e Especificações	8,7%
7 Falta de Planejamento	8,1%
8 Sistema não mais necessário	7,5%

Fonte: Spínola (2015) apud *Standish Group* (2000).

Uma outra conclusão, a partir da pesquisa realizada pelo *Standish Group* (2000), é que um alto percentual de gerentes executivos acreditam que existem mais falhas nos projetos de hoje do que haviam a 5 anos atrás e até há dez anos atrás, apesar do fato de que a tecnologia já teve tempo suficiente para amadurecer. Porém, talvez pela taxa do aparecimento de novas tecnologias ser maior do que a da taxa de compreensão e do amadurecimento das mesmas, pode-se concluir porque um criterioso levantamento de requisitos é tão importante para se minimizar os erros de um projeto.

No caso do projeto em questão, não foi diferente, conforme foi relatado nas entrevistas, do projeto em estudo, a fase análise de requisitos careceu de maiores cuidados por parte da organização. Graças à dedicação e ao alto nível de criatividade da equipe, foi possível contornar esse problema.

- **Desafios no uso de novas tecnologias:**

A migração de um sistema de telefonia celular para uma nova geração de tecnologia implica no uso de novas tecnologias, algumas das quais, na ocasião, haviam acabado de sair do nível de testes e de homologação para o "mundo real". No estudo de caso aqui apresentado, foram utilizados os dispositivos e tecnologias mais modernos do momento. A arquitetura de redes NGN despontava

como uma nova e avançada alternativa para a consolidação da rede CMN padrão 3G. Os ISP (*Internet Service Provider*) buscavam uma alternativa tecnológica que possibilitasse uma melhor congruência entre as redes telefônicas celulares tradicionais e as redes IP. Além disso, o uso das redes MPLS, como *backbone* das redes CMN, propiciou mais qualidade de serviço às redes NGN. Por essas e outras razões, a OPERADORA X optou por estas soluções tecnológicas. Para tanto, era necessário que a OPERADORA X escolhesse um *vendor* que pudesse garantir alta performance, disponibilidade e QoS, características que foram encontradas no FABRICANTE A. Este *vendor* possuía todo know-how necessário para implantar a nova rede CMN 3G com arquitetura NGN/IMS e, em conjunto com outros *vendors*, ajudou no desenvolvimento de dispositivos que possibilitaram a criação desta arquitetura.

Foi opinião da maioria dos entrevistados que a tecnologia utilizada para este projeto foi uma das melhores do momento, conforme mencionam os entrevistados 2 e 3. Ao ser questionado em relação à tecnologia usada, se foi a melhor escolha, o entrevistado 2 respondeu que "foi a melhor que se dispunha, dada a urgência [...]". Já o entrevistado 3, comentou que "na época, foi a tecnologia mais recente para redes de telefonia celular 3G, testada em outros países." (ENTREVISTADO 2, 2015). (ANEXO A).

Muitas das tecnologias utilizadas no projeto em questão, na época da implantação, foram recém criadas e algumas ainda estavam sendo absorvidas pelos engenheiros e técnicos. Tecnologias de ponta, trazem o inconveniente de não serem completamente dominadas por aqueles que a irão implantar, tornando necessário um estudo profundo e intensivo das mesmas, por parte de todos os participantes do projeto.

- **Dificuldade na prospecção de pessoal especializado**

Devido a alta complexidade do projeto, a equipe técnica deveria ser capaz de compreender, utilizar, configurar e implantar os novos dispositivos. Para isso, o



FABRICANTE A teria dois caminhos a escolher: capacitar a equipe ou contratar novos profissionais já capacitados. Foi escolhida a segunda alternativa. Por entender que o tempo, para implantação da nova solução, era demasiado curto, foi necessário contratar pessoas com experiência e conhecimento prévio da tecnologia. Porém, como essa tecnologia era nova, não foi uma tarefa fácil a prospecção de novos profissionais, logo a empresa preferiu contratar profissionais *seniors* em sua maioria e ofereceu capacitação básica do projeto para esses profissionais. No entanto, foi necessária uma boa dose de iniciativa e criatividade dos profissionais, já que a explanação sobre o projeto foi básica. Porém, conforme é de conhecimento geral, profissionais *seniors*, em sua maioria, possuem maior facilidade de compreensão de novos conceitos tecnológicos, devido a sua experiência em outros projetos semelhantes. Após rápida adequação, a nova equipe foi capaz, em relativamente curto espaço de tempo, de desenvolver e implantar a nova solução.

Nas entrevistas, foi registrada a insuficiente ou demorada passagem de dados e informações para os profissionais, conforme relata o entrevistado 1 (ENTREVISTADO 1, 2015), (ANEXO A), ao responder se havia recebido todos os insumos, ferramentas, dados, necessários a execução do projeto, mencionou que "Sim. Porém, o problema é o tempo que [...] o cliente demora a entregar as informações necessárias para desenvolver a solução de entrega do produto ou do serviço". Já o entrevistado 3 relatou que "Não. Faltaram documentos do planejamento do projeto, dados sobre cronograma, e maior transparência da gestão do departamento". (ANEXO A).

- **Grande complexidade dos projetos**

As redes CMN são resultado de uma consolidação de inúmeras tecnologias e da evolução de processos e de soluções testadas em situações diversas. As redes celulares atuais não são apenas um composto de tecnologias de RF (radiofrequência) adaptado às redes de telefonia "fixa", são um exemplo claro da evolução em várias áreas da engenharia elétrica, engenharia eletrônica,

engenharia de telecomunicações, tecnologia da informação, gestão de projetos, gestão de pessoas e outras importantes áreas de conhecimento. No caso do projeto em estudo, não foi diferente, ao contrário, foi um projeto onde foram utilizadas as mais avançadas tecnologias disponíveis no momento. O conceito de Redes NGN em sua versão 4, conhecida como *3GPP Release 4*<sup>161</sup>, foi lançado de forma a atender às maiores exigências nos conceitos de qualidade e interoperabilidade com redes IP. A arquitetura GSM possui diversas versões (releases), que foram publicadas ao longo do tempo. A release 4 foi utilizada no projeto em estudo. Enquanto a Release 3 introduziu o EDGE (*Enhanced Data GSM Environment*), trazendo um novo esquema de modulação para o GSM, com o uso de modulação 8-PSK, aumentando, dessa forma, para o triplo da máxima capacidade de taxa de transmissão disponível na ocasião. A *Release 4* possibilitou a entrega do processo de padronização de GSM para o 3GPE e introdução das normas da convenção de nomenclatura baseada 3GPP (PRATIHARI, 2012).

No presente estudo de caso, foram utilizados os mais avançados dispositivos de *3GPP Release 4*, do momento. A OPERADORA X fez uso de tecnologia desenvolvida pelo FABRICANTE A, especializado em desenvolvimentos de centrais e dispositivos para redes CMN, utilizando, entre outros, os seguintes equipamentos: Os MSS (*Media Switch Server ou Mobile Switching Centre Server*) que tem a função de controlar o subsistema dos elementos de comutação de rede CMN. Os MGW (*Media Gateway*), os quais são uma versão atualizada dos MSC. E os Roteadores de Borda (desenvolvidos pela FABRICANTE C), que são roteadores que tem a função de roteadores tipo P da rede MPLS da operadora OPERADORA X.

---

<sup>161</sup> De modo a cumprir o requisito obrigatório da Recomendação da União Europeia para apoiar o acesso de usuários de redes 2G e 3G, a arquitetura 3GPP Release 4 foi a única arquitetura viável, a fim de apoiar os serviços de voz via os obrigatórios tipos de acesso 2G e 3G. Uma outra alternativa seria a de apoiar os serviços de voz através de comutação de pacotes de acesso via LTE (4G), o qual utiliza release 8 (GELVANOVSKA, 2009).

- **Necessidade de gestores para coordenação de equipes multidisciplinares:**

Gerir pessoas, sempre foi um grande desafio e talvez o maior desafio em qualquer projeto. Diferentemente de gerir e desenvolver projetos tecnológicos, os quais são até certo ponto previsíveis, e que podem ser testadas previamente, antes de sua implantação, através de sistemas de simulação, a gestão de pessoas não pode ser prevista com facilidade. Segundo Gabriel (2015) "trabalhar com pessoas e suas reações imprevisíveis pode parecer um fardo muito pesado para algumas lideranças". Segundo ele, o líder precisa ter algumas capacitações especiais, como se pode ver a seguir:

O líder precisa de múltiplas capacitações para estar a altura daquilo que se espera dele na esfera administrativa. Trabalhar em equipe, desenvolver pessoas comunicar-se bem, tanto verbal e por escrito, desenvolver-se sempre e trazer melhorias para o ambiente do trabalho, aprender a tomar decisões com base em uma visão ampla de situação, são algumas qualidades que o mundo empresarial exige dos gestores. (GABRIEL, 2015, p.2).

Essas características de um líder se tornam ainda mais necessárias e desafiadoras quando se trata de liderar equipes multidisciplinares e heterogêneas, seja do ponto de vista da capacitação técnica, seja da cultura ou do idioma. Foi o que ocorreu no projeto em estudo. Um dos entrevistados, ao ser questionado sobre qual foi a maior dificuldade ou desafio encontrado durante o projeto, respondeu que foi a "[...] gerência de projetos e definição de expectativas quanto a resultados." (ENTREVISTADO 2, 2015). (ANEXO A). O mesmo entrevistado, ao ser questionado sobre quais os fatores que influenciaram na motivação da equipe, respondeu que foi a "[...] qualidade da gerência do departamento [que] deixou muito a desejar. Falta de transparência e disputas políticas internas".

- **Alto índice no fator “risco” do negócio:**

O negócio de telecomunicações em si, é um dos que oferece maiores riscos. De acordo com a TIM Telecom, os "negócios serão negativamente afetados se não se implementar de forma bem sucedida os objetivos estratégicos. Fatores fora de controle podem impedir de se ter uma implementação bem sucedida" (TIM, 2015).

De forma geral, os riscos mais comuns no negócio de telecomunicações são:

Políticas governamentais e alterações no ambiente regulatório no Brasil; Aumento no número de concorrentes na indústria de telecomunicações, o que poderia afetar a participação de mercado; Aumento da concorrência de *players* OTT (*Over The Top*)<sup>162</sup> global e local (operadores, tais como operadores de redes móveis virtuais ou revendedores da marca, oferecendo conteúdo e serviços na internet sem possuir própria infraestrutura de rede de telecomunicações); Crescente concorrência em seus mercados principais, que poderiam afetar os preços que se cobra por nossos serviços; A capacidade de fortalecer uma posição competitiva no mercado brasileiro de telecomunicações móveis; A capacidade de desenvolver e introduzir tecnologias novas e inovadoras que sejam recebidas de maneira favorável pelo mercado, e de fornecer serviços de valor agregado e encorajar o uso da rede; Introdução de tecnologias “revolucionárias” que poderiam causar uma redução significativa nas receitas para todos os portadores de telefones móveis; A capacidade de integrar negócios adquiridos e implementar eficiência operacional; A capacidade de operar com eficiência e de refinar a dívida a medida que vence, especialmente em consideração às incertezas nos mercados de crédito e de capitais; A capacidade de atrair e reter funcionários altamente qualificados; A capacidade de integrar empresas e ativos adquiridos; Efeito de flutuações nas taxas de câmbio. (TIM, 2015).

Dos riscos mencionados acima, em relação ao presente estudo de caso, por se tratar de migração tecnológica, alguns pontos se destacam, tais como:

- A capacidade de se desenvolver e introduzir tecnologias novas e inovadoras, que sejam recebidas de maneira favorável pelo

---

<sup>162</sup> Um aplicativo *over-the-top* (OTT) é qualquer aplicativo ou serviço que fornece um produto através da Internet e ignora distribuição tradicional. Serviços que "vêm por cima" (top) são mais tipicamente relacionados à mídia e comunicação e são geralmente, se não sempre, de custo mais baixo do que o método tradicional de entrega. Exemplos incluem *Hulu* ou *Netflix* para vídeo (substituindo o provedor de TV regular) ou *Skype* (substituindo o provedor de longa distância) (TECHOPEDIA, 2015).

mercado,

- A capacidade de se fornecer serviços de valor agregado e encorajar o uso da rede;
- Introdução de tecnologias “revolucionárias”, que poderiam causar uma redução significativa nas receitas para todos os portadores de telefones móveis.

Os riscos de negócios em telecomunicações, de forma geral, se tornam mais evidentes e críticos, quando as empresas resolvem implantar novas tecnologias. A migração do padrão 2G para 3G gerou grandes incertezas e preocupações. Conforme mencionou o entrevistado 3, quando questionado sobre se havia recebido todos os insumos, ferramentas, dados, necessários à execução do projeto, deu a seguinte opinião:

Faltaram documentos do planejamento do projeto, dados sobre cronograma, e maior transparência da gestão do departamento. Não havia laboratório para realização de testes e foi necessário improvisar com *softwares* de simulação (não fornecidos pela empresa) para testar as soluções novas. Esse tipo de situação poderia colocar em risco a fase de implantação. Foi necessário uma boa dose de improviso durante o projeto. (ENTREVISTADO 3, 2015). (ANEXO A).

Como se pode ver, além dos riscos relacionados diretamente à área de negócios, deve-se também serem considerados os riscos relacionados com a área tecnológica, os quais podem causar prejuízos indiretos aos negócios da organização. No caso em questão, não foi a falta de *know-how*, mas de insumos relacionados à área de instrumentação. No caso da empresa em questão (FABRICANTE A), a carência de equipamentos de laboratórios não foi devida aos problemas financeiros, mas ocorreu por falta de uma melhor organização e planejamento, conforme se pode verificar nas palavras do entrevistado acima.

- **Dificuldades no uso da Gestão de Competências:**

A Gestão de competências faz uso do conceito da tríade de

características conhecida com CHA (Conhecimento, Habilidade e Atitude), que são observadas nas pessoas (CECCONI, 2013). As duas primeiras características são relativamente compreensíveis e objetivas, pois dependem dos conhecimentos acadêmicos ou técnicos aprendidos na vida acadêmica e profissional e dependem das habilidades adquiridas pela pessoa na sua vida prática. Porém a atitude é uma característica mais empírica, e para se ter uma avaliação mais precisa, deve-se levar em conta não apenas o QI (Quociente de Inteligência), mas o QE (Quociente Emocional), conforme se pode ver na avaliação de Vieira e Machado (2011):

Muitos estudos têm mostrado a importância da inteligência emocional para contribuir com o equilíbrio psicológico no ambiente de trabalho. Em seu artigo Gestão por Competências, um modelo adaptado para cada empresa, Alberto Alvarães cita os estudos feitos por Daniel Goleman, na década de 1990, acerca da Inteligência Emocional. Nesse estudo, ficou comprovado que os profissionais mais bem-sucedidos são aqueles que possuem um QE (Quociente Emocional) mais apurado, em detrimento do QI (Quociente de Inteligência), que mede apenas as capacidades e habilidades técnicas do indivíduo, enquanto o primeiro mede as capacidades comportamentais, como a socialização. (VIEIRA; MACHADO, 2011. p.12).

No caso da Gestão de Competências, é um importante desafio, quando aplicada a área de tecnologia da informação, e especialmente à área de telecomunicações. Por ser parte da Gestão de Pessoas, que depende de fatores mais subjetivos do que objetivos, muitas vezes a contratação de profissionais na área tecnológica, costumeiramente conhecida como pragmática, onde se leva em conta principalmente as duas primeiras características (Conhecimento e Habilidade) do profissional, não é raro subestimar a questão da Habilidade. No estudo de caso em questão, percebeu-se que era comum problemas de relacionamentos, e de até disputas políticas na equipe, conforme observado pelo entrevistado 2: "Basicamente, a qualidade da gerência do departamento deixou muito a desejar. Falta de transparência e disputas políticas internas" (ENTREVISTADO 2, 2015). (ANEXO A).

## 5 CONCLUSÃO

Um dos maiores desafios de um projetista ou de gerente de projetos, na área de tecnologia da informação e de telecomunicações, é conseguir ter uma melhor compreensão do multifacetado cenário das telecomunicações, o qual envolve conhecimentos tecnológicos de TI de Telecomunicações e também das melhores práticas e ferramentas de Gestão de Projetos, a serem utilizadas durante a elaboração e implantação de um projeto nesta área.

Foram apresentados os principais desafios relacionados com projetos de telecomunicações, especialmente na transição de tecnologias, já amadurecidas em relação àquelas, na época consideradas revolucionárias, como foi o caso da telefonia móvel 2G para a 3G e, posteriormente, para a 4G. Realizou-se uma avaliação detalhada sobre todas as tecnologias relacionadas ao projetos de redes CMN.

Através de estratégias como coleta de dados, entrevistas e estudo de caso, procurou-se apresentar, de forma detalhada, os conceitos teóricos e aspectos práticos de projetos dessa categoria. Não obstante, as novas tecnologias utilizadas serem inicialmente para engenheiros, técnicos e analistas, os negócios são, na verdade, a maior motivação por trás de qualquer tecnologia. Investidores, não necessariamente ligados à área de telecomunicações, estão, cada vez mais, se interessando em investir nesse mercado, que tem se mostrado bastante promissor. Além disso, para criação e aplicação de novas tecnologias, que mal saíram do "estado da arte" nesse mercado, é necessário que sejam investidos bilhões de dólares a cada nova geração. E isto somente tem aumentado o nível de responsabilidade dos gerentes de projeto e, conseqüentemente, exige dos mesmos que devam estar atualizados com as técnicas e melhores práticas de gestão, incluindo *know-how* aprofundado de PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*).

Foram apresentadas aqui as dificuldades associadas com projetos desta magnitude. Desde a necessidade de conhecimentos multidisciplinares, não

somente pela equipe de projetistas, engenheiros e técnicos, mas pela equipe de gestão de projetos, a qual teve de acompanhar passo a passo todas essas grandes dificuldades, bem como buscar as soluções apropriadas a cada caso. A análise mostrou que, mesmo em situações de difícil solução, é possível conseguir-se solucionar tais problemas, desde que haja conhecimento da ciência de gestão de projetos de TIC e das técnicas associadas.

Por fim, entende-se que a **hipótese base**, da presente dissertação, fica demonstrada, ou seja, de que a questão da implantação de projetos de uma rede CMN está para além das questões tecnológicas e adentra numa forte abordagem de gestão de projetos. Apesar de parecer uma inferência relativamente previsível, muitas organizações ainda persistem em investir muito mais em tecnologia, e bem menos na gestão de projetos, como se esta última fosse uma questão secundária, quando de fato é uma prática cada vez mais utilizada nas instituições, pois minimiza drasticamente os riscos do projeto.

Apesar de aparentemente pertencerem a mundos distintos, os conceitos de tecnologia e de gestão de projetos, relacionados às redes CMN (*Celular Mobile Network*), estão fortemente interligados. Para o autor da presente dissertação, oriundo do mundo de tecnologia de redes e telecomunicações, esta visão holística foi importante para que se possa consolidar melhor os elementos que compõem, de forma unívoca, projetos de considerável complexidade, apesar de tais elementos possuírem naturezas muito distintas.

Como a tecnologia está em constante mutação, durante a realização da presente dissertação, percebe-se que outras questões podem ser melhor estudadas em trabalhos futuros, como, por exemplo, um estudo de migração da geração 3G para a 4G, recentemente implantada no Brasil em 2012. Esta tecnologia, já totalmente baseada em IP, promete conexões de dados de até 100 Mbps para o usuário em movimento e 1 Gbps em repouso. Porém, como se sabe, atualmente a qualidade da telefonia 3G e 4G no Brasil, na maioria dos casos, é sofrível (ABRATELECOM, 2014; Candido, 2013). Logo, outro estudo, que se pretende realizar futuramente, é uma análise da qualidade das redes 3G e 4G no



Brasil, no aspecto tecnológico e de gestão de projetos, afim de se tentar identificar quais causas levam a um serviço de telefonia de baixa qualidade no país.

Em suma, o presente trabalho tem, como proposição, e também uma pretensão, servir de base de dados, para futuras equipes de gestão de projetos, de forma a auxiliar no entendimento dos pontos mais importantes que compõem um desafio dessa escala. Não se pretende, no entanto, abarcar todas as informações necessárias à realização do projeto em questão, pois seria necessário um estudo mais vasto de informações, que, no caso, foge da pretensão do presente trabalho.

Buscou-se, também, através da presente dissertação, contribuir com futuros profissionais da área de telecomunicações, de forma que possam encontrar uma fonte de consulta para questões tecnológicas e de gestão, relacionadas com esses tipos de projetos.

## REFERÊNCIAS

- ABRATELECOM. **Entenda por que o 3G brasileiro é tão ruim**. Disponível em: <<http://abratelecom.org.br/category/4g/>>. Acesso em: 8 mar. 2015 as 21:40h.
- ACM SIGCOMM. **SIGCOMM Award Recipients**. Disponível em: <<http://www.sigcomm.org/awards/sigcomm-awards>>. Acesso em: 15 fev. 2015.
- AGÊNCIA BRASIL. **Brasil ultrapassa marca de 200 milhões de celulares**. Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.ebc.com.br>>. Acesso em: 19 jan. 2011.
- ALCATEL-LUCENT. **Application Note. Next-Generation Utility Networking, Building a Better Network with IP/MPLS**. USA, 2010.
- AMETT, M. et al. **Desvendando o TCP/IP**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- ANATEL. **Brasil registra 281,70 milhões de linhas móveis em operação em janeiro de 2015**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/>>. Acesso em: 2 fev. 2015, as 20:38h.
- BITENCOURT, C; BARBOSA, A. C. Q. A gestão de competências. In: BITENCOURT, C. (Org.). **Gestão contemporânea de pessoas: novas práticas, conceitos tradicionais**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- BRETAGNE, G. **Revista Network, Multimedia and Security Department (Rsm) – GET/ENST**. 1a Versão, USA, 30 de maio 2007.
- BUENO, M. As teorias de motivação humana e sua contribuição para a empresa humanizada: um tributo a Abraham Maslow. **Revista do Centro de Ensino Superior de Catalão - CESUC**. Catalão, MG. 2002, p.1.
- CANDIDO, F. 4G estreia limitado e com críticas No Brasil. **Revista INFO EXAME**. São Paulo: Abril, abr. 2013.
- CECCONI, J. **Os conhecimentos, habilidades e atitudes, necessários aos novos gestores em suas tomadas de decisões**. Jacarepaguá-RJ: [s.n.], 2013.
- CHALLONER, J. **1001 Invenções que mudaram o Mundo**. London, UK: Sextante, 2009.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. Rio de Janeiro. Campus, 1999.
- CHERUBINI, C. M. B. **A inovação organizacional e os servidores da atividade meio no judiciário fluminense**. 2004. Monografia (MBA de Administração Judiciária)- Fundação Getúlio Vargas, 2004.
- CISCO. **Cisco IP/MPLS Network Convergence for Mobile Operators**. San Francisco, CA, USA: CISCO System, 2004.
- COCHENNEC, J. Y. Activities on next-generation networks under global information infrastructure in ITU-T. **IEEE Communications Magazine**, jul. 2002.

- COMER, D. E. **Interligação em rede com TCP / IP**. Rio de Janeiro: Campus, 1998. v.1.
- CORE INTERNET VALUES. Portal mantido por IGF Dynamic Coalition on Core Internet Values. Disponível em: <<http://coreinternetvalues.org>>. Acesso em: 31 mar. 2015, às 22:35h.
- CUNHA, A. F. **Sistema CDMA**: uma introdução à telefonia móvel digital. São Paulo: Erica, 2006.
- DATACENTERS. **Redundancy: N+1, N+2 vs. 2N vs. 2N+1**. Disponível em: <<http://www.datacenters.com/news/featured/redundancy-n1-vs-2n/>>. Acesso em: 2 mar. 2015.
- DRYBURGH, L.; HEWETT, J. **Signaling System No. 7 (SS7/C7)**: protocol, architecture, and services. Indianapolis: Pearson, Cisco Press, 2004.
- DUNLOP, J.; SMITH, D.G. **Telecommunications engineering**. USA: Chapman & Hall, 1994.
- DUTRA, J. S. **Competências**: conceitos e instrumentos para a gestão de pessoas na empresa moderna. São Paulo: Atlas, 2004.
- E-BIOGRAFIAS. **Portal sobre biografias**. Disponível em: <<http://www.e-biografias.net>>. Acesso em: 9 mar. 2015, às 02:35h.
- ENNE, A. **TCP/IP sobre MPLS**. 1 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.
- ERNEST & YOUNG (EY). **Top 10 risks in telecommunications 2012**. EYGM Limited, 2014. Disponível em: <<http://www.ey.com/GL/en/Industries/Telecommunications>>. Acesso em: 26 jan. 2015.
- FALCARIN, P. ; LICCIARDI, C. A. Technologies and guidelines for service creation in NGN, technical-scientific magazine of Telecom Italia Lab Researchers. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL ITU EM INTELIGÊNCIA EM REDES (ICIN 2003), 8., 2003, Bordeaux, França. **Anais...** 2003.
- GELVANOVSKA, N. **Technical questions related to the implementation of the recommendation**. 2009. Disponível em: <<http://www.rrt.lt>>. Acesso em: 23 maio 2015 às 22:22h.
- FRENZEL, L. What's the difference between 3G and 4G cellular systems?. **Revista Electronic Design**. MA, USA. Jan. 2012.
- FUSCO, C. Faltam técnicos para telecomunicações. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 3 jan. 2012.
- GABRIEL, F.; COELHO, L. G. S.; SILVA S. **Liderança na Gestão de Pessoas**. Monografia (Curso de Administração da UNICAMP). Campinas, SP. 15 out. 2008.
- GARVEY, W. D. **Communication**: the essence of science. Oxford: Pegamon,

1979.

GEWANDSZNAJDER, F. **O que é o método científico**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. Instituto de Estudos Avançados em Educação, 1987. V.1.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GURBANI, V.; SUN X.; BRUSILOVSKY, A. Inhibitors for ubiquitous deployment of services in the next-generation. **IEEE Communications Magazine Illinois**, USA, p. 1 - 11, 2005.

HAUWEI. **Sigtran Main Concepts**. Hong-Kong: [s.n.], 2013.

HUNGER, Dagmar; Rita M. LEPRE. **Da necessária relação entre teoria e prática na formação acadêmica**. UNESP. São Paulo-SP, 2012. Disponível em: <<http://www.unesp.br>. Acesso em: 25 maio 2015, as 01:20 h

HISTORY. **Portal do canal de Televisão HISTORY**. Disponível em: <<http://www.history.com>. Acesso em: 25 2015, as 00:25h.

IBGE. **Censo Demográfico 2010 Trabalho e rendimento Resultados da amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IETF. **Internet Engineering Task Force**. Disponível em: <<http://www.ietf.org>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

INVESTOPEDIA. **Dicionário de termos financeiros**. Disponível em: <<http://www.investopedia.com>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

INTERNET LIVE STATS. **Portal do World Wide Web Foundation; World Wide Web Consortium (W3C)**. Disponível em: <<http://www.internetlivestats.com>>. Acesso em: 31 mar. 2015, as 19:42h.

INTERNETHALLOFFAME. **Portal Hall da fama sobre biografias da internet**. Disponível em: <<http://internethalloffame.org>>. Acesso em: 15 fev. 2015. às 00:16h

ITIL. **The ITIL Service Strategy Book**. Columbia-Bookfest (ROCHESTER, KENT, United Kingdom), 2015.

ITU-T. **Document Recommendation Y.110. General Global Information Infrastructure (GII): Principles and Framework Architecture**. [S.l.]: ITU-T, 2004.

JACKSON, C; SHORTER, J, D.; FORCHT, K. A.. **Replacing Traditional Telephony with VOIP**. Issues in Information Systems. Texas, USA: Texas A&M University, 2009.

JAIWAL S; BOAVIDA, F; ORVALHO, J; NANDI, S. **Quality of Service Model and Signaling for Cellular Ip Access Network**. Portugal: Department of Informatics Engineering University of Coimbra, 2010.

JEUNESSE, G; DELAFOSSE, C. **O telefone e os meios de comunicação**. São Paulo: Melhoramentos, 1996.

KRYVINSKA, N; STRAUSS, C. **NGN Service Delivery: a Strategic Approach Involving Architectural Planning and Design, from a Business Perspective.** Áustria: University of Vienna, 2009.

LSU-GROK Knowledge Base. Disponível em: <<https://grok.lsu.edu>>. Acesso em: 23 maio 2015, as 23:46h.

MACIEL C. M. **O ensino técnico e a empregabilidade do jovem no Brasil. Educação Profissional: Ciência e Tecnologia.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 2006.

MARTINS, J. Faltam técnicos no setor de telecomunicações. **Jornal Opção.** Goiânia, Goiás, 3 jan. 2012.

MEC - MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO DE CULTURA. **O que é o Pronatec?**. Disponível em: <http://pronatec.mec.gov.br/institucional-90037/o-que-e-o-pronatec>. Acesso em: 7 jul. 2015.

MOORESLAW. **Moore's Law.** Disponível em: <<http://www.mooreslaw.org>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

MORGAN, B.; LOVERING, N. **CCNP Official Exam Certification Library.** USA: Cisco 2007.

OLIVEIRA, J. M.; LINS, R.; MENDONÇA, R. **Redes MPLS: fundamentos e aplicações.** Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia, 2012.

OLIVEIRA, K.; CASTRO, J. **Dificuldades na gestão de competências: uma análise longitudinal em grandes organizações brasileiras dos setores de telecomunicações e siderurgia.** Curitiba, Paraná. 2009.

PANG, S. **Successful service design for telecommunications: a comprehensive guide to design and implementation.** Wiley. USA. 2009.

PMI. **A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK).** USA: PMI Publishing Division, 1996.

PORTAL MICROSOFT. **Technet.** Disponível em: <<https://technet.microsoft.com>>. Acesso em: 17 fev. 2015.

PORTAL TIAONLINE.ORG. **The Telecommunications Industry Association (TIA).** Disponível em: <<http://www.tiaonline.org>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2015.

PORTAL TO BE GUARANY. **Dados, estatísticas e projeções sobre a Internet no Brasil.** Disponível em: <<http://tobeguarany.com/internet-no-brasil>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

POVEY, P.J. ; EARL, R.A.J. **Vintage Telephone of the World - IEE History of Technology Series 8, The Alden.** England, 1988.

PRATIHARI, H.N. A study of Interoperability between 3G Systems to GSM. **International Journal of Engineering Research and Applications Department**

**of Electronics & Telecommunication Engineering Orissa Engineering College**, Bhubaneswar, 2012.

PRIBERAM. **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (DPLP)**. Disponível em: <<http://www.priberam.pt/>>. Acesso em: 17 fev. 2015.

PROJECTMANAGEMENTDOCS. **Portal The Project Management Template**. Disponível em: <<http://www.projectmanagementdocs.com>>. Acesso em: 28 mar. 2015, às 17:41h.

RCRWIRELESS. **Portal RCR Wireless Magazine**. Disponível em: <<http://www.rcrwireless.com>>. Acesso em: 24 nov. 2014 as 01:33h.

REDL, H.; WEBER, M.; OLIPHANT, M. **An introduction to GSM**. USA: Artech House, 1995.

REVERSO. **Dicionário reverso online translation**. Disponível em: <<http://www.reverso.net>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

RFC-EDITOR. **Portal dos Editores de RFC (Request For Comments)**. (Mantém o repositório mestre de RFC). 2015. Disponível em: <<http://www.rfc-editor.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

ROCHA, C. **Captura de tráfego visando PFC**. Natal-RN: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2012.

RODRIGUES, C; PEREIRA, H. A Gestão de competências técnicas e a qualidade em serviços terceirizados: um estudo no setor de telecomunicações. In: ENANPAD, 27., 2003, Atibaia, SP. **Anais...** 2003.

RODRIGUES, S. **Disciplina: planejamento e arquitetura de negócios informacionais**. Rondônia: UNIRON - União das Escolas Superiores de Rondônia. Porto Velho, 2005.

ROMANO, C.; TODDAI, R. **Telefonia básica**. São Paulo: Brasiliense, 1977.

RUIZ, R. **O Telefone, uma das mais simples e fabulosas criações do engenho humano**. São Paulo: Gráfica Danúbio S.A., 1973.

RUSSELL, T. **Signaling System #7**. 4<sup>th</sup>. New York, USA: McGraw-Hill, 2002.

SCHEIN, H. **Organizational Psychology (A Psicologia na Organização)**. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice-Hall Inc., 1968.

SENADO. Crescimento do número de pesquisadores, mestres e doutores em grupos de pesquisa em universidades do Brasil. **Portal Jornal do Senado**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 28 mar. 2015, as 23:45h.

SENSAGENT. Banco de dados léxico. Disponível em: <<http://dicionario.sensagent.com>>. Acesso em: 4 set. 2015.

SINDITELEBRASIL: investimento de teles cresce 8% no ano. **Diário de Pernambuco**. Caderno de Economia. Recife, Pe., 3 dez. 2014.

SIGNIFICADOS. **Dicionário de expressões**. Disponível em: <<http://www.significados.com.br>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, M. M. **Importância de aspectos financeiros e econômicos na elaboração, planejamento e análise de projetos de TI**. Rio de Janeiro: TELECO, FITEC, 2008.

SOARES, L. F. G, et al. **Redes de computadores: das LANs, MANs e WANs às Redes ATM**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SPÍNOLA, R. O. **Engenharia de Software: introdução à Engenharia de Requisitos**. Disponível em: [http://www.devmedia.com.br/articles/viewcomp\\_forprint.asp?comp=8034](http://www.devmedia.com.br/articles/viewcomp_forprint.asp?comp=8034)>. Acesso em: 10 mar. 2015, as 22:43h.

STALLINGS, W. **ISDN and Broadband with frame Relay**. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall, 1999.

STANDISH GROUP. **"CHAOS " do The Standish Group Report**. 10 de outubro de 2000. Disponível em: <https://cs.nmt.edu>. Acesso em: 10 mar. 2015, as 22:53h.

TECHNOLOGY-TRAINING. **Portal Glossário de tecnologia**. Disponível em: <<http://www.technology-training.co.uk/>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

TECHOPEDIA. **Portal de tecnologia**. Disponível em: <<http://www.techopedia.com/>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

TECHTARGET. **Portal de tecnologia**. Disponível em: <<http://www.techtarget.com>>. Acesso em: 4 ago. 2014 e em 16 jan. 2015.

TEIXEIRA J. et al. **Redes de computadores: serviços, administração e segurança**. São Paulo. Makron Books, 1999.

TELECO. **Redes MPLS I: O Protocolo MPLS**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/>> Acesso em: 12 jun. 2014 as 23:35h.

TELECOMABC. **Portal Glossário de Telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.telecomabc.com>>. Acesso em: 5 abr. 2015.

TELECOMSPACE. Portal **TelecomSpace Telecom Tutorials**. Disponível em: <<http://www.telecomspace.com>>. Acesso em: 5 abr. 2015.

THEFREEDICTIONARY. The free dictionary by farlex. Disponível em: <<http://www.thefreedictionary.com>>. Acesso em: 22 fev. 2015.

THOMPSON, A. A; STRICKLAND III, A. J.; GAMBLE, J. E. **Administração estratégica**. 15. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

TIM. **Fatores de Risco - riscos relativos a nossos negócios**. 2015. Disponível em: <<http://ri.tim.com.br>>. Acesso em: 23 maio 2015.

TINOCO, R. **História de vida**: um método qualitativo de investigação. 2004. Disponível em: <<http://www.psicologia.com.br>>. Acesso em: 8 mar. 2015, as 22:47h.

TOFFLER, A. **The third wave**. USA: Pan Books, 1981.

TOTLAB. **O que é TIC?** Disponível em: <<http://totlab.com.br/noticias/o-que-e-tic-tecnologias-da-informacao-e-comunicacao>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2015.

Tutoriais Banda Larga: Disponível em: <<http://www.teleco.com.br>>. Acesso em: 16 de maio de 2014.

UNB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **Projeto final de curso**. 2008. Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.unb.br/oportunidades/projeto\\_final\\_de\\_curso](http://www.unb.br/oportunidades/projeto_final_de_curso)>. Acesso em: 25 jul. 2015.

VALERIANO, D. L. **Moderno gerenciamento de projetos**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

VAN BOSSE, J. **Signaling telecommunication networks**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998.

VIEIRA, F. **Gerenciamento de projetos de tecnologia da informação**. Porto Velho-Rondônia: Campus, 2003.

VIEIRA, F. O.; MACHADO, D. A abordagem da gestão por competência para alocação de pessoal em organizações públicas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 7., 2011. **Anais...** UFF, 2011.

XIA, J. **The third-generation-mobile (3G) policy and deployment in China: current status, challenges, and prospects**. Inc. Tarrytown, NY, USA: Pergamon Press, 2011.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. 4. ed. London: SAGE Publications. International Educational and Professional Publisher, 2008.



## GLOSSÁRIO

### **Acordo de Nível de Serviço (ANS):**

Do inglês, *Service Level Agreement (SLA)*, é um acordo firmado, geralmente, entre a área de TI e seu cliente interno, que descreve o serviço de TI, suas metas de nível de serviço, além dos papéis e responsabilidades das partes envolvidas no acordo (TECHTARGET, 2015).

### **AMPS:**

*Advanced Mobile Phone Service (AMPS)* é um sistema padrão para sinal analógico do serviço de telefonia celular nos Estados Unidos e é usado também em outros países. Baseia-se na reserva de espectro de radiação eletromagnética inicial para serviço de telefonia celular pela Comissão Federal de Comunicações (FCC), em 1970. Apresentado pela AT & T em 1983, AMPS se tornou um dos sistema mais amplamente implantado em sistemas de telefonia celular nos Estados Unidos. AMPS aloca bandas de frequência dentro do espectro de 800 a 900 megahertz (MHz) ao sistema de telefonia celular. Cada provedor de serviços pode usar metade da faixa de 824-849 MHz para recepção de sinais de telefones celulares e metade da faixa de 869-894 MHz para transmitir aos telefones celulares. As faixas são divididas em sub-bandas de 30 kHz, chamadas de canais. Os canais que recepção são chamados de canais reversos e os canais de transmissão são chamados para canais diretos. A divisão do espectro em canais de sub-banda é obtida através da utilização de *Frequency Division Multiple Access (FDMA)* (TECHTARGET, 2015).

### **Connection Signaling Parte Control (SCCP):**

O SCCP (Controle da Parte de Sinalização de Conexão) é uma camada da pilha SS7 que fornece serviços de rede sem conexão e orientados à conexão e de tradução global do título (GTT, *Global Title Translation*), que são capacidades acima O MTP Nível 3. O SCCP é usado como a camada de transporte para serviços baseados em TCAP. Ele oferece tanto a classe 0 (*Basic*) e Classe 1 (*Sequenced*) serviços sem conexão. SCCP também fornece serviços de classe 2 (orientado a conexão), que são normalmente utilizados por Application Part\_(Base

Station System Application Part) Sistema de Estação de Base, os Serviços de Localização Extensão (BSSAP-LE). Além disso, SCCP oferece a funcionalidade *Global Title Translation* (GTT).

**EDGE:**

O EDGE (*Enhanced Data GSM Environment*) é uma versão mais rápida do *Global System for Mobile* (GSM) de serviços sem fio, projetado para fornecer dados em taxas de até 384 Kbps e permitir a entrega de aplicativos de multimídia e aplicações de banda larga para usuário de telefones celulares e computadores. O padrão EDGE foi construído baseado no padrão GSM existente, usando a mesma estrutura de *Time-Division Multiple Access* (TDMA) e arranjos celulares já existentes (TECHTARGET, 2015).

**Ethernet:**

É um protocolo padrão (IEEE 802.3) desenvolvido para uma rede de "bandabase" a 10 Mbps, em uma rede de área local (LAN), que faz uso do *Carrier-sense Multiple Access* (acesso múltiplo com detecção de portadora) (CSMA / CD), implementado na camada física do Sistema Aberto da ISO (Open Systems - Modelo de Referência, OSI-RM), que estabelece as características físicas de uma rede CSMA / CD. Ethernet é um padrão para a utilização de vários meios de transmissão, como cabos coaxiais, pares trançados blindados e fibras ópticas. O padrão IEEE-802.3 é baseado em um produto proprietário com um nome similar (TIAONLINE, 2015).

**Interface de Fibra de Dados Distribuídos (FDDI):**

Um conceito, definido no padrão ANSI, para uma rede *token-ring* baseada em fibra óptica, com anéis lógicos de dupla "contra-rotação", cada um com capacidade de transmissão de dados de 100 Mbps, a transferência de dados confiável, monitoramento de link ativo, gestão da estação (PC), e capacidade de recuperação de falhas (TIAONLINE, 2015).

**File Transfer Protocol (FTP):**

FTP, abreviatura de *File Transfer Protocol*, ou Protocolo para transferência de Arquivos, é um protocolo de alto nível (nível de aplicações) pertencente ao padrão *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP / IP), usado para transferência de arquivos de um computador para outro, normalmente implementado como um programa de nível de aplicação, e utiliza a protocolos Telnet e TCP. Nota: Em conjunto com o *software* local adequado, FTP permite que os computadores conectados à Internet troquem arquivos, independentemente da plataforma do computador (TIAONLINE, 2015).

**GPRS:**

O *General Packet Radio Services* (GPRS) é um serviço de comunicação sem fio, baseado em pacotes que promete taxas de dados a partir de 56 até 114 Kbps e conexão contínua com a Internet por telefone e no computador de usuários móveis. As maiores taxas de dados (em comparação ao SMS), permitem que os usuários participem de videoconferências e a interação com sites de multimídia e aplicações similares, utilizando dispositivos portáteis móveis, bem como computadores portáteis. O GPRS é baseado no *Global System for Mobile* (GSM) comunicação e complementa esses serviços de ligações de telefone celular de comutação de circuitos e do Serviço de Mensagens Curtas (SMS, *Short Message Service*) já existentes (TECHTARGET, 2015).

**HSCSD:**

O *High Speed Data-Circuit-Switched* (HSCSD) é um padrão transmissão de dados sem fio de comutação de circuitos para usuários móveis a taxas de dados de até 38,4 Kbps, quatro vezes mais rápido do que as taxas de dados padrão do *Global System for Mobile* (GSM) de comunicação padrão, em 1999, quando vigorava a geração de telefonia celular 2,5G. O HSCSD era comparável à velocidade de muitos modems de computadores que se comunicam com as redes de telefonia fixa, da época (TECHTARGET, 2015).

**HTTP:**

Abreviação de *Hypertext Transfer Protocol*. Na *World Wide Web* (Rede mundial padrão WWW), é um protocolo que facilita a transferência de arquivos baseados em hipertextos, entre sistemas locais e remotos (TIAONLINE, 2015).

***Hypertext:***

É o texto exibido na tela do computador ou outros dispositivos eletrônicos com referências (*hyperlinks*) para outro texto que o leitor pode acessar imediatamente através de rede mundial (WWW), ou em que o texto pode ser revelado progressivamente em vários níveis de detalhe, também chamados "StretchText", (trechos do texto). É um protocolo de alto nível (nível de aplicações). As páginas de hipertexto estão interligadas por *hyperlinks*, normalmente ativados por um clique do mouse, uma sequência de teclas ou ao tocar na tela. Além de texto, o hipertexto é, por vezes, utilizado para descrever tabelas, imagens e outras formas de conteúdo de apresentação com *hyperlinks* (TIAONLINE, 2015).

**H.323:**

É um padrão aprovado pela União Internacional de Telecomunicações (ITU-T), em 1996, para promover a compatibilidade das transmissões de videoconferência sobre redes IP. O H.323 foi originalmente promovido como uma forma de oferecer consistência em áudio, vídeo e de pacotes de dados transmissões, no caso de uma rede de área local (LAN) e oferecer qualidade de serviço garantida (QoS). Apesar de ter sido inicialmente colocado em dúvida, se os fabricantes o adotariam, o H.323 é agora considerado o padrão para a interoperabilidade em transmissões de áudio, vídeo e dados, bem como telefonia pela Internet e voz sobre IP (VoIP), pois ele aborda o controle de chamada e gestão, tanto para administração ponto a ponto e multiponto conferências, bem como porta de entrada de tráfego de mídia, largura de banda e participação do usuário (TECHTARGET, 2015).

***International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced):***

São requisitos publicados pelo ITU-R da União Internacional de Telecomunicações (ITU), em 2008, para o que é comercializado como o telefone móvel 4G e serviço de acesso à Internet.

***Internet Protocol (IP)***

O IP é um protocolo padrão criado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) e concebido para uso em redes interligadas às redes de comunicação de computador comutadas a pacotes. Nota: O protocolo de internet (IP) propicia a transmissão de blocos de dados chamados de **datagramas**, de fontes para destinos determinados, nos quais as fontes e os destinos são computadores identificados por endereços de comprimento fixo. O protocolo de internet também prevê fragmentação e remontagem de datagramas longos, se necessário, para a transmissão através de redes de pequeno pacote (TIAONLINE, 2015).

***MAC:***

O Endereço MAC (*Media Access Control*) é um endereço físico, associado à interface de comunicação, que conecta um dispositivo à rede. O MAC é um endereço “único”, não havendo duas portas com a mesma numeração, é usado para controle de acesso em redes de computadores. Sua identificação é gravada em *hardware*, isto é, na memória ROM da placa de rede de equipamentos como *desktops*, *notebooks*, roteadores, *smartphones*, *tablets*, impressoras de rede, etc.

***Mensagem de Broadcast:***

Um método de envio de mensagens, o *broadcast* ocorre quando um pacote é enviado para todos os dispositivos em rede específica. O endereço de destino no pacote é o endereço de broadcast especial. Se o pacote tem um **endereço de broadcast**, todos os dispositivos que recebem essa mensagem irão processá-lo. Assim, todos os dispositivos no mesmo segmento de rede vão ver a mesma mensagem. Outra coisa a observar é que os roteadores não passam mensagens *broadcast* adiante. O roteador irá receber o tráfego de broadcast, mas não vai encaminhá-lo (TECHTARGET, 2015).

**Mensagem Multicast:**

O *multicast* identifica grupos lógicos de computadores. Uma única mensagem pode, então, ser enviada para o grupo. O *multicast* usa o *Internet Protocol Group Management Protocol (IGMP)* para identificar grupos e membros do grupo. Os roteadores também usam IGMP para enviar mensagens para as sub-redes que têm os membros do grupo. O roteador, na verdade, não mantém o controle de quais computadores são membros de qual grupo, mas apenas que a sub-rede contém pelo menos um membro de cada grupo. Se temos vários roteadores, eles vão se comunicar e trocar informações sobre grupos de *multicast* aos quais eles pertencem (TECHTARGET, 2015).

**Mensagem Unicast:**

Ao usar o método de *unicast*, um dispositivo enviará a mensagem para exatamente um dispositivo de destino. Se algum dispositivo precisa enviar uma mensagem para vários dispositivos, ele terá de enviar várias mensagens *unicast*, cada mensagem dirigida a um dispositivo específico. Assim, o remetente tem que enviar uma mensagem separada para cada dispositivo de destino e, para isso, ele tem de saber o endereço IP exato de cada dispositivo de destino. Observe-se que, em *unicasting*, cada pacote é destinado para uma rede de "bandabase" para apenas um dispositivo. (TECHTARGET, 2015).

**Message Transfer Part (MTP):**

A MTP (Parte de Transferência da Mensagem) é uma camada do protocolo SS7 que fornece os recursos de interface de roteamento e de rede que suportem SCCP, TCAP, e ISUP. O *Message Transfer Part (MTP)* é dividido em três níveis. O MTP de nível 1 (camada física) define as características físicas, elétricas e funcionais da ligação de sinalização digital. As interfaces físicas definidas incluem E-1 (2048 kb / s; 32 64 kb / s canais), DS-1 (1.544 kbps; 24 64 kp / s canais), V.35 (64 kb / s), DS-0 (64 kb / s), e DS-0A (56 kb / s). O MTP de nível 2 fornece os aspectos de confiabilidade do MTP, incluindo monitoramento e recuperação de erros. (MTP-2) é uma ligação de sinalização que em conjunto com MTP-3 proporciona transferência segura de mensagens de sinalização entre dois pontos

de sinalização diretamente ligados. O MTP de nível 3 fornece os aspectos do link MTP, rotas e de gestão do tráfego. Isto assegura a transferência confiável das mensagens de sinalização, mesmo no caso da falha das ligações de sinalização e de transferência de pontos de sinalização (TELECOMSPACE, 2015).

**Modo de transferência assíncrona (ATM):**

ATM, ou *Asynchronous Transfer Mode*, é um método de multiplexação e comutação de alta velocidade, utilizando células de tamanho fixo de 53 octetos (bytes) para suportar vários tipos de tráfego. O ATM, especificado em normas internacionais, é uma rede assíncrona, no sentido de que as células que transportam os dados do usuário não precisam ser periódicas.

**NNTP ou *Network News Transfer Protocol*:**

É um protocolo da Internet padrão TCP / IP, usado para grupos de discussão da chamada *usenet*. Foi definido inicialmente pela RFC 977; 20 anos depois, em outubro de 2006, a RFC 3977 substituiu e tornou obsoleta a RFC original. Especifica o modo de distribuição, busca, recuperação e postagem de artigos, usando um sistema de transmissão confiável. Para clientes de leitura de notícias, o NNTP habilita a recuperação de artigos armazenados em um banco de dados centralizado, permitindo aos assinantes a opção de selecionar somente os artigos nos quais estão interessados (TECHTARGET, 2015).

**OSI (*Open Systems Interconnection*):**

É o modelo de referência de como os aplicativos podem se comunicar através de uma rede. Um modelo de referência é uma estrutura conceitual para a compreensão das relações. O objetivo do modelo de referência OSI é orientar fornecedores e desenvolvedores de modo que os produtos de comunicação digital e programas de *software*, que criam, irá interoperar, e para facilitar as comparações claras entre ferramentas de comunicação. A maioria dos fornecedores envolvidos em telecomunicações tentam descrever seus produtos e serviços em relação ao modelo OSI. Porém, embora úteis para orientar a discussão e avaliação, o OSI raramente é realmente implementado na sua

plenitude e ocorre apenas em poucos produtos de rede ou ferramentas padrões, os quais mantêm todas as funções relacionadas juntas em camadas bem definidas em relação com o modelo. Os protocolos TCP / IP, que definem a Internet, não mapeiam de forma limpa com o modelo OSI.

***Real-Time Transport Protocol (RTP):***

É um padrão de protocolo de Internet que especifica uma forma de programas para gerenciar a transmissão em tempo real de dados multimídia sobre qualquer um dos serviços de rede unicast ou multicast. Originalmente especificado nas *Request for Comments (RFC)* do *Internet Engineering Task Force (IETF)* em 1889, a RTP foi concebida pela Grupo de Trabalho de Transporte de Áudio-Vídeo do IETF, para apoiar videoconferências com vários participantes, geograficamente dispersos. O RTP é comumente usado em aplicações de **telefonia Internet**. O RTP não garante por si só a entrega em tempo real de dados multimídia (uma vez que este é dependente de características da rede); ele, no entanto, fornece os meios necessários para gerenciar os dados assim que chegarem para o '*best effort*' (tratamento para redes de "melhor esforço") (TECHTARGET, 2015).

***SDP (Session Description Protocol):***

É um conjunto de regras que define como sessões de multimídia podem ser configuradas, para permitir todos os pontos finais de participar efetivamente na sessão. Neste contexto, uma sessão é composta por um conjunto de pontos finais de comunicações, juntamente com uma série de interações entre eles. A sessão é iniciada quando a conexão é estabelecida em primeiro lugar e é encerrada quando todos os pontos finais pararam de participar. Um exemplo é uma videoconferência realizada por uma grande corporação que inclui participantes de vários departamentos em diversas localizações geográficas (TECHTARGET, 2015).

**SONET / SDH:**

SONET é o padrão da *American National Standards Institute (ANSI)* para a transmissão de dados síncrona em mídia óptica. O equivalente internacional (Europa, América do Sul e outras regiões) da SONET é o *Synchronous Digital*



*Hierarchy (SDH)*. Juntos, eles garantem padrões de modo que as redes digitais podem se interligar internacionalmente. O SONET fornece padrões para uma série de taxas de transmissão de até um valor máximo de 9,953 gigabits por segundo (Gbps). Taxas de transmissão de linha reais que estão se aproximando de 20 gigabits por segundo já são possíveis (TECHTARGET, 2015).

### **TCP:**

Abreviação de *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Controle de Transmissão). Parte do conjunto de protocolos que usam o Protocolo Internet (IP), é um protocolo orientado a conexão, *full-duplex*, *host-to-host* (PC a PC), usado em redes de comunicações de computadores com comutação de pacotes. O TCP corresponde à Camada 4 (Camada de Transporte) do Modelo de Referência (OSI-RM, *Open Systems ISO Interconnection*) (TIAONLINE, 2015).

### **Transaction Capabilities Application Part (TCAP):**

A Parte de aplicação de Capacidades de Transação (TCAP) define as mensagens e de protocolo usadas para a comunicação entre aplicações (implementados como subsistemas) nos nós da rede telefonica. Ele é usado para serviços de banco de dados, tais como cartão chamada, 0800 e AIN (*Advanced Intelligent Network*), bem como serviços de "switch-a-switch", incluindo a marcação da repetição e retorno de chamada. Como as mensagens TCAP devem ser entregues para aplicações individuais dentro dos nós endereçados, eles usam o SCCP para o transporte.

### **User Datagram Protocol (UDP):**

No conjunto do protocolo IP (Internet Protocol), é um padrão de comunicação de baixa sobrecarga sem conexão, *host-to-host* (PC a PC), que é usado em redes de comunicações por computador com comutação de pacotes (Internet) e que permite que um programa de aplicação, usado em um computador, envie um datagrama para um outro programa de aplicação em outro computador. A principal diferença entre UDP e TCP é que UDP oferece serviço sem conexão, enquanto TCP não (TIAONLINE, 2015).

**Subcamada Controle de Acesso ao Meio (MAC - *Medium Access Control*):**

Em uma rede de comunicações, a parte da camada de enlace de dados que dá suporte às funções dependentes de topologia e utiliza os serviços da camada física para fornecer serviços à subcamada de controle de ligação lógica (*logical link*).

***Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*:**

É um protocolo padrão TCP / IP, que facilita a transferência de mensagens de correio eletrônico, especifica como dois sistemas devem interagir e especifica o formato das mensagens usadas para controlar a transferência de correio eletrônico (TECHTARGET, 2015).

**Request for Comments (RFC):**

É uma publicação da *Internet Engineering Task Force (IETF)* e da *Internet Society* (Sociedade da Internet), os principais órgãos de estabelecimento de normas técnicas de desenvolvimento técnico e para a Internet. Uma RFC é de autoria de engenheiros e cientistas da computação, na forma de um memorando descrevendo os métodos, comportamentos, pesquisa ou inovações aplicáveis ao funcionamento da Internet e sistemas conectados à Internet. É submetido tanto para revisão por pares ou simplesmente para transmitir novos conceitos, informações. O IETF adota algumas das propostas publicadas como RFC como padrões da Internet (TECHTARGET, 2015).

**Telnet:**

É um protocolo de alto nível (nível de aplicações), pertencente ao padrão de protocolos TCP / IP, de terminal virtual que é usado para serviço de conexão terminal remoto e que permite a um usuário, em um local, interagir com sistemas em outros locais, como se esse terminal de usuário estivesse conectado diretamente a computadores nesses *sites* (TIAONLINE 2015).

**Time Division Multiplexing (TDM):**

Multiplexação por divisão de tempo é um método de transmitir múltiplos fluxos de dados num único sinal, separando o sinal em muitos segmentos (*time-slice*), tendo cada um segmento, uma duração muito curta. Cada fluxo de dados individual é remontado nos receptores finais com base no tempo (TECHTARGET, 2015).

**Virtual Circuit Identifier (VCI):**

Um Identificador de Circuito Virtual (ICV), do Inglês *Virtual Circuit Identifier (VCI)*, é um identificador único que indica um circuito virtual em particular em uma rede. Ele é um campo de 16 bits no cabeçalho de uma célula ATM (TECHTARGET, 2015).

**Virtual Path Identifier (VPI):**

Um Identificador de Rota Virtual (IRV), do Inglês *Virtual Path Identifier (VPI)*, refere-se a um campo de 8 bits (células usuário-rede) ou 12 bits (células rede-rede) dentro de um cabeçalho de um datagrama ATM (célula). O VPI, junto com o (ICV) (Identificador de Circuito Virtual), é usado para identificar o próximo destino de uma célula, quando ela atravessa uma série de comutadores (switches) ATM em seu trajeto para seu destino. O VPI é útil na redução da tabela de comutação de alguns circuitos virtuais, que possuem rotas comuns (TECHTARGET, 2015).

**WAP:**

O WAP (*Wireless Application Protocol*) é uma especificação para um conjunto de protocolos de comunicação para padronizar a maneira que os dispositivos sem fio, como telefones e transceptores de rádio celular, podem ser usados para acessar a Internet, incluindo e-mail, a World Wide Web, newsgroups, e mensagens instantâneas. Embora o acesso à Internet tenha sido possível no passado, diferentes fabricantes têm usado várias tecnologias. No futuro, os dispositivos e sistemas de serviços que usam WAP serão capazes de interoperar (TECHTARGET, 2015).

**WiMAX:**

O WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) é uma coalizão da indústria de *wireless* dedicada ao avanço do padrão IEEE 802.16 para redes de acesso de banda larga sem fio (BWA, *Broadband Wireless Access*). O WiMAX suporta aplicações móveis sem fio, nômades e fixos. Um usuário móvel, neste contexto, é alguém em trânsito, tais como uma viagem em um trem. Um usuário "nômade" é aquele que se conecta em um dispositivo portátil, mas fá-lo apenas enquanto está parado - por exemplo, a conexão com uma rede de escritório a partir de um quarto de hotel e, em seguida, novamente a partir de uma loja de café. Fixos sem fio normalmente se refere à conectividade sem fio entre dispositivos não-móveis em residências ou empresas (TECHTARGET, 2015).

**1xRTT:**

O 1xRTT (*Single-Carrier Radio Transmission Technology*, ou Tecnologia de Transmissão de Rádio de portadora única) é um modo operacional para o padrão CDMA2000 de comunicações sem fio, que especifica um único canal (1x) de 1,25 MHz para transferência de dados. O 1xRTT foi a primeira versão do CDMA2000, que o CDMA (*Code-Division Multiple Access*), do ITU, implementou com uso do padrão IMT-2000. A capacidade de voz teórica de redes de sistemas básicos 1xRTT é de cerca de 144 kilobits por segundo (Kbps), embora, na prática, a maior velocidade possível é de mais de 80 Kbps. Versões do CDMA2000 foram desenvolvidos pela Ericsson e Qualcomm (TECHTARGET, 2015).

## **ANEXO A - Entrevistas**

São apresentadas aqui entrevistas com os três coparticipantes do projeto mencionado no estudo de caso, que atuaram juntamente com o autor deste trabalho. Esse número de participantes da entrevista, apesar de parecer pequeno, representa 75 % do universo de pesquisa, pois a equipe de projetista era composta por 4 membros. É importante ressaltar que a seleção de amostras é por representatividade do ator social e, por isso, foram selecionadas as pessoas que tiveram maior participação no projeto.

Por uma questão de confidencialidade, não são revelados os nomes dos entrevistados. A fim de sermos mais objetivos, as entrevistas foram compostas por 7 perguntas, todas focando questões relacionadas com a gestão do projeto, mencionado no Estudo de Caso.

### **I. Respostas do entrevistado 1:**

#### **1.1.1 1. Qual foi a maior dificuldade ou desafio encontrado durante o projeto?**

Resposta: Alinhar os requisitos do cliente em tempo hábil para desenvolver a solução do projeto. Na maioria dos casos, o cliente demora a entregar os requisitos e, muitas vezes, entrega os requisitos mal fundamentados.

#### **2. Você recebeu todos os insumos, ferramentas, dados, necessários a execução do projeto?**

Resposta: Sim. Porém, o problema é o tempo que, muitas vezes, o cliente demora a entregar as informações necessárias para desenvolver a solução de entrega do produto ou do serviço.

**3. Considerando que o levantamento dos requisitos é parte fundamental para levantamento do escopo de um projeto, esses requisitos foram bem definidos?**

Resposta: Em muitos casos, ocorre que o cliente sabe que necessita melhorar e que podemos ajudá-lo, porém o cliente, muitas vezes, não sabe o que quer e ao longo do projeto ele começa a compreender melhor a solução e entrega o requisito mais fundamentado e preciso.

**4. Quais das fases do projeto você considerou mais desafiadora: planejamento, montagem do projeto ou implantação? E Por quê?**

Resposta: A montagem do projeto, pois necessita dos requisitos claros e precisos.

**5. A equipe envolvida estava totalmente motivada com o projeto? Em caso negativo, quais os fatores que influenciaram na motivação da equipe?**

Resposta: Sim. Estava motivada. A motivação vem de que o sucesso do projeto que servirá como “alavanca” para obtermos novos projetos.

**6. Em relação à tecnologia usada, na sua opinião, foi a melhor escolha?**

Resposta: Sim.

**7. Em relação à metodologia do desenvolvimento e da implantação do projeto, foi a correta? Por quê?**

Resposta: Sim. Porque sempre foi utilizada a mesma metodologia com sucesso. A capacidade de aprendizado com projetos anteriores aumenta projeto a projeto.

## **II.Respostas do entrevistado 2:**

### **1. Qual foi a maior dificuldade ou desafio encontrado durante o projeto?**

Resposta: Planejamento, gerência de projetos e definição de expectativas quanto a resultados.

### **2. Você recebeu todos os insumos, ferramentas, dados, necessários a execução do projeto?**

Resposta: Não, foi necessária uma boa dose de criatividade e de busca pessoal por recursos e ferramentas.

### **3. Considerando que o levantamento dos requisitos é parte fundamental para levantamento do escopo de um projeto, esses requisitos foram bem definidos?**

Resposta: Não, a quantidade de retrabalho foi enorme, devido à falta de detalhes de requisitos.

### **4. Quais das fases do projeto você considerou mais desafiadora: planejamento, montagem do projeto ou implantação? E Por quê?**

Resposta: Implantação. Por falta de planejamento e de metodologia de apoio.

### **5. A equipe envolvida estava totalmente motivada com o projeto? Em caso negativo, quais os fatores que influenciaram na motivação da equipe ?**

Resposta: Basicamente a qualidade da gerência do departamento deixou muito a desejar. Falta de transparência e disputas políticas internas.

**6. Em relação à tecnologia usada, na sua opinião, foi a melhor escolha ?**

Resposta: Foi a melhor que se dispunha dada a urgência, mas não foi a melhor escolha, isso demandaria mais tempo.

**7. Em relação à metodologia do desenvolvimento e da implantação do projeto, foi a correta? Por quê?**

Resposta: Não, a metodologia teve que ser desenvolvida ao longo da execução.



### **III.Respostas do entrevistado 3:**

#### **1. Qual foi a maior dificuldade ou desafio encontrado durante o projeto?**

Resposta: Nota-se a falta de um melhor planejamento do projeto, maior clareza de quais objetivos eram esperados e quais os recursos estariam a A disposição.

#### **2. Você recebeu todos os insumos, ferramentas, dados, necessários a execução do projeto?**

Resposta: Não. Faltaram documentos do planejamento do projeto, dados sobre cronograma e maior transparência da gestão do departamento. Não havia laboratório para realização de testes e foi necessário improvisar com *softwares* de simulação (não fornecidos pela empresa) para testar as soluções novas. Esse tipo de situação poderia colocar em risco a fase de implantação. Foi necessário uma boa dose de improviso durante o projeto.

#### **3. Considerando que o levantamento dos requisitos é parte fundamental para levantamento do escopo de um projeto, esses requisitos foram bem definidos?**

Resposta: Não. Devido à falta de requisitos mais claros e detalhados, o escopo do projeto inicial não foi bem definido. Por esse motivo, houve necessidade de refazer várias tarefas do projeto.

#### **4. Quais das fases do projeto você considerou mais desafiadora: planejamento, montagem do projeto ou implantação? E Por quê?**

Resposta: Creio que a fase de planejamento, pois, pela falta de insumos, já mencionada acima, foi necessário fazer uso de muita criatividade.

**5. A equipe envolvida estava totalmente motivada com o projeto? Em caso negativo, quais os fatores que influenciaram na motivação da equipe ?**

Resposta: Creio que a equipe tinha motivação adequada no início do projeto. Porém essa motivação sofreu queda acentuada com o decorrer do projeto, devido aos problemas acima mencionados.

**6. Em relação à tecnologia usada, na sua opinião, foi a melhor escolha ?**

Resposta: Sim. Na época, foi a tecnologia mais recente para redes de telefonia celular 3G, testada em outros países.

**7. Em relação à metodologia do desenvolvimento e da implantação do projeto, foi a correta? Por quê?**

Resposta: Não ficou muito claro para a equipe qual metodologia foi escolhida e aplicada. As vezes, era deixado a cargo dos projetistas a escolha da melhor metodologia. As informações passadas da diretoria para os gerentes de projeto e para a área de produção, muitas vezes chegavam com atraso.