

ANTONIO CARLOS GIANOTO

**O PROCESSO DE MIGRAÇÃO DE SISTEMAS CORPORATIVOS DE
COMUNICAÇÃO TDM PARA PLATAFORMAS CONVERGENTES IP
COM PRESERVAÇÃO DE ATIVOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade
Presbiteriana Mackenzie, como parte das exigências
para obtenção do Grau de Mestre.
Área de concentração: Telecomunicações

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Dotto Stump

**SÃO PAULO
2006**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ANTONIO CARLOS GIANOTO

**O PROCESSO DE MIGRAÇÃO DE SISTEMAS CORPORATIVOS DE
COMUNICAÇÃO TDM PARA PLATAFORMAS CONVERGENTES IP
COM PRESERVAÇÃO DE ATIVOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade
Presbiteriana Mackenzie, como parte das exigências
para obtenção do Grau de Mestre.
Área de concentração: Telecomunicações

Aprovado em __/__/2006

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sandra Maria Dotto Stump (Orientadora)
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Nizan Omar
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Paulo Batista Lopes
Examinador Externo

**SÃO PAULO
2006**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pelas muitas oportunidades que me tem concedido,

À minha orientadora neste trabalho, Profa. Dra. Sandra Maria Dotto Stump, pela infinita paciência e atenção dispensadas ao longo do desenvolvimento desta dissertação,

À colega e amiga Enga. Ana Maria Aragon Briaes Bomilcar, pelo incentivo e apoio junto ao convênio Siemens Mackenzie,

Aos colegas da Siemens Ltda pelo apoio, sugestões e esclarecimentos além do fornecimento de material para consulta, em especial:

- Engo. Alessandro Sporleder da Silva
- MsC. Engo. Ivan Britto da Silva
- Orlando Lopes Frangiosi
- Engo. José Geraldo Pinto
- Enga. Karin Mestriner-Lorena

Aos professores componentes da Banca Examinadora, Profa. Dra. Sandra Maria Dotto Stump (Orientadora), Prof. Dr. Nizan Omar, Prof. Dr. Paulo Batista Lopes, Prof. Dr. Magno Teófilo Madeira da Silva (suplente), Prof. Dr. Alessandro Anzalani (suplente) e aos demais Professores do curso de Mestrado em Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie,

Ao Instituto Presbiteriano Mackenzie, por intermédio do Mack Pesquisa pelo apoio prestado, e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

Dedico este trabalho àqueles que me são mais caros nesta vida,
Aos meus pais Noêmia e Sebastião a quem muito amo e devo,
Aos meus irmãos Miriam e Décio, pelo incentivo e apoio recebidos,
Às minhas filhas Fernanda e Susana, razão de ser da minha existência e fonte de motivação para os desafios que a vida me coloca,
Finalmente, à minha amada esposa Arlete, pelo constante incentivo e apoio durante todas as etapas vivenciadas para a conclusão deste trabalho.

“Omnia definitio periculosa est...”

Toda definição é perigosa.....

“Conhecereis a verdade e a verdade vos libertará”

(João 8:32)

RESUMO

O objetivo desta dissertação é o de apresentar um estudo do processo de migração de plataformas de voz PABX (*Private Automatic Branch Exchange*) TDM (*Time Division Multiplex*) de comunicações corporativas baseadas na tecnologia CPA-T (Controle por Programa Armazenado estágio de comutação Temporal digital), para sistemas convergentes suportados pelo protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). São analisadas as intervenções necessárias para esta migração, preservando ao máximo os investimentos efetuados nestas plataformas, integrando-as as redes de dados existentes. Dentre outras vantagens apresentadas no texto, destaca-se a otimização dos acessos fornecidos pelas operadoras de telecomunicações pelo compartilhamento da infra-estrutura da rede de dados para o tráfego de sinais de voz.

Palavras-chave: PABX, CPA-T, TDM, Convergência IP, Redes de dados, Protocolo TCP/IP.

ABSTRACT

The aim of this elaboration is to present a study of the migration process involved transforming the digital PBX (Private Branch Exchange) TDM (Time Division Multiplex) SPC (Stored Program Control) based platforms of corporate communications on technology to converged IP (Internet Protocol) systems supported by the TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) protocol. This proposal analyzes the necessary interventions in order to preserve the investments made in these platforms, integrating them to existent data networks. Beside other benefits presented in this work, one key advantage is the possibility to transport voice over an existing data infrastructure, optimizing usage of carrier connections.

Keywords: PBX, SPC, TDM, IP convergence, Data network, TCP/IP protocol.

SIGLAS E ABREVIATURAS

ACD	Automatic Caller Distributor
ACK	Acknowledgement
ACR	Absolute Category Rate
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
AS	Application Server
ATM	Asynchronous Transfer Mode
bps	bits por segundo
BRI	Basic Rate Interface
CAS	Channel Associated Control
CBR	Constant Bit Rate
CCS	Common Channel Sinalization
CM	Call Manager
CMOS	Complementary Metal Oxide Silicon
CODEC	Coder Decoder
CPA	Contrôle por Programa Armazenado
CPAE/T	Contrôle por Programa Armazenado estágio de comutação Espacial/Temporal
CPA-T	Contrôle por Programa Armazenado estágio de comutação Temporal
CPCT	Central Privada de Comutação Telefônica
CPU	Central Processor Unit
RAM	Random Access Memory
CS	Chefe-Secretária
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
CTI	Computer Telephony Integration
DAC	Distribuidor Automático de Chamadas
DC	Distribuidor de Chamadas
DDD	Discagem Direta a Distância
DDI	Discagem Direta Internacional
Diff Serv	Differentiated Services
DPC	Distribuidor Paralelo de Chamadas
DSP	Digital Signal Processor
DTMF	Dual Tone Multi Frequential
E&M	Ear and Mouth
E1	Tronco digital padrão Europeu
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FDM	Frequency Division Multiplex
FR	Frame Relay
FTP	File Transfer Protocol
FXO	Foreign Exchange Office
FXS	Foreign Exchange Station
GW	Gateway
HDLC	High Level Data Link Control

http	hyper text transmission protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
I/O	Input/Output
IP	Internet Protocol
IPv6	Internet Protocol version 6
ISDN	Integrated Digital Service Network
ISO	International Standardization Organization
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector
Kbps	Kilobits por segundo
KS	Key System
LAN	Local Area Network
MAC	Midia Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MOS	Mean Opinion Score
MPLS	Multi Protocol Label Switching
Mbps	Mega bits por segundo
ms	mile segundos
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTR	Mean Time To Repair
MUX	Multiplex
NACK	Non Acknowledgment
NGN	Next Generation Network
NT	Network Terminal
OSI	Open System Interconnection
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PAM	Pulse Amplitude Modulation
PC	Personal Computer
PCM	Pulse Code Modulation
PDA	Personal Device Assistant
POTS	Plain Old Telephony System
pps	packets per second
PRI	Primary Rate
PSTN	Public Switching Telecommunication Network
QoS,	Quality of Service
RAS	Registration Admission Status
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
RFC	Request for Comments
ROI	Return Of Investiment
RP	Regional Processor
RTP	Real time Protocol
RTP	Real Time Protocol
RTPC	Rede de Telefonia Pública Comutada
SAP	Service Access Point

SCM	Serviço de Comunicação Multimídia
SDLC	Synchronous Data Link Control
SIG	Signaling
SIP	Session Initiation Protocol
SLA	Service Level Agreement
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SPC	Stored Program Control
ST	Subscriber Termination
STFC	Serviço de Telefonia Fixo Comutado
T1	Tronco digital padrão Americano
TCP	Transmission control Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TDM,	Time Division Multiplex
TE	Terminal Equipment
TELEBRÁS	Telecomunicações Brasileiras
TIPHON	Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks
ToS	Type Of Service
TS	Time Slot
UDP	User Datagram Protocol
VAD	Voice Activity Detection
VBR	Variable Bit Rate
VLAN	Virtual Local Area Network
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Exemplo de Multiplexação	22
Figura 2.2 - Princípio básico do sistema TDM.....	24
Figura 2.3 - Sinal PAM multiplexado no tempo (TDM)	24
Figura 2.4 - Janelas de tempo – Time-slot.....	25
Figura 2.5 - Geração do sinal PCM	26
Figura 2.6 - Obtenção do sinal digital PCM TDM	26
Figura 2.7 - Sistema PCM30 – Tronco digital E1	27
Figura 2.8 - Sistema PCM 24 – Tronco digital T1	27
Figura 2.9 - Elemento comutador por circuitos	28
Figura 2.10 - Exemplo de um sistema com comutação por circuitos	29
Figura 2.11 - Princípio básico da comutação espacial.....	30
Figura 2.12 - comutador espacial.....	31
Figura 2.13 - princípio básico da técnica de comutação temporal.....	31
Figura 2.14 - Princípio de uma comutação de circuito no tempo	32
Figura 2.15 - Sistema Misto E/T (Espacial/Temporal).....	34
Figura 2.16 - Técnica de comutação por mensagens	35
Figura 2.17 - Exemplo de um sistema de comutação por pacotes	36
Figura 2.18 - Elemento comutador de pacotes	36
Figura 2.19 - Técnica de comutação por pacotes.....	37
Figura 2.20 - Comutação de Pacotes: (a) Circuito Virtual; (b) Datagrama	38
Figura 3.1 - Exemplo de rede de telefones em malha.....	39
Figura 3.2 - Sistema centralizado - Central de comutação - rede em estrela.....	40
Figura 3.3 - Sistema manual de comutação	41
Figura 3.4 - Diagrama básico de blocos de um sistema de comutação.....	42
Figura 3.5 - Conceito genérico do sistema CPA/SPC	44
Figura 3.6 - Sistema com comando descentralizado (distribuído).....	45
Figura 3.7 - Sistema com comando misto.....	46
Figura 3.8 - Sistema de sinalização por canal associado (CAS).....	49
Figura 3.9 - Sistemas de sinalização por canal comum (CCS).....	49
Figura 3.10 - Sinalização na rede de voz e dados	50
Figura 3.11 - Representação dos acessos ISDN/RDSI	53
Figura 3.12 - Modelo ISDN/RDSI de referência.	55
Figura 4.1 - Sistema CPCT tipo PABX	59
Figura 4.2 - Call center – diagrama do sistema	64
Figura 4.3 - Sistema call center convergente IP	65
Figura 5.1 - Rede Local	67
Figura 5.2 - Aspectos relevantes na Arquitetura OSI	68
Figura 5.3 - O Modelo OSI de 7 camadas	69
Figura 5.4 - Meio Físico com retransmissores.....	70
Figura 5.5 - Quadro HDLC.....	72
Figura 5.6 - Equivalência OSI - IEEE	75
Figura 5.7 - Topologia Lógica de Barramento	76
Figura 5.8 - Topologia lógica em anel.....	77
Figura 5.9 - Conexão com HUB.	78
Figura 5.10 - SWITCH – exemplo de utilização na rede.....	78
Figura 5.11 - Exemplo de endereçamento IP.....	81
Figura 5.12 - Modelo OSI versus. Modelo TCP/IP	82

Figura 5.13 - Visão geral dos protocolos para VoIP.....	84
Figura 5.14 - Pilha de protocolos do H323.....	85
Figura 5.15 - Componentes do H323.....	85
Figura 5.16 - Ambiente SIP	88
Figura 6.1 - Sistemas legados - Redes de voz e dados distintas	92
Figura 6.2 - Equipamento PABX CPA-T - Diagrama de blocos.....	94
Figura 6.3 - Aplicações do protocolo IP na convergência de redes de comunicações	97
Figura 6.4 - Evolução para a convergência IP	99
Figura 6.5 - PABX HÍBRIDO	102
Figura 6.6 - Rede LAN	103
Figura 6.7 - Processo de MOS de avaliação	109
Figura 6.8 - Gráfico MOS x CODEC utilizado	110
Figura 6.9 - Cenário 1 – Sistemas de voz e dados não integrados.....	116
Figura 6.10 - Integração de redes e aplicações	117
Figura 6.11 - Rede corporativa integrada	120
Figura 6.12 - Exemplo de encaminhamento de chamadas via LCR.....	120
Figura 7.1 - PABX IP – estrutura básica	122
Figura 7.2 - Telefonia IP - Ambiente corporativo	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Tabela de controle entrada x saída da figura 2.14.....	33
Tabela 5.1 – Quadro comparativo entre o H323 e o SIP	89
Tabela 6.1 – Relação <i>Delay</i> x perda de pacotes.....	107
Tabela 6.2 – Avaliação MOS.....	109
Tabela 6.3 – Comparação entre os valores R-Values e a pontuação MOS	110
Tabela 6.4 – Tabela comparativa Plataforma PABX TDM não convergente x Plataforma PABX HÍBRIDO convergente.....	114

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	FUNDAMENTOS SOBRE TÉCNICAS DE COMUTAÇÃO.....	22
2.1	INTRODUÇÃO	22
2.2	PRINCÍPIOS DE MULTIPLEXAÇÃO	22
2.2.1	Multiplexação FDM (Frequency Division Multiplex).....	23
2.2.2	Multiplexação TDM (<i>Time Division Multiplex</i>).....	23
2.3	SINAL PCM (PULSE CODE MODULATION)	25
2.3.1	Etapas para a digitalização do sinal de voz e obtenção do sinal PCM	25
2.3.2	Sinal PCM - TDM.....	26
2.4	TÉCNICAS DE COMUTAÇÃO	28
2.4.1	Técnica de Comutação por Circuitos	28
2.4.1.1	Comutação espacial	29
2.4.1.2	Comutação temporal	31
2.4.1.3	Técnica de comutação mista	34
2.4.2	Técnica por Comutação de Mensagens.....	35
2.4.3	Técnica de Comutação por Pacotes	36
2.4.3.1	Modo Circuito virtual	37
2.4.3.2	Modo Datagrama	38
3	CLASSIFICAÇÃO/EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMUTAÇÃO.....	39
3.1	BREVE HISTÓRICO	39
3.2	CENTRAL DE COMUTAÇÃO - ESTRUTURA BÁSICA	41
3.3	SISTEMAS DE COMUTAÇÃO – CLASSIFICAÇÃO/EVOLUÇÃO:	42
3.3.1	Sistemas Eletromecânicos.....	42
3.3.2	Sistemas Semi-Eletrônicos (híbridos).....	43
3.3.3	Sistemas ELETRÔNICOS com Controle por Programa Armazenado (CPA)	43
3.4	SISTEMAS CPA – EVOLUÇÃO	43
3.4.1	Sistema CPA – tipos de arquitetura do comando do sistema	44
3.4.1.1	Sistema com comando centralizado.....	44
3.4.1.2	Sistema com comando descentralizado:	45
3.4.1.3	Sistema com comando misto:	45
3.4.2	Classificação dos sistemas CPA	47
3.4.2.1	Sistema CPA-E	47
3.4.2.2	Sistema CPA-T	47
3.4.2.3	Sistemas mistos CPA E/T	47
3.5	ASPECTOS COMPLEMENTARES SOBRE SISTEMAS DE COMUTAÇÃO	48
3.5.1	Sinalização em redes de voz	48
3.5.2	Sinalização em redes de voz e dados integradas.....	49
3.5.2.1	Endereço	50
3.5.2.2	Sinalização Analógica.....	51
3.5.2.3	Sinalização digital CAS (Canal associado) e CCS (canal comum)	51
3.5.3	Acessos digitais.....	51
3.5.3.1	Acessos básico (BRI) e primário (PRI)-	51
3.6	REDE DIGITAL DE SERVIÇOS INTEGRADOS (RDSI).....	51
3.6.1	Acesso básico denominado de BRI (<i>Basic Rate Interface</i>) 2B+D.	52
3.6.2	Acesso Primário denominado de PRI (Primary rate Interface) 30B+D.....	53
3.6.3	Configuração de Referência.....	53
4	SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES EMPRESARIAIS – SISTEMAS CPCT.....	56

4.1	INTRODUÇÃO	56
4.2	SISTEMAS TELEFÔNICOS TIPO CPCT:	57
4.2.1	Equipamento CPCT tipo KS (Key-System)	57
4.2.2	Equipamento CPCT tipo chefe-secretária (CS)	58
4.2.3	Equipamento CPCT tipo PABX (<i>Private Automatic Branch Exchange</i>).....	58
4.2.3.1	Facilidades de sistemas CPCT tipo PABX CPA	59
4.2.3.1.1	Consulta	59
4.2.3.1.2	Transferência de chamadas	60
4.2.3.1.3	Captura de chamadas (call pick-up).....	60
4.2.3.1.4	Categorização de ramais	60
4.2.3.1.5	Conferência interna/externa,	60
4.2.3.1.6	Rechamada (Call-back).....	60
4.2.3.1.7	Desvio de chamadas.....	61
4.2.3.1.8	Transparência de facilidades na rede corporativa.....	61
4.2.4	Equipamento CPCT tipo distribuidor de chamadas (DC)	61
4.3	SISTEMAS TIPO <i>CALL CENTER</i>	62
4.3.1	Equipamentos para a constituição de um callcenter	63
4.3.1.1	Evolução dos sistemas callcenter para IP com proteção do investimento	64
4.4	SISTEMAS HÍBRIDOS	65
5	FUNDAMENTOS DE PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO E ARQUITETURA DE REDES DE DADOS.....	66
5.1	INTRODUÇÃO	66
5.2	TIPOS DE REDES	66
5.2.1	Redes Locais Lan (<i>Local Área Network</i>).....	66
5.2.2	Redes de Longa Distância Wan (<i>Wide Área Network</i>).....	67
5.3	O MODELO DE CAMADAS	67
5.3.1	Introdução	67
5.3.2	O modelo OSI (<i>Open System Interconnetion</i>) de referência	68
5.3.2.1	Camada 1 - Camada física	70
5.3.2.2	Camada 2 - Camada de Enlace de Dados	71
5.3.2.3	Camada 3 - Camada de Rede.....	72
5.3.2.4	Camada 4 - Camada de Transporte.....	72
5.3.2.5	Camada 5 - Camada de Sessão	73
5.3.2.6	Camada 6 - Camada de Apresentação	73
5.3.2.7	Camada 7 - Camada de Aplicação	73
5.4	PADRÕES IEEE.....	74
5.5	MÉTODOS DE TRANSPORTE - LAN	75
5.5.1	<i>Ethernet</i> (IEEE 802.3)	75
5.5.1.1	Topologia Lógica	75
5.5.1.2	Topologia Física	76
5.5.2	<i>Token Ring</i> (IEEE 802.5).....	76
5.5.3	FDDI - Fiber Distributed Data Interface.....	77
5.6	EQUIPAMENTOS ESTRUTURAIS DAS REDES.....	77
5.6.1	<i>HUB</i>	77
5.6.2	SWITCHS	78
5.6.3	Roteador.....	79
5.7	PROTOCOLOS	79
5.7.1	Protocolo IP	80
5.7.1.1	Endereço IP (IPv4).....	80
5.7.2	Aspectos básicos do TCP/IP.....	81

5.7.3	Protocolos de transporte para dados de mídia e sinalização	83
5.7.4	Protocolo H323	84
5.7.5	Session Initiation Protocol (SIP).....	86
5.7.6	Comparativo H.323 X SIP	88
6	PROPOSTA DE MIGRAÇÃO	90
6.1	REDE CORPORATIVA DE VOZ E DADOS	90
6.1.1	Introdução	90
6.1.2	Sistemas legados de comunicação corporativa	91
6.2	ANÁLISE DE UMA PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO CORPORATIVA TIPO PABX CPA-T (TDM).....	92
6.3	DESCRIÇÃO/ MODELAGEM DE UM SISTEMA PABX TDM CPA-T.....	94
6.3.1	Recomendações para os requisitos técnicos do sistema	94
6.4	CONVERGÊNCIA DAS REDES DE VOZ E DADOS	96
6.4.1	Telefonia IP.....	96
6.4.2	Elementos do processo de migração TDM para uma plataforma convergente IP	100
6.4.2.1	Pabx Híbrido	100
6.4.2.2	Rede LAN	102
6.4.3	Aspectos primordiais de uma rede convergente	103
6.4.3.1	Confiabilidade do sistema.....	103
6.4.3.2	Qualidade da voz	105
6.4.3.3	Parâmetros de <i>QoS</i>	105
6.4.3.3.1	Delay (Atraso) - Latência	105
6.4.3.3.2	Jitter	106
6.4.3.3.3	Perda de Pacotes	107
6.4.3.3.4	Largura de Banda.....	107
6.4.4	Requisitos dos Equipamentos	111
6.4.4.1	Roteadores	111
6.4.4.2	<i>SWITCHES</i>	111
6.4.4.3	<i>HUBs</i>	112
6.4.5	Alimentação do sistema	112
6.4.6	Aspectos de Segurança	113
6.4.7	Tabela comparativa.....	114
6.5	AMBIENTE CORPORATIVO – ANÁLISE DE CENÁRIOS	115
6.5.1	Cenário 1 – Sistemas de voz e dados não integrados	115
6.5.2	Cenário 2 – sistemas de voz e dados integrados	116
6.5.3	Comentários finais	121
7	ALTERNATIVA DE REDES CONVERGENTES	122
7.1	REDE IP PURA.....	122
7.1.1	Elementos do PABX IP	123
7.1.1.1	<i>Gateway</i> (GW).....	123
7.1.1.2	<i>Gatekeeper</i> (GK).....	123
7.1.1.3	Application Server (AS)	123
7.1.1.4	Telefone IP.....	123
7.1.2	Aspectos técnicos sobre o sistema	124
7.2	TELEFONIA IP - AMBIENTE CORPORATIVO	124
7.2.1	Telefonia IP - Ambiente corporativo - descrição.....	124
7.2.1.1	Rede Local (LAN)	125
7.2.1.2	Equipamentos terminais.....	125
7.2.1.3	Roteador (ROT)	125
7.2.1.4	<i>Gateway</i> (GW).....	126

7.2.1.5	Call Manager (CM)	126
7.2.1.6	Application Server (AS)	126
7.3.1	Provedores de Serviços de Telefonia IP	127
7.3.2	Mercado corporativo	127
7.4	TELEFONIA IP - CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
8	COMENTÁRIOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	129
8.1	BENEFÍCIOS ALCANÇADOS COM A TECNOLOGIA IP	129
8.1.1	Redução do custo de ligação (DDD e DDI)	129
8.1.2	Plano de numeração unificado para toda a empresa	129
8.1.3	Aumento da produtividade	130
8.1.4	Redução do custo de operação da rede	130
8.1.5	Integração da empresa	130
8.1.6	Escalabilidade	130
8.1.7	Conectividade baseada em padrões abertos	130
8.1.8	Acesso através da Web	131
8.1.9	Expansão das aplicações de voz	131
8.2	RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO DE MIGRAÇÃO DOS SISTEMAS CORPORATIVOS TDM PARA PLATAFORMAS CONVERGENTES IP COM PRESERVAÇÃO DE ATIVOS	133
8.2.1	Aspectos financeiros – análise de custos	133
8.2.2	Aspectos técnicos de projeto	134
8.3	COMENTÁRIOS FINAIS	137
	REFERÊNCIAS	139

1 INTRODUÇÃO

As redes convergentes (voz e dados) nos dias de hoje se tornam determinantes para o processo de comunicação corporativa (KUROSE, J. F.; ROSS, K. W., 2003). A evolução tecnológica permitiu convergir para plataformas de comunicações integradas suportadas pelo protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) (CASAD; WILSEY, 2000).

Tal evolução levou a um dos grandes dilemas que as organizações enfrentam, a saber: substituir os seus recursos de comunicação de voz tais como PABX (*Private Automatic Branch Exchange*) digitais baseados na tecnologia CPA-T (Controle por Programa Armazenado estágio de comutação Temporal digital) (ALENCAR, M. S., 1999) (NETO, V.S.; CARVALHO, F. T. A., 1999) (JESZENSKY, P.J.E. 2004) (FERRARI, A.M. 2002) e os ativos de rede de dados por novos equipamentos muitas vezes caros e ineficientes ou, adotar um processo de migração suave adicionando aos equipamentos elementos de comunicação que permitam a utilização de uma única infra-estrutura de rede que suporte em uma mesma plataforma o tráfego de voz e dados.

O processo de migração proposto visa à obtenção de uma plataforma corporativa convergente levando em conta o aproveitamento dos equipamentos legados de voz e dados, possibilitando a estes transportarem de forma transparente quaisquer fluxos de informação e de sinalização. Será proposta uma arquitetura de maneira a agregar valor aos sistemas mencionados, sem que haja perda de qualidade. Com isto os equipamentos passam a operar de forma integrada compartilhando a mesma infra-estrutura de rede, assegurando-se total transparência na comunicação, com a preservação integral das facilidades dos sistemas de voz, suportando inclusive serviços multimídia.

A implementação desta tecnologia exige o equacionamento de alguns problemas relativos à qualidade do sinal que trafega pela rede principalmente no que se refere a atrasos e outras imprecisões enfrentadas e vencidas há muito tempo pelos equipamentos telefônicos tradicionais operando com comutação por circuitos. Nas redes IP os sinais são comutados por pacotes. (TANENBAUM, A. S., 2000) (STALLINGS, W. 1998).

O transporte dos pacotes de voz deve ser realizado pela rede segundo exigências específicas deste serviço, também conhecidas como parâmetros de QoS (*Quality of Service*) (IEEE 802.1q) (IEEE 802.1p) (IEEE 802.1d). Essas redes pela sua natureza não oferecem nenhum tipo de QoS, o que é considerado atualmente a principal dificuldade para as

aplicações multimídia. Dentre os serviços multimídia em geral o de voz é sempre o primeiro a ser considerado, visto, dentre outros fatores, não ser tolerável pelos usuários atrasos do sinal durante uma conversação. Como será discutido no capítulo 6, a norma ITU-T G.114 (ITU00), para aplicações de voz, de uma forma geral, trata do atraso máximo tolerável para uma conversação bem como para aplicações consideradas de tempo real.

A tecnologia VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) permite que a voz trafegue por uma rede de dados (DAVIDSON, J.; PETERS, J. - 2000). Para que isso seja possível é necessário que esta possua algumas características mínimas e essenciais, de forma a harmonizar o fluxo de informações onde o sinal de voz deve ter prioridade. Isto é alcançado pela implementação de QoS (*Quality of Service*) na rede cujos principais parâmetros tais como *Delay*, *Jitter*, Perda de Pacotes, Largura de Banda dentre outros, serão analisados no capítulo 6 (KUROSE, J. F. ; ROSS, K. W., 2003).

Especificações de parâmetros de QoS como as constantes do *Technical Report "Telecommunication and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON); General Aspects of Quality of Service (QoS)"* (ETSI99), do ETSI (*European Telecommunication Standardization Institute*) podem ser utilizados como referência e apresentam valores limites para atraso (*delay*), variação de atraso (*jitter*), perda de pacotes etc, normalmente relacionados a níveis (classificações) de qualidade de serviço. Têm suas bases fundamentadas nos valores de referência da norma G.114, com a vantagem de aplicá-las diretamente ao contexto de redes de voz sobre redes de pacotes.

Com vistas ao entendimento do processo de migração proposto no capítulo 6, será fornecido o embasamento teórico, e relativamente prático, sobre essa tecnologia de transmitir voz por uma rede de dados. Pela atualidade e abrangência do tema, algumas terminologias técnicas foram mantidas na sua forma originalmente escrita, não sendo recomendável traduzi-las para o Português sem que haja a correspondente perda da força de expressão do idioma original. A lista das siglas e abreviações presente no início desta pesquisa procura auxiliar o leitor em caso de dúvida.

A seguir é apresentada uma descrição sucinta de cada capítulo.

Capítulo 2 – Fundamentos sobre técnicas de comutação - Descrevem-se os conceitos básicos necessários ao entendimento das tecnologias TDM (*Time Division Multiplex*), PCM (*Pulse Code Modulation*), comutação por circuitos e por pacotes.

Capítulo 3 – Classificação/Evolução dos sistemas de comutação – São apresentados à estrutura básica de um sistema de comutação bem como a sua evolução tecnológica destacando-se os sistemas TDM com Controle por Programa Armazenado (CPA-T) digitais.

Capítulo 4 – Sistemas de comunicações empresariais - sistemas CPCT (Central Privada de Comutação Telefônica) – Será discutida a conceituação do sistema, tipos, destacando-se a plataforma PABX (*Private Automatic Exchange*) bem como sua aplicação nos sistemas corporativos de comunicações.

Capítulo 5 – Fundamentos de protocolos de comunicação e arquitetura de redes de dados - Serão apresentados os conceitos básicos para a compreensão de uma arquitetura de uma rede. Será desenvolvido um breve estudo envolvendo o conhecimento do modelo de camadas *OSI (Open Standard Interconetion)*, nos quais o protocolo *IP* se fundamenta. Serão abordados de forma sucinta dois subconjuntos do protocolo *IP* que regulam as relações de comunicação na rede, o *H323* e o *SIP*. Tais protocolos serão objeto de análise prevendo-se a utilização de um *gateway* (conversor)(ITU-T P.1010) na rede de forma a possibilitar a comunicação entre os terminais que utilizam estes protocolos.

Capítulo 6 – Proposta de migração – O estudo consistirá em uma análise dos sistemas legados de comunicação corporativa com vistas a uma integração entre as redes de voz e dados indicando as intervenções necessárias para transformá-los em uma plataforma convergente IP. Será analisada a configuração desses sistemas com o objetivo de se propor uma operação conjunta suportada por uma mesma infra-estrutura de rede. Com isto pretende-se demonstrar a viabilidade e os benefícios na implementação deste processo de migração tecnológica com preservação dos ativos, para a obtenção de ganhos de eficiência na comunicação pelo uso compartilhado da rede seja para o transporte da voz ou para a comunicação de dados.

Com isto assegura-se um processo suave de migração tecnológica sem a necessidade da substituição integral dos sistemas legados, transformando-os em plataformas convergentes.

Capítulo 7 – Alternativas de redes convergentes - Será efetuada uma breve análise da alternativa de substituição total dos ativos de voz e de dados por uma plataforma IP convergente única, onde não há interação com equipamentos TDM legados.

Capítulo 8 – Comentários, conclusões e recomendações sobre o processo de migração dos sistemas de comunicação corporativos TDM para plataformas convergentes IP com preservação de ativos. - Este capítulo aborda alguns dos benefícios e vantagens na adoção deste processo de migração, efetuando uma análise dos principais

ganhos com esta tecnologia, fornecendo orientações de como proceder para a sua implementação.

2 FUNDAMENTOS SOBRE TÉCNICAS DE COMUTAÇÃO

2.1 INTRODUÇÃO

O crescimento das redes de telefonia exigiu a criação de sistemas capazes de conectar assinantes de uma rede de forma rápida e eficiente. Essas redes foram criadas com o objetivo de oferecer o melhor desempenho com o menor investimento possível, visto tratar-se de comunicação prioritariamente de sinais de voz. O canal de voz foi definido como sendo o intervalo de frequências compreendido entre 300Hz e 3400Hz, no qual a voz é transmitida de forma inteligível. Como será apresentado no capítulo 3, por questões de filosofia de operação as redes de telefonia se utilizam de recursos limitados de conexão a serem compartilhados entre os assinantes, e na grande maioria inferiores a quantidade destes. Tal compartilhamento é obtido pelo uso de circuitos denominados de enlaces capazes de conectar ponto-a-ponto os assinantes da rede. Por se tratar de uma rede inicialmente definida para o tráfego de sinais de voz, esta apresenta uma largura de faixa (banda passante) fixa, limitada a 3,1Khz.. O estabelecimento das vias temporárias é efetuado por processos de comutação envolvendo meios físicos de interligação entre os assinantes.

2.2 PRINCÍPIOS DE MULTIPLEXAÇÃO

A multiplexação é a técnica utilizada para se transmitir simultaneamente vários sinais de através de um mesmo meio. Os equipamentos de comunicação que fazem multiplexação são conhecidos como multiplexadores e sua principal função é permitir que vários circuitos de voz e dados compartilhem de forma simultânea um mesmo meio de comunicação. A figura 2.1 ilustra o conceito de multiplexação.

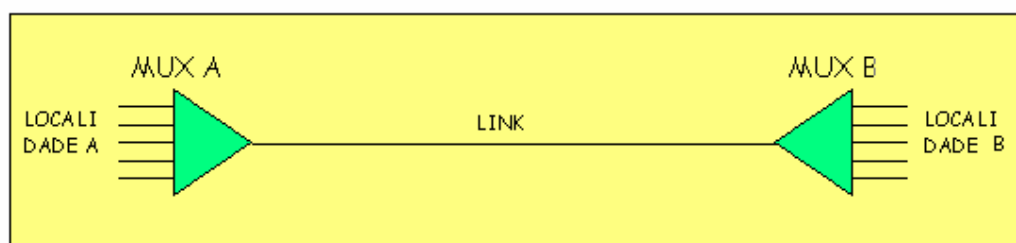


Figura 2.1 - Exemplo de Multiplexação

Fonte: Elaborada pelo autor

Existem dois métodos de multiplexação a multiplexação por divisão de frequências FDM (*Frequency Division Multiplex*) e a por divisão de tempo TDM (*Time Division Multiplex*). (FERRARI, A. M. – 2004)

2.2.1 Multiplexação FDM (*Frequency Division Multiplex*)

No processo FDM ao longo do meio de transmissão, existem conversores que transladam as frequências de voz, através de um processo denominado de modulação produzindo desta forma, faixas diferentes de frequências. O equipamento multiplex recebe os sinais modulados de cada usuário, com os sinais transladados para frequências mais altas em condições adequadas de baixa atenuação e baixo ruído. Estes canais são agrupados dando-se o nome de banda básica à faixa de frequência ocupada pelo agrupamento final dos canais multiplexados, que vão ser transmitidos ao longo do meio. Com esta técnica é comum a implementação de sistemas de capacidades variadas sendo as mais comuns 12, 24, 300, 960, 1800, 2700 canais. Este tipo de multiplexação é muito empregado em sistemas analógicos de transmissão via rádio.

2.2.2 Multiplexação TDM (*Time Division Multiplex*).

Outra maneira de transmitir vários canais simultaneamente pelo mesmo meio de transmissão, é o emprego da técnica de multiplexação por divisão no tempo denominada TDM (*Time Division Multiplex*). O princípio básico de sistemas TDM é muito simples. Várias entradas são sequencialmente amostradas por um comutador que completa um ciclo de revolução no tempo, extraindo uma amostra de cada entrada. (JESZENSKY, P. J. E. 2004). É o que mostra a figura 2.2. Na saída do comutador tem-se um sinal modulado por amplitude de pulsos PAM (*Pulse Amplitude Modulation*), que consiste em amostras das mensagens individuais, periodicamente entrelaçadas no tempo como mostrado na figura 2.3. Nesta situação tem-se um sinal PAM TDM analógico.

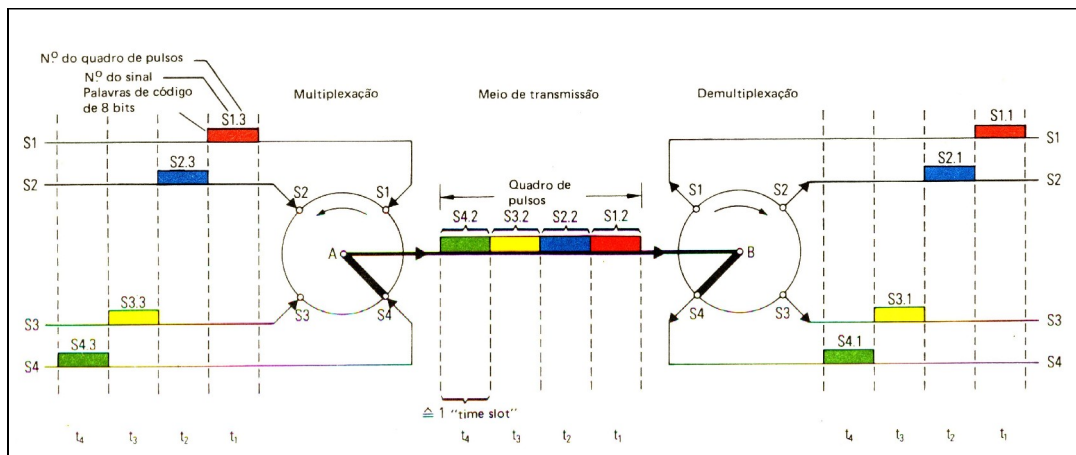


Figura 2.2 – Princípio básico do sistema TDM.

Fonte: SIEMENS AG (1988)

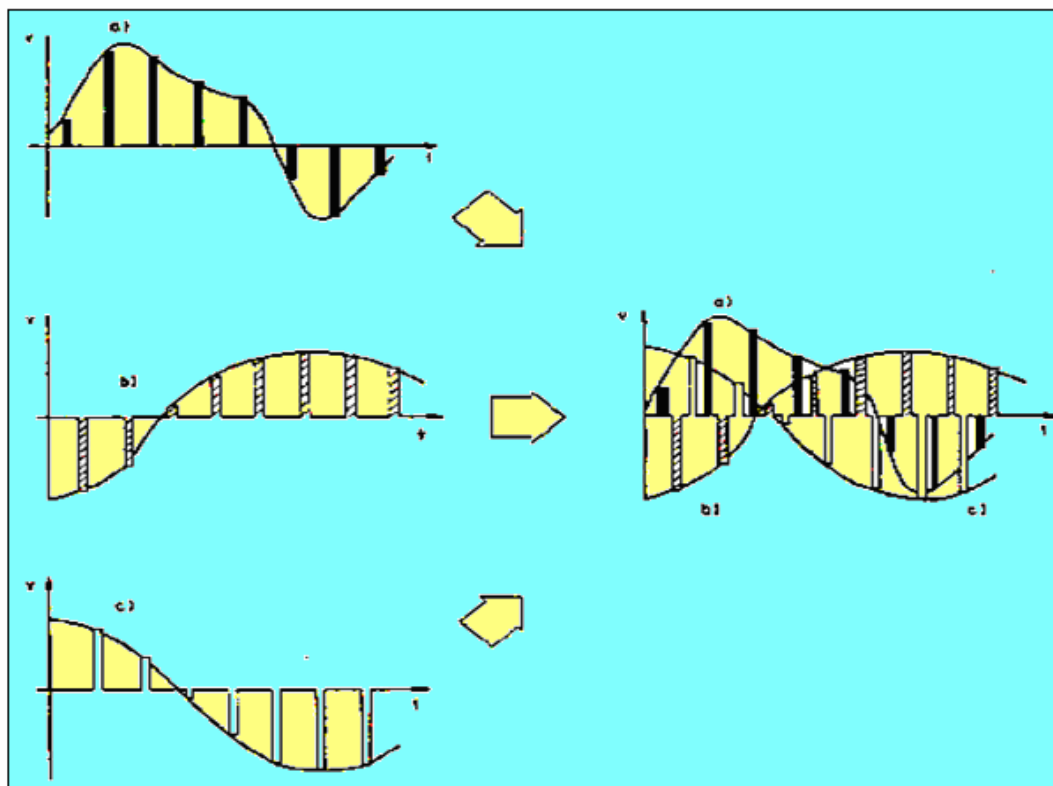


Figura 2.3 – Sinal PAM multiplexado no tempo (TDM)

Fonte: Elaborada pelo autor

A técnica TDM consiste em se transmitir amostras do sinal em intervalos de tempo regulares. A frequência de amostragem é baseada no denominado “Teorema da amostragem” de Nyquist no qual amostras de um sinal podem ser transmitidas e recuperadas desde que a relação entre a frequência de amostragem e a maior frequência presente no canal seja de no

mínimo duas vezes. O valor convencionado para a frequência de amostragem levando em conta o canal de voz, foi de 8Khz., correspondendo a um período de 125 micro segundos, divididos em intervalos de tempo denominados de “*Time-Slot*” (TS), como mostrado na figura 2.4.

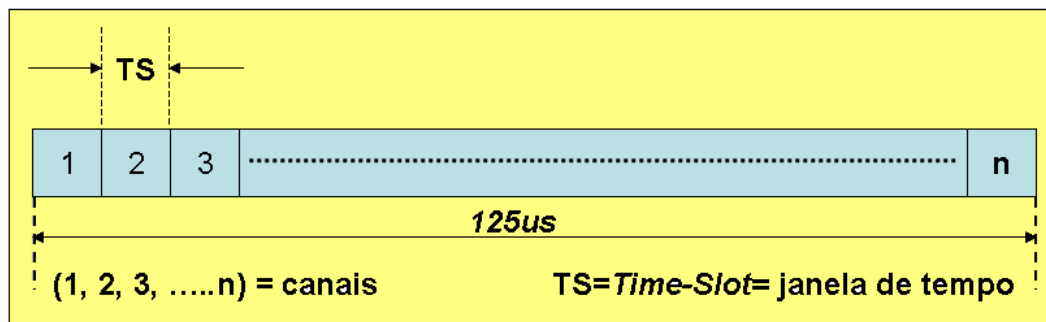


Figura 2.4 – Janelas de tempo – Time-slot

Fonte: Elaborada pelo autor

Neste processo é atribuída a cada amostra um *Time-slot* (TS) ou janela de tempo, responsável por acomodar o sinal a ser transmitido. Com isto consegue-se colocar várias amostras de canais diferentes em uma mesma via física constituindo assim o sinal multiplexado no tempo. Os sinais de entrada do equipamento multiplex TDM constituem os canais do sistema podendo ser um sinal de voz ou dados.

2.3 SINAL PCM (PULSE CODE MODULATION)

2.3.1 Etapas para a digitalização do sinal de voz e obtenção do sinal PCM

A figura 2.5 mostra a obtenção do sinal PCM, obtido a partir do sinal amostrado. Além da amostragem o sinal de voz deve passar por uma conversão alógico/digital efetuada pelo elemento denominado *CODEC* (Codificador/Decodificador) responsável por duas etapas, a quantização das amostras e a codificação destas, transformando-as no sinal PCM.

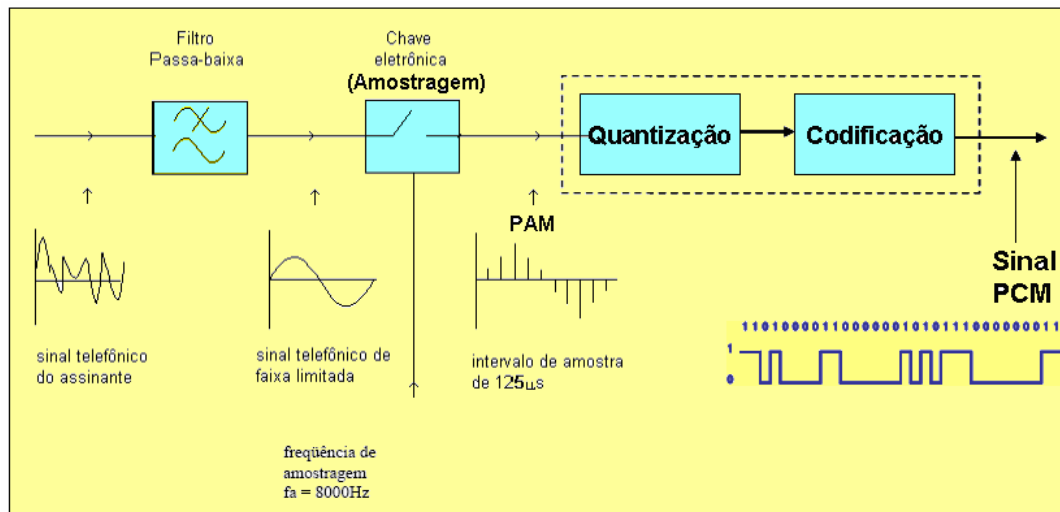


Figura 2.5 – Geração do sinal PCM

Fonte: Elaborada pelo autor

2.3.2 Sinal PCM - TDM

O sinal TDM é obtido através de amostras de canais diferentes ciclicamente amostrados, em intervalos de 125 micro-segundos, correspondendo ao inverso da frequência de amostragem de 8Khz..(ALENCAR, M. S., 1998)

Após as etapas acima mencionadas os sinais de cada canal são multiplexados no tempo dando origem ao sinal PCM TDM como mostrado na figura 2.6.

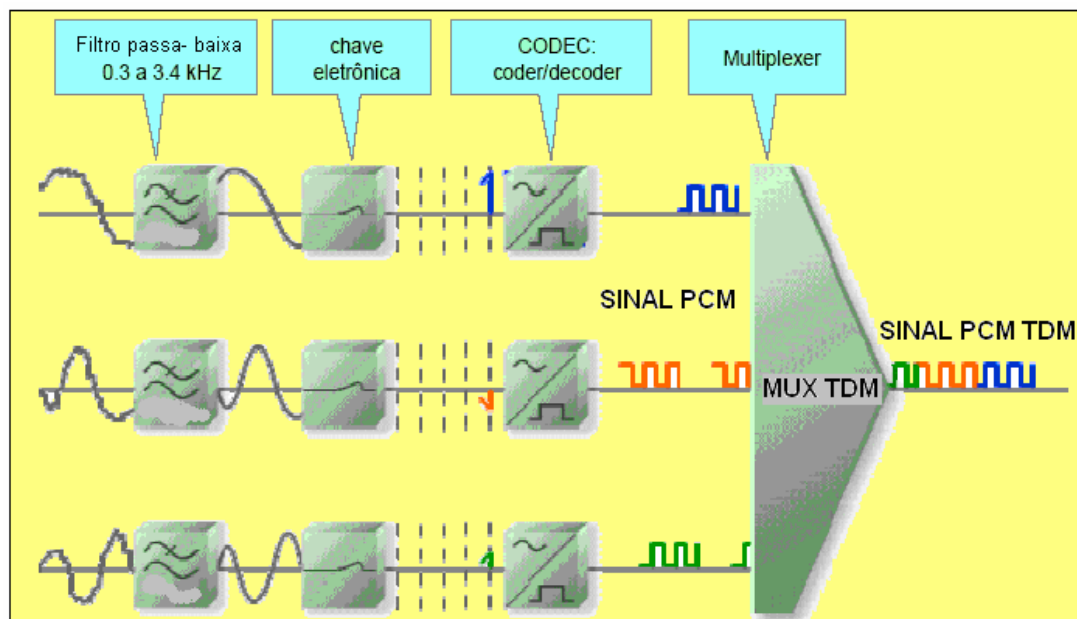


Figura 2.6 – Obtenção do sinal digital PCM TDM

Fonte: Elaborada pelo autor

O sinal PCM usa códigos de 8 bits para a codificação dos sinais amostrados. Estes são transmitidos no *time-slot* de tempo entre duas amostras. No MUX TDM os canais PCM de vários sinais são arranjados sucessivamente no *slot* de tempo de um quadro que ocorre a cada 125 micro-segundos. Os códigos de 8 bits são distribuídos novamente às saídas individuais no lado do receptor. Os sinais são então decodificados e recuperados por um filtro passa-baixas.

Internacionalmente são possíveis dois tipos de sistemas PCM denominados de PCM24 e PCM30. Estes sistemas podem transmitir 24 ou 30 canais de comunicação ao mesmo tempo e são denominados em telefonia de acessos ou troncos digitais. O PCM30 possui 30 canais de voz, um canal utilizado para sinalização telefônica (toque de campainha, tom de linha, etc.) e um canal de sincronismo de quadro, fornecendo um sinal multiplexado de 2048Kbits/s (~2 Mbits/s) como mostrado na figura 2.7.

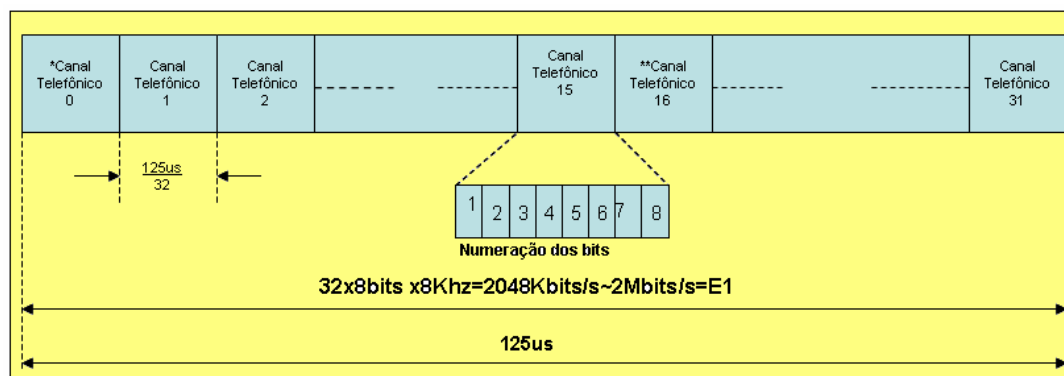


Figura 2.7 – Sistema PCM30 – Tronco digital E1

Fonte: Elaborada pelo autor

Este sinal de 2Mbits/s caracteriza um tronco digital E1 e utiliza *codecs* de voz cujo padrão é definido pela ITU-T. No caso do PCM 24 são disponíveis 24 canais de voz e um bit adicional para as funções de sinalização e sincronismo, como mostrado na figura 2.8. Este sinal fornece uma taxa de 1.544Kbits/s (~1,6 Mbits/s) e é denominado de tronco digital T1.

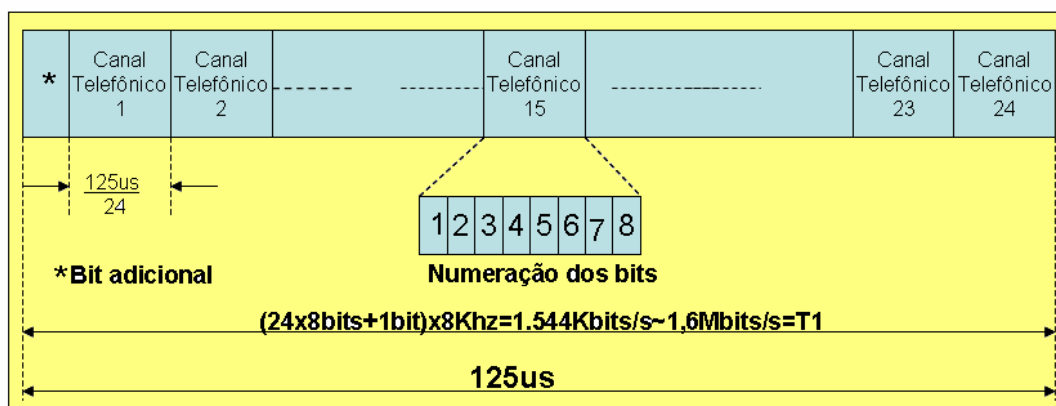


Figura 2.8 – Sistema PCM 24 – Tronco digital T1

Fonte: Elaborada pelo autor

Ambos E1 ou T1 são utilizados em entroncamentos de centrais digitais de comutação e operam com codificadores de voz baseados no padrão de compressão G711, recomendado pela ITU-T.

2.4 TÉCNICAS DE COMUTAÇÃO

Define-se COMUTAÇÃO como sendo o estabelecimento temporário de vias de comunicação com o objetivo de possibilitar a conexão entre dois ou mais pontos de uma rede através do compartilhamento destas vias.

A necessidade de utilizar os sistemas de comutação para cursar outras informações tais como dados e imagens exigiu o desenvolvimento de técnicas de comutação capazes de permitir o tráfego destes sobre uma mesma rede. Essas técnicas são denominadas de comutação por circuitos e comutação por pacotes. A técnica de comutação por circuitos constituiu a base para a construção dos sistemas tradicionais de comunicações de voz existentes. O surgimento da técnica de comutação por pacotes possibilitou a construção das redes de comunicação de dados. A seguir serão explicitados os conceitos de cada técnica.

2.4.1 Técnica de Comutação por Circuitos

Nesta técnica os circuitos são aqueles nos quais o caminho estabelecido entre dois pontos durante uma chamada permanece dedicado ao transporte das informações desde o início até o final da comunicação.

Em uma outra chamada envolvendo os mesmos dois pontos anteriores, não significa, necessariamente, que o caminho estabelecido seja o mesmo de antes.

Cada ponto da rede é provido de elementos comutadores (figura 2.9) que estabelecem um circuito entre o assinante chamado e o assinante chamador, como ilustra a figura 2.11.

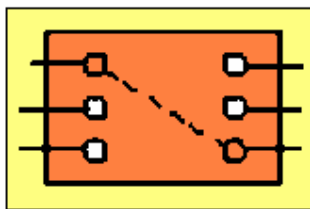


Figura 2.9 – Elemento comutador por circuitos

Fonte: Elaborada pelo autor

Observa-se que a conexão de assinantes pode ser realizada por uma série de comutadores que provê uma conexão física temporária (enlace) para a realização da comunicação.

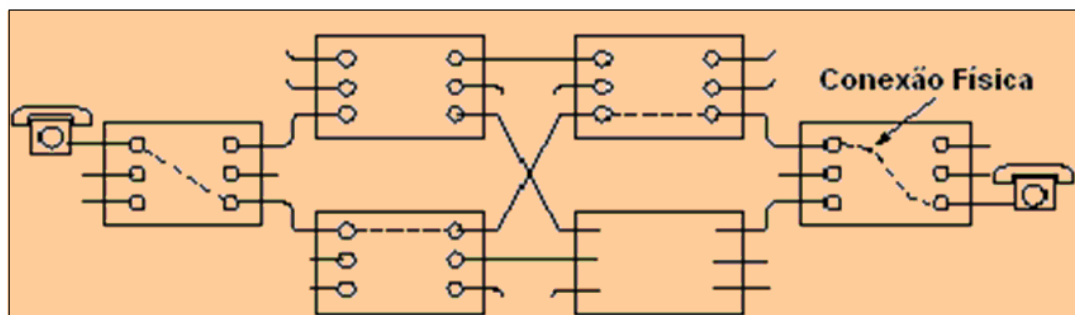


Figura 2.10 - Exemplo de um sistema com comutação por circuitos

Fonte: Tanenbaum, A.S. (2003)

Para a rede telefônica, a comutação de circuitos fornece excelentes resultados devido principalmente a sua alta disponibilidade para sinais de voz, além de outras características relativas ao tráfego telefônico a ser cursado por esta. Estima-se que em média uma chamada telefônica local dure de 5 a 7 minutos. Este tempo torna-se longo quando comparado com o necessário para o estabelecimento das chamadas, tipicamente de 3 a 11 segundos (tempo decorrido desde o final da discagem até o início do toque de campainha do assinante chamado). Esta característica faz com que o tempo de utilização efetiva de um caminho em uma comutação de circuitos seja elevado para o caso da conversação. Uma outra característica importante da comutação por circuitos é que, uma vez estabelecido o enlace de comunicação este permanece o mesmo durante toda a chamada. O atraso provocado neste caminho é constante, sendo a taxa de transmissão do sinal limitada somente pela largura de faixa (banda passante) da linha.

Nos sistemas de comutação por circuitos o estabelecimento do caminho dedicado entre origem e o destino pode ser obtido segundo técnicas de comutação denominadas de espacial ou temporal. (NETO, V. S., CARVALHO, F. T. A., 2002)

2.4.1.1 Comutação espacial

Nesta técnica de comutação espacial por circuitos um caminho é estabelecido por uma sucessão de enlaces físicos que permanecem alocados desde o início da conexão até o encerramento desta. Em cada nó intermediário, uma “chave” fecha (comuta) um circuito

entre duas portas no momento da conexão. Nesta situação dizemos que os assinantes estão “espacialmente ligados” visto estarem ocupando um caminho físico distinto dentro do sistema. Importante destacar que neste tipo de técnica de comutação os assinantes ocupam os enlaces aos pares como mostrado na figura 2.11 de forma distinta podendo ser alocado a cada nova comunicação outro enlace dentro da quantidade disponível para o sistema. Vale ressaltar que a grande maioria dos sistemas analógicos de comutação por circuitos opera segundo esta técnica.

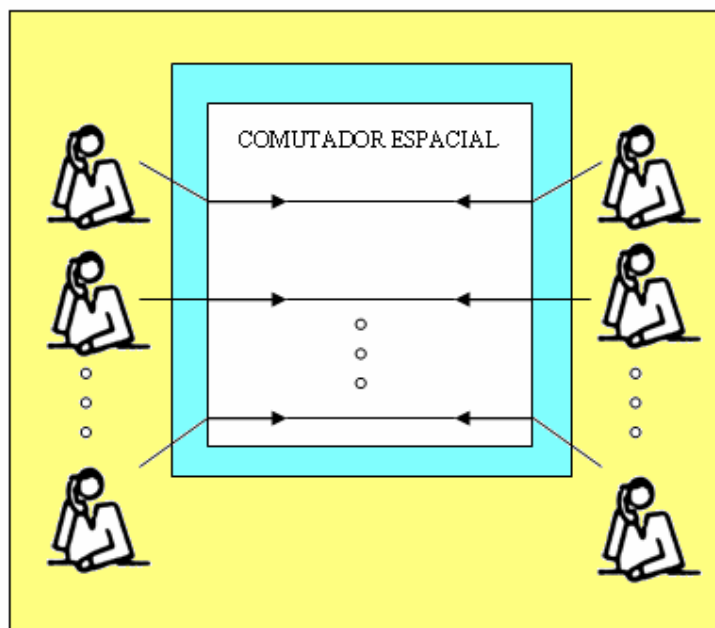


Figura 2.11 - Princípio básico da comutação espacial

Fonte: Elaborada pelo autor

Sistemicamente na comutação espacial, toda informação apresentada em uma determinada porta de entrada será dirigida, como resultado de uma conexão prévia, a uma porta de saída, como mostrado na figura 2.12.

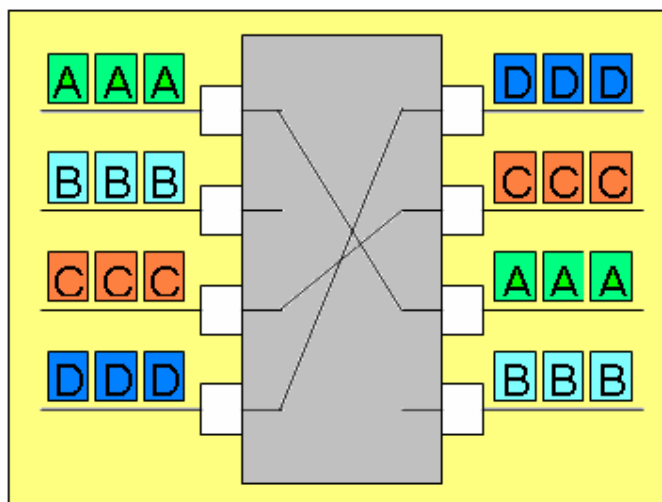


Figura 2.12 - comutador espacial

Fonte: Elaborada pelo autor

2.4.1.2 Comutação temporal

Uma outra forma de possibilitar a comunicação entre dois ou mais assinantes é o emprego da técnica de comutação temporal. Neste tipo de técnica de comutação o sinal é transmitido por amostragem. De cada sinal é retirada uma amostra a intervalos de tempos regulares. Vários sinais compartilham de um mesmo meio físico sendo o sinal multiplexado no tempo segundo a técnica TDM (*Time Division Multiplex*) compondo uma sucessão de janelas de tempo (*time-slot*) alocadas em um mesmo meio, com mostrado na figura 2.13.

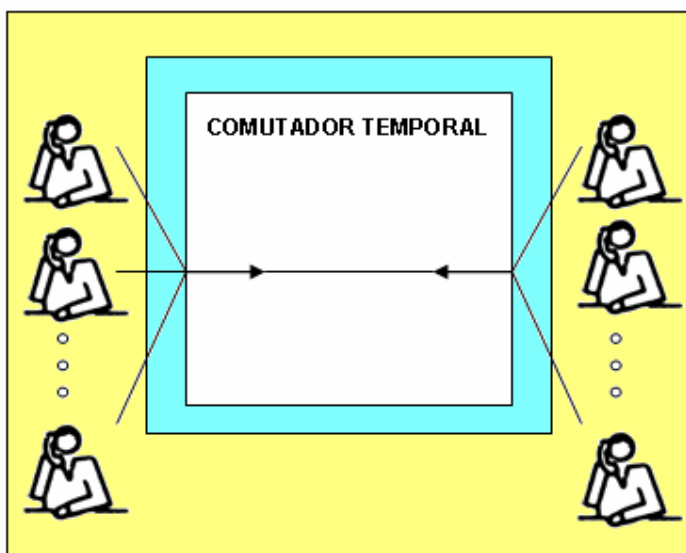


Figura 2.13 - princípio básico da técnica de comutação temporal

Fonte: Elaborada pelo autor

Neste sistema cada nó intermediário associa um canal TDM (síncrono) de uma linha a um canal TDM (síncrono) em outra linha constituindo assim comutação de circuitos por chaveamento do tempo.

Sistemicamente na comutação temporal, numa mesma porta de entrada pode se ter informações destinadas ora a uma, ora a outra porta de saída, fazendo com que um conjunto de informações tenha a sua posição na escala de tempo alterada, isto é, mude de “*time slot*” em relação à entrada, como mostrado na figura 2.14.

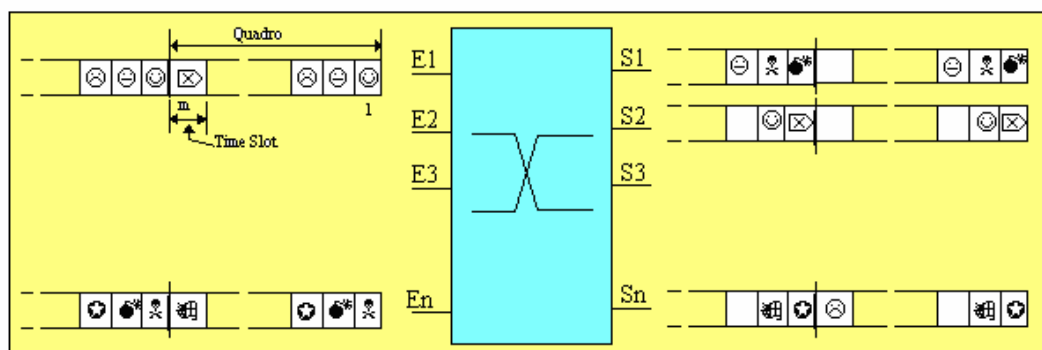


Figura 2.14 – Princípio de uma comutação de circuito no tempo

Fonte: Elaborada pelo autor

Para uma comunicação digital que utiliza comutação no tempo (*Time Division Multiplex - TDM*), uma chamada irá usar uma conexão, isto é, um circuito, representado sempre pelo mesmo “*time slot*” no quadro, durante toda a duração da comunicação. Neste caso o comutador de circuitos de um enlace de entrada para um enlace de saída, é controlado por uma tabela contendo as relações do enlace de entrada e número do “*time slot*” para o enlace de saída e o número do “*time slot*” associado, como ilustra a tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Tabela de controle entrada x saída da figura 2.14

Enlace de Entrada	Time Slot		Enlace de Saída	Time Slot
E1	1		S2	2
	2		S1	3
	3		S _n	m
	::		::	::
	m		S2	1
E2	1			
	2			
	3			
	::			
	m			
E _n	1		S1	2
	2		S1	1
	3		S _n	1
	::		::	::
	m		S _n	2

Fonte: Elaborada pelo autor

Observa-se na figura que a informação “☺” no enlace E1 de entrada ocupa o “*time slot*” 1, e ela será sempre comutada para o enlace de saída S2 no “*time slot*” 2. Esta relação é inalterada durante toda a duração da conexão, isto é, a relação na tabela é que determina o circuito. A tabela de relação é modificada somente quando uma conexão é iniciada ou liberada.

2.4.1.3 Técnica de comutação mista

A comutação de circuito em um nó de comutação, pode ser realizado internamente por comutação espacial, comutação temporal ou combinação das duas. A figura 2.15 ilustra um tipo misto de comutação.

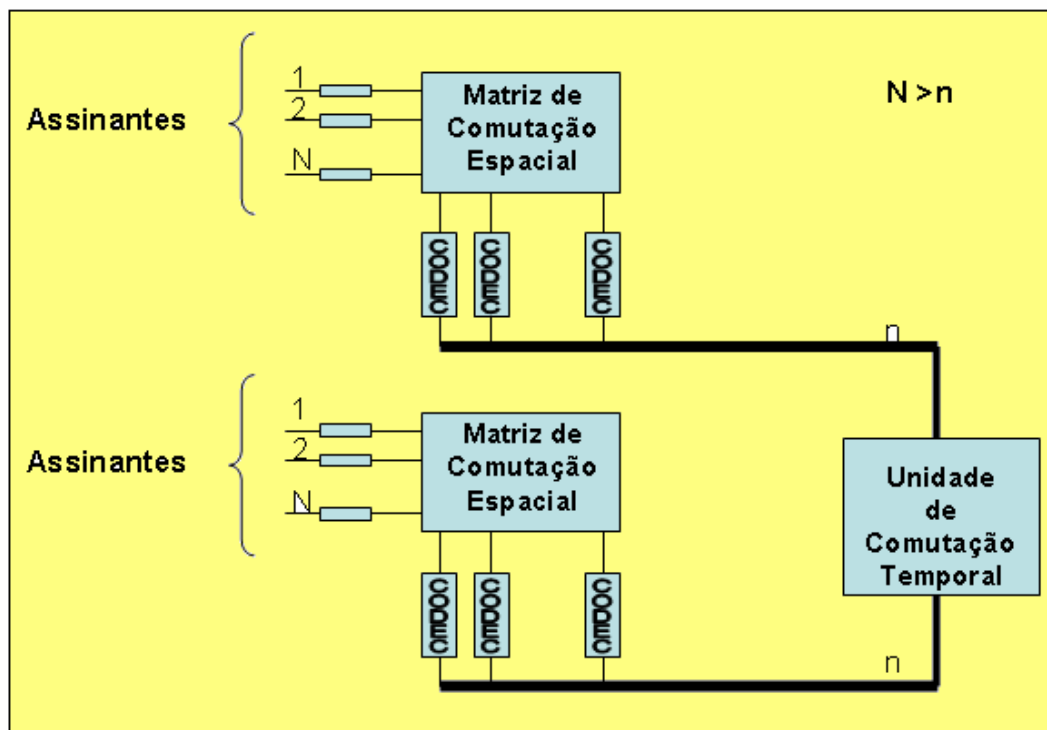


Figura 2.15 - Sistema Misto E/T (Espacial/Temporal)

Fonte: Elaborada pelo autor

A comutação de circuitos não é muito apropriada para a comunicação de dados. Na maioria das aplicações, as estações “usuárias” podem permanecer conectadas à rede por várias horas, embora possa ter um tempo de transmissão de tráfego efetivo menor do que alguns segundos, com prolongados períodos de silêncio. Isto caracteriza um tráfego em rajadas (“burst”), uma vez que a maior parte dos dados são transmitidos em pequenos intervalos de tempo. Uma vez que os intervalos necessários para a transmissão de dados tende a ser reduzido, grandes intervalos de tempo necessários para o estabelecimento de uma chamada tornam o aproveitamento do meio de transmissão pouco eficiente.

2.4.2 Técnica por Comutação de Mensagens

Neste tipo de comutação, não existe um caminho estabelecido entre os assinantes. Cada mensagem enviada por um assinante é considerada uma entidade independente e roteado como tal, ou seja, podem seguir rotas diferentes mesmo que tenham o mesmo destino. A mensagem se propaga de um nó para outro na rede em direção ao seu destino e, como nenhum caminho é reservado com antecedência para ela, normalmente a mensagem deverá esperar em cada nó, até que a linha de saída requerida esteja livre. Portanto, os nós da rede que são unidades de processamento de dados, devem ser capazes de armazenar as mensagens, verificar se chegaram ou não com erros e roteá-las para outros nós, em busca dos seus destinos. Isto significa que o nó opera no modo “*store-and-forward*”. Neste caso é necessário que cada mensagem carregue com ela informação para o seu roteamento, particularmente o endereço de destino. O tempo de transferência (atraso) da mensagem através da rede não depende somente do tempo de propagação dos canais, mas também do tempo de espera nos vários nós do caminho.

A comutação de mensagem possui a vantagem de permitir a utilização eficiente dos canais de comunicação, uma vez que eles são compartilhados por vários usuários.

A figura 2.16 ilustra o princípio básico da comutação de mensagens.

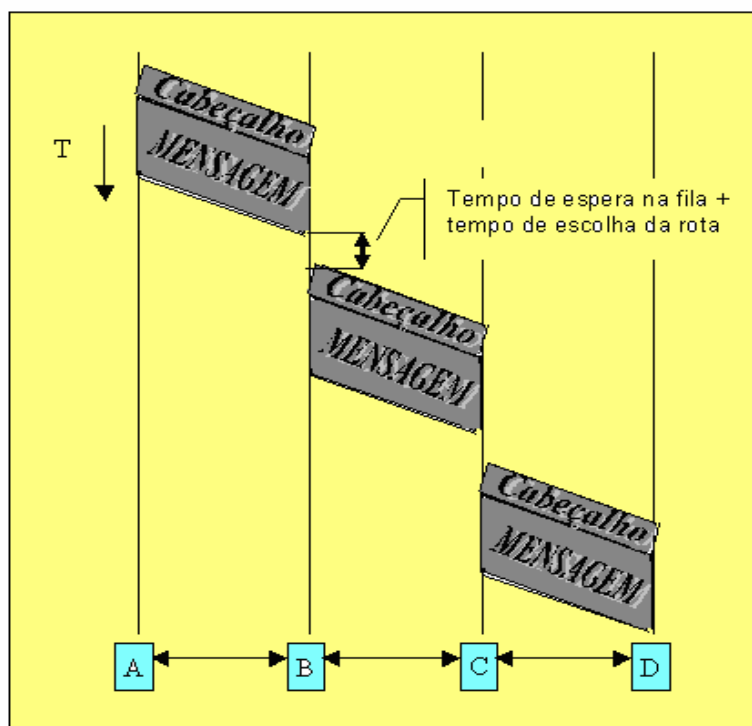


Figura 2.16 - Técnica de comutação por mensagens

Fonte: Elaborada pelo autor

2.4.3 Técnica de Comutação por Pacotes

A comutação de pacotes possui o mesmo princípio básico de funcionamento da comutação de mensagens, porém com um tempo de atraso bem menor. Agora a informação a ser transmitida, é separada (segmentada) em blocos ou pacotes que contém parte da mensagem. Cada pacote de informação possui um cabeçalho que informa ao equipamento de comutação qual é o destino daquele pacote. Além disto, para garantir a integridade da informação, existem bits para detecção e correção de erros. O caminho estabelecido para a transmissão de um pacote entre dois interlocutores não é, necessariamente, o mesmo caminho a ser estabelecido para a transmissão do próximo pacote entre estes mesmos interlocutores, em uma mesma chamada. Assim, pacotes de uma mesma mensagem podem estar em transmissão simultânea pela rede em diferentes enlaces, e portanto, pacotes de uma mesma mensagem que saíram depois, podem chegar antes daqueles que saíram primeiro, ao destino final. Cabe a estação de destino ordenar novamente estes pacotes e montar (reassemblar) a mensagem. Para isto, cada pacote deverá trazer consigo a informação do seu posicionamento (seqüência) na mensagem. A figura 2.17 indica um sistema de comutação por pacotes e figura 2.18 representa o elemento comutador.

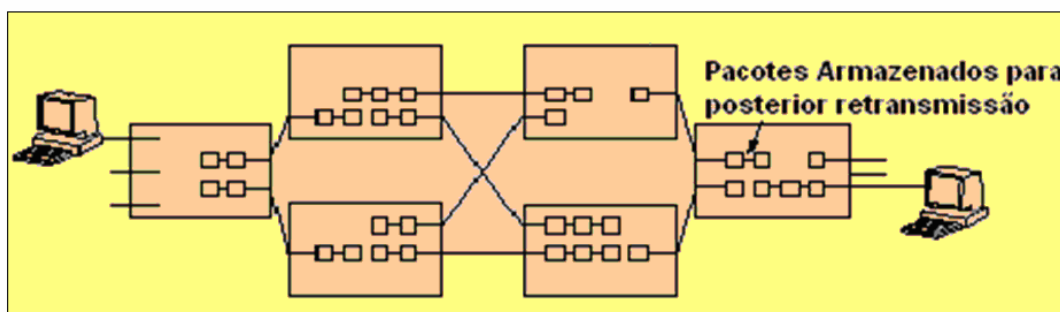


Figura 2.17 - Exemplo de um sistema de comutação por pacotes

Fonte: Tanenbaum, A.S. (2003)

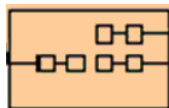


Figura 2.18 – Elemento comutador de pacotes

Fonte: Elaborada pelo autor

O tamanho do bloco de dados a ser transmitido pela rede, independe do tamanho da mensagem. Assim, um tamanho de pacote pode ser escolhido para minimizar o atraso na rede.

A principal razão da comutação de pacotes ter um tempo de atraso menor do que a comutação de pacotes resulta do fato que um nó não pode iniciar a retransmissão da mensagem ou do pacote, antes de receber toda a mensagem ou o pacote. Quando a mensagem é segmentada em pacotes, o nó pode iniciar a retransmissão do primeiro pacote da mensagem tão logo ele tenha recebido este primeiro pacote sem ter que esperar os pacotes seguintes.

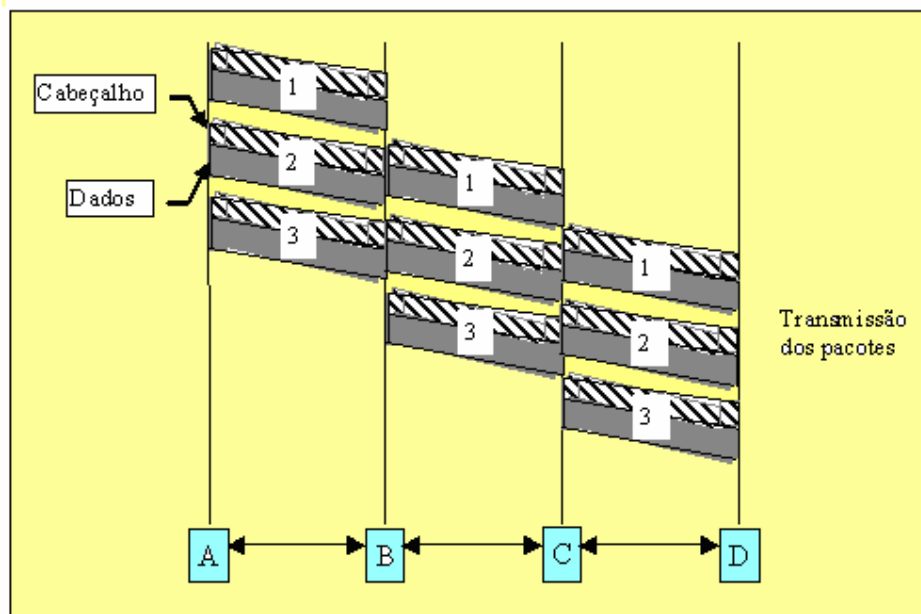


Figura 2.19 - Técnica de comutação por pacotes

Fonte: Elaborada pelo autor

Cada nó armazena um pacote na sua memória, até que ele chegue ao nó seguinte, o qual transmite de volta, um sinal de bem sucedido (ACK). Se o pacote for recebido com erro, o nó de origem recebe de volta um sinal NACK e repete o pacote.

Há dois modos pelos quais os pacotes trafegam na rede: Modo Circuito Virtual, como ilustra a figura 2.20 “a” e Modo Datagrama mostrado na figura 2.20 “b”

2.4.3.1 Modo Circuito virtual

O modo circuito virtual tem o seu princípio de funcionamento similar a comutação de circuitos, ou seja, um caminho é estabelecido no início da comunicação e, este caminho, permanece até o final da comunicação. O circuito estabelecido para uma ligação não é dedicado para aquela ligação, ou seja, pode ser compartilhado por outras ligações. Para o usuário isto é transparente, dando-lhe a impressão que existe um circuito dedicado. A figura “a” ilustra este modo. Neste caso, existem duas ligações: Uma do nó A para o nó E e

outra de D para G. O nó A programa, para a mensagem, a rota A-B-C-D-E e avisa os nós B, C e E desta rota. O mesmo acontece com o nó D, que programou a rota D-B-C-G. O circuito B-C transmite os pacotes das duas comunicações. Observa-se que ficou fixado um circuito para cada ligação, como na comutação de circuitos, mas existe um trecho, entre os pontos B e C, compartilhado pelas duas. O circuito entre estes dois pontos é denominado de circuito virtual.

Um nó, conhecendo o destino da mensagem, escolhe uma rota pré-determinada, numa tabela de sua memória. Para o caso de congestionamento, constam, também, na tabela, as rotas de 1ª escolha, 2ª escolha, etc. Note que, por estabelecer um único caminho para todos os pacotes, o modo circuito virtual garante que eles cheguem em seqüência.

2.4.3.2 Modo Datagrama

Neste modo, os pacotes seguem qualquer caminho que esteja menos congestionado (melhor rota), contanto que atinjam seu destino. Este caminho é decidido pelo nó por onde o pacote passa. Neste caso, pode ocorrer, por exemplo, que um pacote despachado pelo nó A para o nó E, pode seguir um caminho maior e chegar depois do pacote seguinte, da mesma mensagem. Apesar de diminuir o tempo de retenção do pacote, num nó intermediário, diminuindo a possibilidade de congestionamento, o nó deve ser mais inteligente do que o nó do circuito virtual.

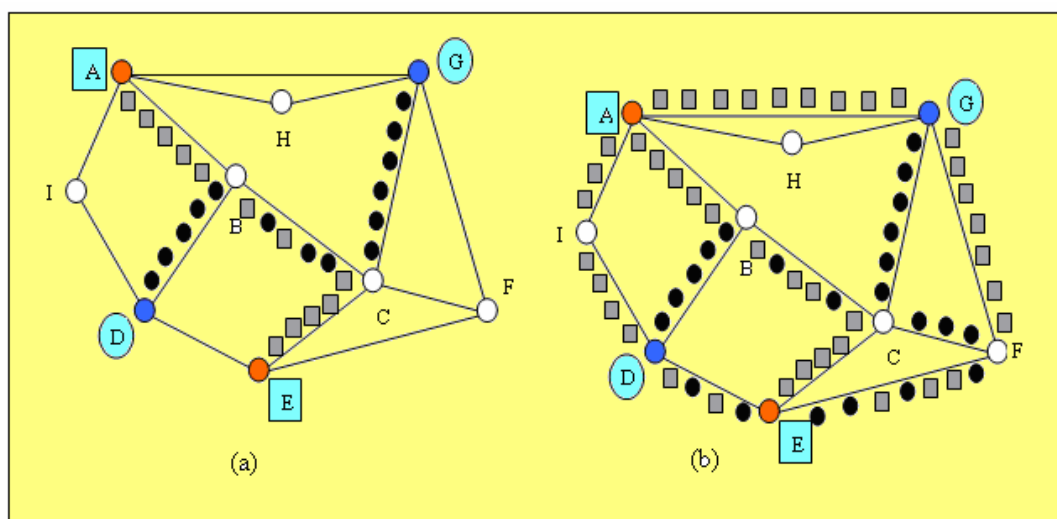


Figura 2.20 - Comutação de Pacotes: (a) Circuito Virtual; (b) Datagrama

Fonte: Ribeiro, M. P.; Barradas, O. (1980)

A técnica de comutação por pacotes torna-se atualmente o caminho para o conceito de migração de plataformas TDM para redes convergentes suportadas pela tecnologia IP.

3 CLASSIFICAÇÃO/EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMUTAÇÃO

3.1 BREVE HISTÓRICO

O surgimento do telefone em 1876, desenvolvido por Alexander Graham Bell, permitiu a comunicação oral a distância entre duas pessoas. Em essência essa comunicação era efetuada pela interligação ponta-a-ponta de pares de usuários de forma individualizada.

Naturalmente o aumento no número de usuários bem como a necessidade de comunicação entre eles e não somente aos pares, levou a criação de uma rede do tipo malha na qual todos se interligavam através de pares de fios, como mostrado no exemplo da figura 3.1.

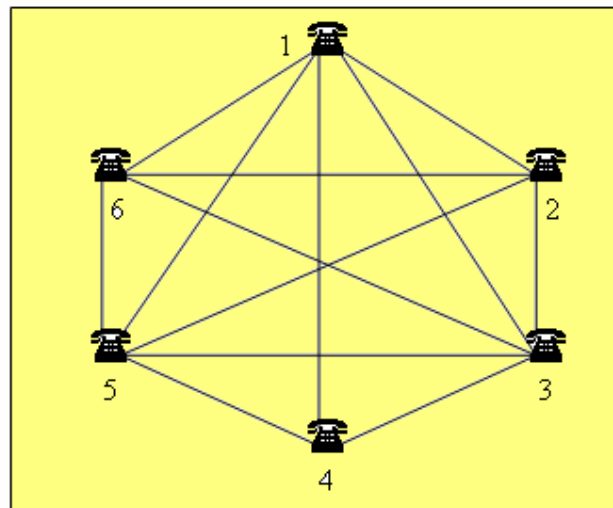


Figura 3.1 - Exemplo de rede de telefones em malha
Fonte: Elaborada pelo autor

No exemplo para este tipo de estrutura de rede são necessários 15 pares de fios para a interligação dos seis usuários, totalizando 30 fios.

A quantidade “N” de pares de fios necessária para a construção de uma rede com esta estrutura é obtida através da combinação de “n” telefones dois a dois dada pela equação abaixo.

$$N = \frac{n(n-1)}{2}, \text{ onde } n \text{ representa o número de assinantes, } N = \text{número de pares de fios.}$$

O crescimento das redes fez com que a estrutura acima se tornasse inviável tanto do ponto de vista construtivo como principalmente pelo fator custo.

Para se resolver este problema surgiu então a idéia de, em vez de se interligar diretamente os telefones como mencionado, fazer com que estes migrassem para um centro concentrador de terminais responsável por fornecer de forma otimizada o meio de interligação entre eles denominado de “vias temporárias” ou “enlaces” de comunicação. O processo de distribuição e interconexão destas vias temporárias entre os assinantes foi denominado de comutação, e o centro concentrador responsável pelo gerenciamento desta comunicação foi denominado de central de comutação.

A figura 3.2 ilustra este conceito. Como cada assinante ocupa temporariamente seu telefone, a comutação centralizada os interliga apenas pelo tempo necessário. Os assinantes compartilham entre si os enlaces de comunicação, em geral em quantidade inferior ao número de usuários da rede.

O ponto central onde se dava a comutação e para qual se convergiam os pares de fios, ficou conhecido como central telefônica e os pares de fios, como linhas de assinante.

A central de comutação prove e supervisiona a interligação entre os aparelhos telefônicos dos assinantes da rede telefônica (dois a dois), atuando como um núcleo concentrador de terminais telefônicos.

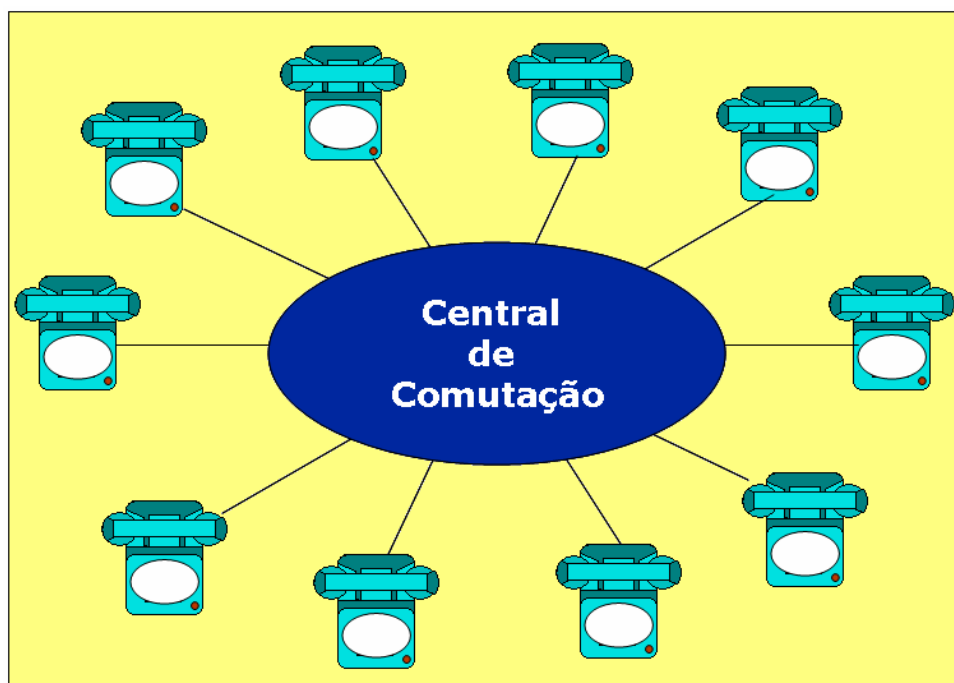


Figura 3.2 - Sistema centralizado - Central de comutação - rede em estrela
Fonte: Elaborada pelo autor

Inicialmente os sistemas de comutação foram constituídos por centrais onde as telefonistas se encarregavam de prover de forma manual os enlaces para a interligação dos assinantes.

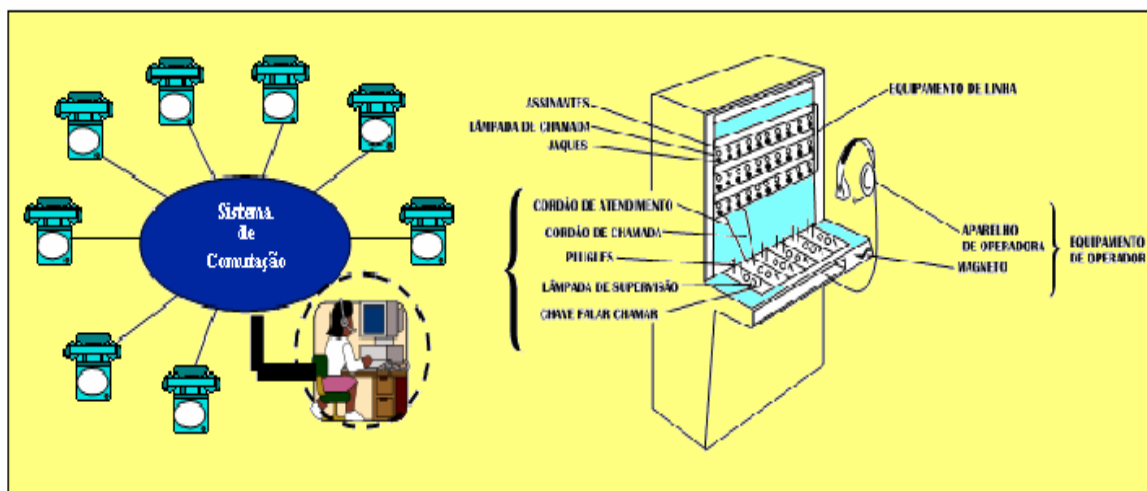


Figura 3.3 - Sistema manual de comutação

Fonte: Elaborada pelo autor

Posteriormente os sistemas de comutação automáticos tiveram o seu desenvolvimento não mais necessitando de operadores (telefonistas) para o encaminhamento da chamada.

Assim podemos então definir Central Automática como sendo um conjunto de órgãos capazes de interpretar os algarismos enviados pelo disco/teclado do aparelho telefônico e estabelecer a ligação entre dois assinantes na rede.

Essas centrais automáticas substituíram com vantagens as manuais principalmente no que diz respeito a sigilo, velocidade em estabelecer ligações, qualidade na prestação do serviço além de menor custo operacional, sendo hoje a base dos sistemas de comutação da atualidade.

3.2 CENTRAL DE COMUTAÇÃO - ESTRUTURA BÁSICA

Os sistemas de comutação independentemente da sua aplicação podem ser genericamente divididos em duas partes, o comando ou controle e o estágio de comutação.

O comando ou controle reúne as funções de controle e supervisão do equipamento como um todo, gerenciando de forma integral o desenvolvimento das chamadas desde o seu início até a sua conclusão. O estágio de comutação basicamente se encarrega da interconexão entre os terminais do sistema, tais como linhas tronco, terminais de assinantes, vias de junção,

etc., fornecendo as vias temporárias de conexões (enlaces) supervisionados pelo comando. A figura 3.4 ilustra este conceito.

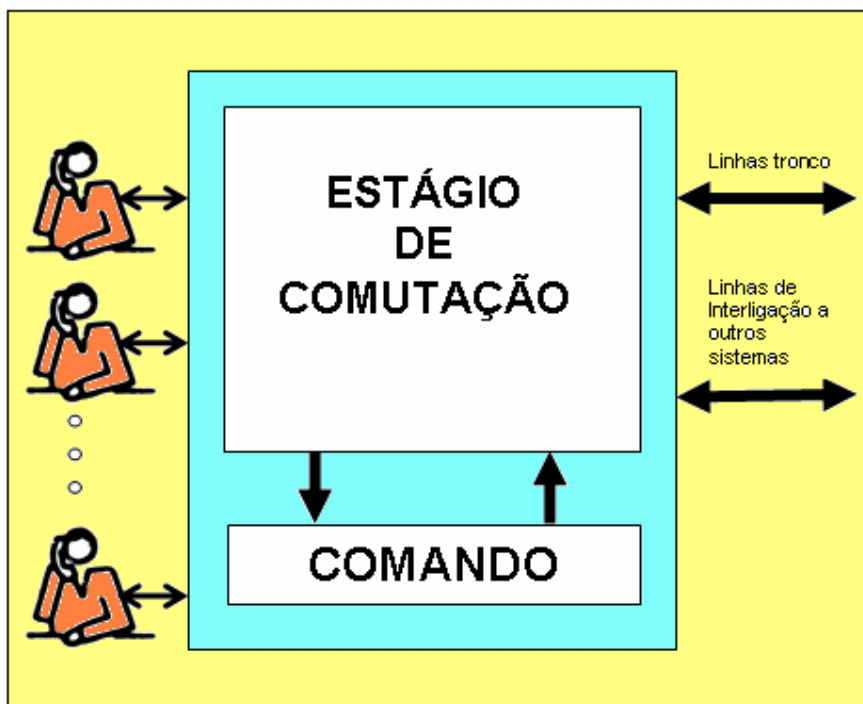


Figura 3.4 - Diagrama básico de blocos de um sistema de comutação

Fonte: Elaborada pelo autor

3.3 SISTEMAS DE COMUTAÇÃO – CLASSIFICAÇÃO/EVOLUÇÃO:

Os sistemas de comutação podem ser classificados de acordo com sua evolução tecnológica em Eletromecânicos, Semi-eletrônicos e Eletrônicos CPA/SPC,

Tal diferenciação diz respeito à evolução ocorrida no estágio de comutação e no controle ou comando do sistema, sinteticamente abaixo conceituados. (FERRARI, A.M. 1993).

3.3.1 Sistemas Eletromecânicos

O estágio de comutação e o comando da Central são constituídos basicamente por componentes eletromecânicos tais como relês e seletores.

A programação da central é efetuada através da combinação de jogos de relês e fiações utilizando lógica cabeada (*wired logic*), onde são efetuadas modificações físicas na lógica do equipamento (intervenções em *HARDWARE*).

3.3.2 Sistemas Semi-Eletrônicos (híbridos)

Nestes sistemas o comando é constituído por componentes eletrônicos tais como transistores, diodos, circuitos integrados etc.

O estágio de comutação utiliza elementos eletromecânicos (seletores, relês, etc.) normais ou miniaturizados sendo a programação da central efetuada através de programa cabeado (*wired program*) onde são efetuadas modificações físicas na lógica do programa (intervenções em *HARDWARE*).

3.3.3 Sistemas ELETRÔNICOS com Controle por Programa Armazenado (CPA)

Estes sistemas constituem a grande maioria dos sistemas da atualidade, nos quais comando e estágio de comutação possuem elementos eletrônicos tais como diodos, transistores, circuitos integrados, etc. incorrendo assim na eletronização total da central. A programação da central é efetuada via software utilizando-se de um programa armazenado em memória onde são efetuadas modificações de dados na lista de instruções do programa (intervenções em *SOFTWARE*).

3.4 SISTEMAS CPA – EVOLUÇÃO

A evolução da microeletrônica levou ao desenvolvimento de sistemas com comando micro processado suportados por programas de controle supervisão e operação, voltados para aplicações de telefonia. Esses sistemas possibilitaram a implementação de novas funções e facilidades até então não disponíveis nos sistemas convencionais. Funções tais como rechamada, captura de chamadas, desvio, etc., além de possibilitar o melhor gerenciamento do sistema pela geração de relatórios de desempenho, tráfego telefônico, rotinas de auto teste dentre outras. A utilização dos microprocessadores na implementação do comando das centrais CPA (Controle por Programa Armazenado) permitiu também que toda a inteligência, anteriormente distribuída entre diversos órgãos das centrais convencionais (registradores, marcadores, seletores, etc.) fosse concentrada no comando possibilitando então a realização de concepções técnicas mais simples para os demais órgãos da central, aliviando assim o ônus desse desenvolvimento.

Uma vez que o comando executa agora funções segundo programas e dados armazenados nas memórias associadas ao sistema, surgiu o termo CPA – Controle por

Programa Armazenado (*SPC – Stored Program Control*). A figura 3.5 apresenta um diagrama de blocos genérico do sistema CPA/SPC.

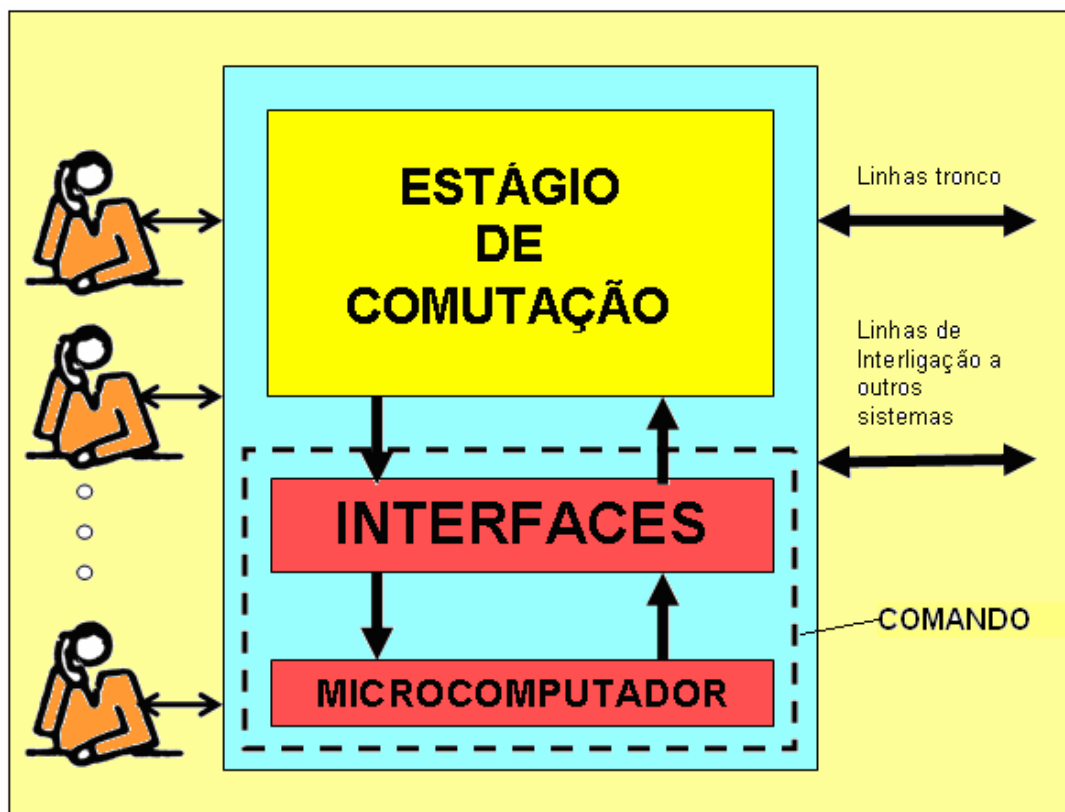


Figura 3.5 - Conceito genérico do sistema CPA/SPC

Fonte: Elaborada pelo autor

O Sistema de Controle comanda todas as operações em uma central CPA podendo ser de acordo com a filosofia de projeto adotada classificado em centralizado, descentralizado ou misto, a seguir descritos.

3.4.1 Sistema CPA – tipos de arquitetura do comando do sistema

3.4.1.1 Sistema com comando centralizado

Neste caso todo o comando está a cargo de um processador central, que normalmente é duplicado por razões de segurança.

3.4.1.2 Sistema com comando descentralizado:

Cada subsistema que compõe a central é controlado por um processador independente, que normalmente estão conectados em rede local na central, como mostrado na figura 3.6. No caso de falha de um dos processadores, um outro pode assumir a função. No sistema de controle distribuído, a comunicação entre os vários processadores é feita utilizando tecnologia de rede local (*LAN*).

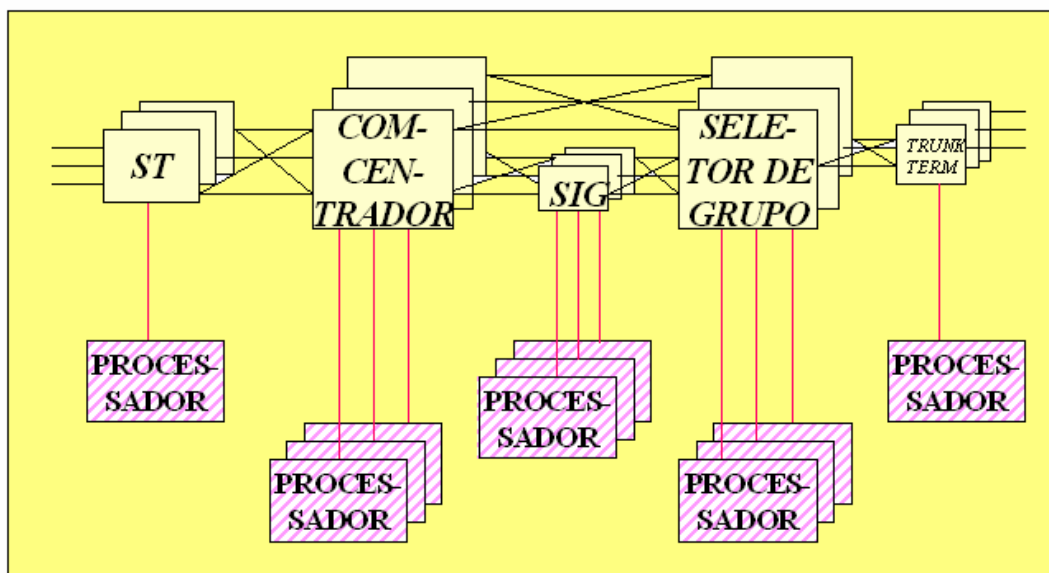


Figura 3.6 Sistema com comando descentralizado (distribuído)

Fonte: Elaborada pelo autor

3.4.1.3 Sistema com comando misto:

Os vários subsistemas são controlados por processadores regionais (*Regional Processor - RP*) que reportam e recebem comandos de um processador central, como mostrado na figura 3.7.

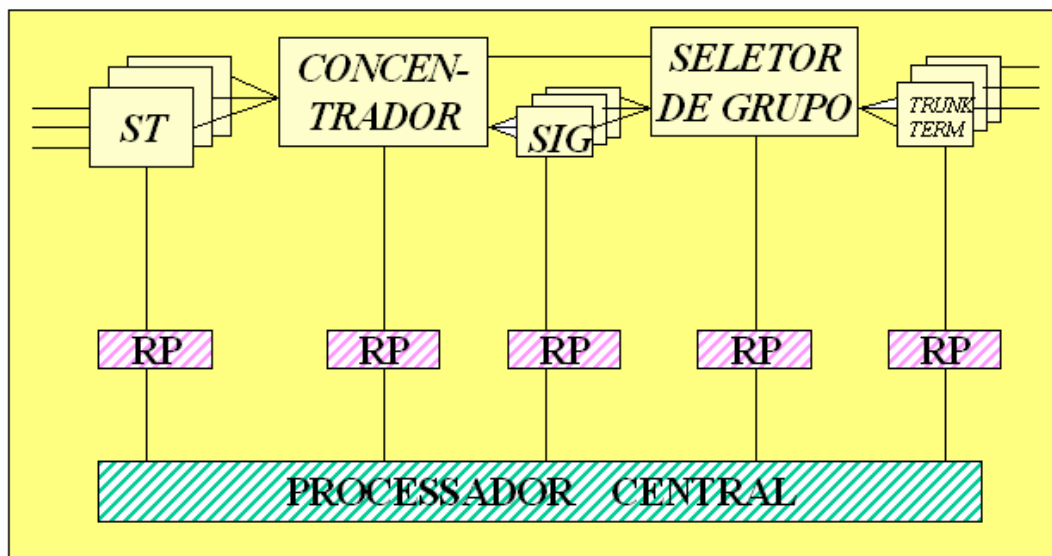


Figura 3.7 – Sistema com comanda misto

Fonte: Elaborada pelo autor

A prática demonstrou que o grande volume de chamadas a serem processadas associadas às informações de controle e supervisão exigiu a adoção dos sistemas com arquitetura de comanda distribuída com a associação de vários microprocessadores mais rápidos e poderosos, capazes de processar um volume de chamadas simultâneas compatíveis com a necessidade de cada sistema. Desta maneira o processador principal é liberado de funções rotineiras, sendo estas executadas pelos microprocessadores auxiliares.

Legenda:

ST – (*Subscriber Termination*) – Terminação de assinante

Trunk Term. – (*Trunk Termination*) – Terminação de Tronco

RP – (*Regional Processor*) – Processador Regional

SIG – (*Signaling*) - Sinalização

3.4.2 Classificação dos sistemas CPA

Uma central com controle por programa armazenado pode ser classificada em analógica ou digital, dependentemente da forma de como o sinal de voz trafega no estágio de comutação. Esta pode ter um estágio de comutação espacial, temporal o misto, a seguir descritos.

3.4.2.1 Sistema CPA-E

Uma central CPA- E é caracterizada por possuir um estágio de comutação espacial. Nestas centrais, as matrizes de comutação são analógicas utilizando-se da técnica de comutação espacial descrita no item 2.4.1.1 do capítulo 2.

3.4.2.2 Sistema CPA-T

Uma central é caracterizada como CPA-T quando o estágio de comutação é temporal digital PCM,utilizando-se da técnica TDM como descrito no capítulo 2, sendo estas centrais totalmente digitais. As centrais CPA-T serão a base para o processo de migração de sistemas corporativos TDM para plataformas convergentes IP com preservação de ativos, a ser discutido no capítulo 6.

3.4.2.3 Sistemas mistos CPA E/T

Com o objetivo de otimizar o uso dos sistemas de comutação na construção de centrais telefônicas de grande capacidade, é possível a configuração de sistemas com estágio de comutação mistos. Isto se faz utilizando-se de concentradores entre os circuitos de terminais de assinante e o estágio de comutação digital. Sistemas cujo estágio de comutação é misto envolvendo etapas de comutação espacial e temporal, sendo em geral composto por equipamentos de comutação analógico e digital., são denominados de sistemas híbridos, caracterizando uma central CPA E/T, como mostrado na figura 2.15 do capítulo 2. (PICQUENARD, A. – 1978)

3.5 ASPECTOS COMPLEMENTARES SOBRE SISTEMAS DE COMUTAÇÃO

3.5.1 Sinalização em redes de voz

As redes de telecomunicações utilizam-se de padrões de sinalização entre os sistemas para que estes possam se interconectar. Existem padrões de sinalização para a rede de telefonia e para a rede de dados, que uma vez integradas devem comunicar-se segundo regras definidas pelos protocolos de comunicação como será abordado no capítulo 5.

Os tipos de sinalização entre sistemas TDM podem ser analógicos ou digitais. A sinalização E&M (Ear and Mouth) é uma delas sendo um método desinalização para conexões analógicas, por exemplo, entre PABX diferentes, que usam rotas separadas de transmissão e recepção e separam os fios de sinalização. A transmissão se utiliza do fio M (*Mouth*) e a recepção do fio E (*Ear*).

Os sistemas digitais se valem das sinalizações por canal comum (*CCS=Common Channel Signaling*) ou canal associado (*CAS=Common Associated Channel*). A sinalização por canal associado (CAS) os sinais utilizam o mesmo caminho pelo qual trafega a voz durante a comunicação como mostrado na figura 3.8.

Já a sinalização por canal comum (CCS) as informações de voz e parte da sinalização acústica são transmitidas pelo canal relativo ao circuito de conversação, enquanto as outras sinalizações de controle e estabelecimento da chamada passam por um canal reservado exclusivamente para este fim. Este sistema foi concebido e utilizado para entroncamento entre centrais digitais CPA-T e entre *links* PCM como mostrado na figura 3.9.

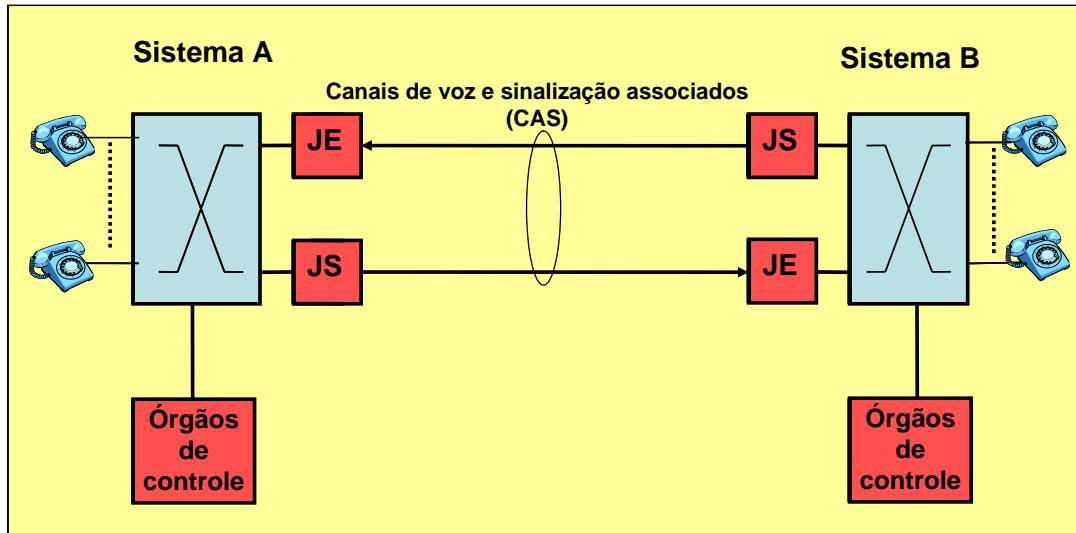


Figura 3.8 - Sistema de sinalização por canal associado (CAS)

Fonte: Elaborada pelo autor

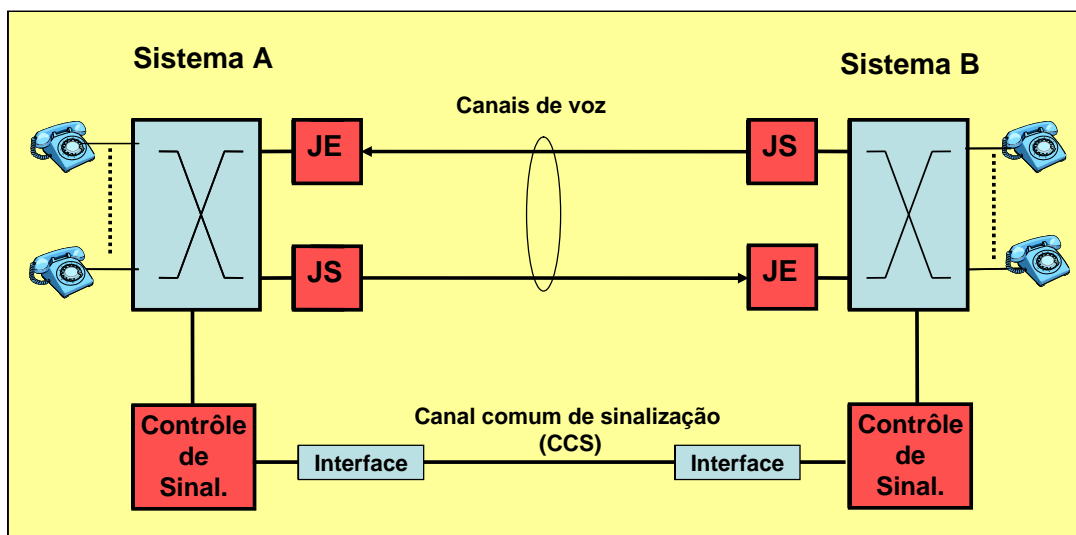


Figura 3.9 – Sistemas de sinalização por canal comum (CCS)

Fonte: Elaborada pelo autor

3.5.2 Sinalização em redes de voz e dados integradas

Assim como a rede telefônica necessita de informações de sinalização para prover a conexão das chamadas, a incorporação da voz nas redes de dados também implica na implementação de métodos de sinalização, de modo que a rede consiga, por exemplo, efetuar a localização do usuário a ser chamado, notificar estabelecimento de chamada, notificar o aceite da chamada, iniciar a transmissão de voz, finalizar a transmissão de voz, e efetuar a desconexão. São classificadas em internas (sinalização local) e externas ocorrendo

(sinalização de rede) como mostrado na figura 3.10 a seguir descritas. (NETO, V. S., CARVALHO, F. T. A. 2002).

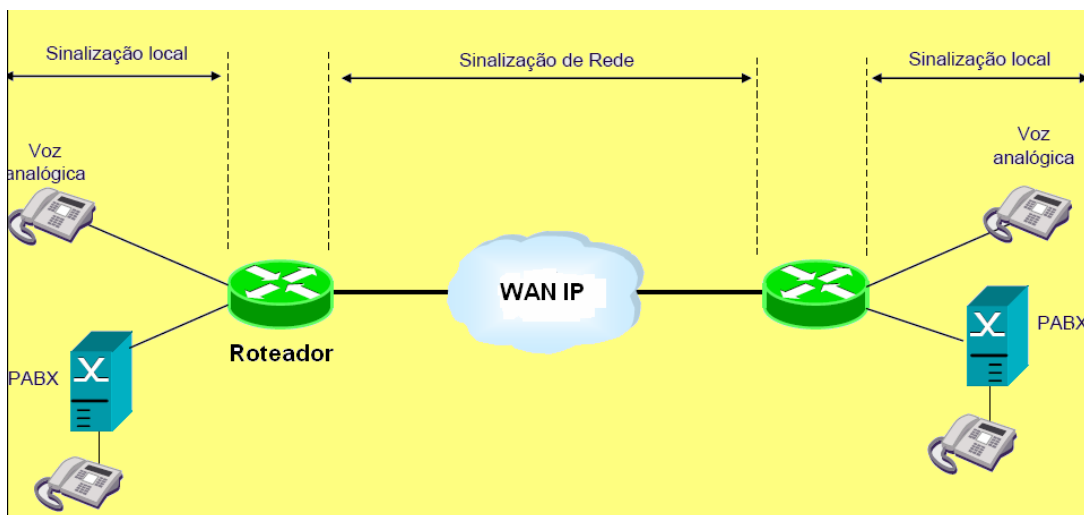


Figura 3.10 – Sinalização na rede de voz e dados

Fonte: Elaborada pelo autor

A sinalização interna é aquela aplicada entre os próprios agentes de voz e a rede de dados. Esta sinalização baseia-se nos padrões da rede de pacotes, tendo o objetivo de prover funções de controle de conexão, onde cria relacionamento e rotas entre os agentes de voz da rede, e progresso da chamada, para sinalizar o estado da chamada - toque de campainha, sinal de ocupado, dentre outros. As redes IP possuem padrões de sinalização internos que serão tratados adiante no capítulo 5, relativo às redes de dados e seus protocolos de comunicação.

A sinalização externa é baseada em padrões de telefonia, sendo utilizada no controle e gerenciamento dos dispositivos de voz usados pelos agentes de voz. De acordo com os processos de sinalização em telefonia associadas às redes de dados, existem os seguintes tipos de sinalização externa:

3.5.2.1 Endereço

Este tipo de sinalização é utilizada conforme o tipo de discagem utilizado pelo aparelho telefônico conectado ao agente de voz, que pode ser por pulsos (decádica) ou por tom denominado *Dual Tone Multifrequencial* (DTMF)

3.5.2.2 Sinalização Analógica

A conexão do aparelho analógico em um elemento de rede (Switch) é efetuada através de uma entrada no *switch* denominada *Foreign Exchange Station* (FXS) que executa a sinalização de um PABX para conectar um telefone. Uma interface FXS do tipo RJ-11 conecta diretamente um telefone analógico convencional e provê as funções de sinalização tais como toque de campainha, alimentação e tom de discagem.

A entrada *Foreign Exchange Office* (FXO) efetua o interfaceamento gerando a sinalização de um assinante (telefone) para conectá-lo a uma central local pública (comutador). Uma interface FXO do tipo RJ-11 permite que uma conexão analógica seja direcionada a rede de telefonia pública comutada (RTPC). A sinalização E&M analógica anteriormente mencionada pode ser utilizada no entroncamento de um PABX e um elemento roteador.

3.5.2.3 Sinalização digital CAS (Canal associado) e CCS (canal comum)

Utilizadas para os entroncamentos digitais essas sinalizações podem ser utilizadas nas redes de voz e dados integradas e operam como explicitado no item 3.5.1

3.5.3 Acessos digitais

3.5.3.1 Acessos básico (BRI) e primário (PRI)-

Utilizam-se de interfaces padrão ISDN (*Integrated Services Digital Network*) ou RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados) para o entroncamento dos sistemas. Estas interfaces estão explicitadas no item 3.6.

3.6 REDE DIGITAL DE SERVIÇOS INTEGRADOS (RDSI)

O avanço tecnológico levou à uma diversidade de novos e sofisticados serviços de telecomunicações suportados por uma mesma rede sendo, pela sua capilaridade, a rede de telefonia pública comutada (RTPC) o elemento que possibilita essa integração de serviços. É neste sentido que surgiu na Europa na década de 80 a definição pelo antigo CCITT, hoje ITU-

T, do conceito da denominada ISDN (*Integrated Service Digital Network*) posteriormente denominada no Brasil de RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados), a seguir definida.

Uma rede em geral evoluída da rede digital integrada de telefonia, que proporciona conectividade digital fim-a-fim para suportar uma variedade de serviços de voz e não voz, aos quais os usuários têm acesso através de um conjunto limitado de interfaces_usuario-rede padronizadas.

Dentre outros, o conceito estipulou a padronização acessos e interfaces digitais classificadas em função da taxa de transmissão requerida, no intuito de facilitar a interoperabilidade entre equipamentos de usuário e de rede e destes entre si. Acessos ISDN/RDSI são acessos digitais compostos de meios físicos e lógicos, capazes de conectar os equipamentos de usuário à rede. Quando se diz meio físico, refere-se ao meio de transmissão usado para conectar fisicamente o usuário à rede, que em ISDN/RDSI se trata da atualmente chamada Linha de Assinante. Quando se diz meios lógicos, refere-se à canais de comunicação, denominados lógicos por não estarem fisicamente separados e sim logicamente separados, por isso também denominados canais lógicos. Em um único meio físico coexistem diferentes canais lógicos através de Multiplexação por Divisão de Tempo – TDM (veja capítulo 2). Estes canais lógicos são os canais ISDN/RDSI (Canais B e D). Portanto um acesso ISDN/RDSI é composto de Canais ISDN/RDSI, sendo esses acessos classificados de acordo com o número e tipo destes canais que os constitui. Os canais ISDN/RDSI são diferenciados quanto à taxa e tipo de informação que transportam. O Canal B transporta informações de usuário em 64 Kbps independente do tipo de interface de acesso a que pertence. A principal função do canal D é o transporte de sinalização usuário-rede, podendo também ser usado para o transporte de pacotes de dados de usuário. A taxa de transmissão do canal D depende do tipo de interface de acesso que o contém.

Assim foram definidos os seguintes tipos de acessos a seguir explicitados.

3.6.1 Acesso básico denominado de BRI (*Basic Rate Interface*) 2B+D.

Constituído por dois canais B de 64Kbps e um canal D de 16Kbps, somando uma taxa de 128 Kbps de informação e 16Kbps de sinalização e ainda mais 48 Kbps (12 bits por quadro) para controle e manutenção, em uma linha metálica a dois fios. Perfazendo um total de 192Kbps.

3.6.2 Acesso Primário denominado de PRI (Primary rate Interface) 30B+D.

Constituído por 30 canais B de 64 Kbps e um canal D também de 64Kbps e 64 Kbps de sincronismo somando uma taxa total de 2,048 Mbps.

A figura 3.11 mostra as interfaces de acesso RDSI, bem como os tipos e número de canais que as compõe.

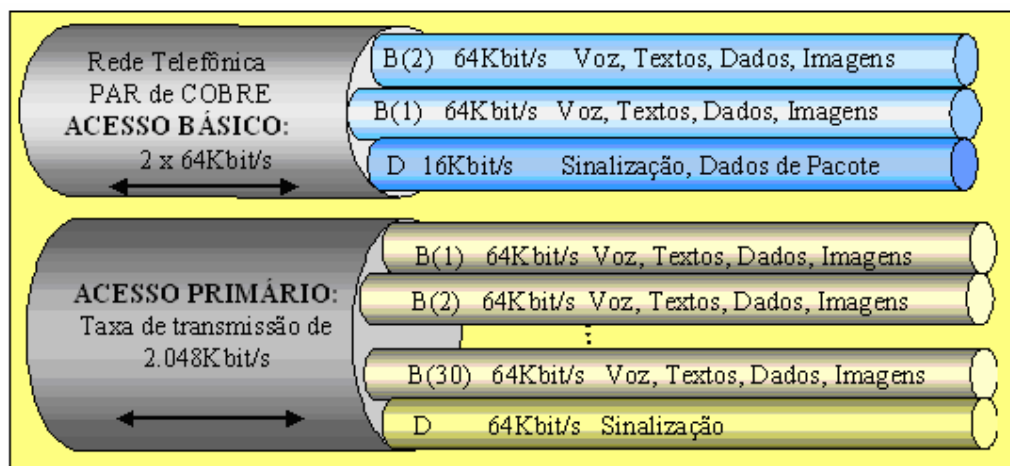


Figura 3.11 – Representação dos acessos ISDN/RDSI

Fonte: Elaborada pelo autor

Através de um acesso básico é possível atender as necessidades de comunicação de um usuário de pequeno porte ou residencial. E através de um acesso primário atende-se as necessidades de usuário que utiliza altas taxas de transmissão ou que faz uso de equipamentos PABX com tecnologia ISDN/RDSI.

3.6.3 Configuração de Referência

Para o correto entendimento da tecnologia ISDN/RDSI é necessário conhecer os equipamentos que constituem a rede, bem como ter a noção de como as informações, tanto de usuário como de sinalização, mas principalmente de sinalização são tratadas pelos equipamentos e alocadas nos canais ISDN/RDSI, considerando a diferenciação de taxas nas interfaces entre equipamentos. É com este objetivo que foi criada uma configuração de referência, composta por equipamentos funcionais e pontos de referências, para se analisar a interconexão de um usuário a uma central ISDN/RDSI.

Através dos equipamentos funcionais pode-se ter a descrição das funções dos equipamentos aplicados a ISDN/RDSI. Os pontos de referência são pontos conceituais de demarcação entre dois equipamentos funcionais que podem ou não corresponder às interfaces físicas.

Na configuração de referência, os equipamentos funcionais que constituem a instalação de usuário são: terminal ISDN/RDSI, terminal não ISDN/RDSI. Adaptador de Terminal, Equipamento de Comutação do Usuário e Terminação de Rede. Estes equipamentos são separados pelas interfaces R, S e T e os equipamentos funcionais que fazem parte da central local de comutação são Terminação de Linha e Terminação de Central, separadas pela interface V, e que juntas pode-se denominar um único equipamento dado por uma Central Local. Ainda na Configuração de Referência, a linha externa é representada pela interface U, que pode ser 2B+D para acesso básico ou 30B+D para acesso primário.

A central local é composta pelas terminações local e de central. Os equipamentos terminais (TE1) são aqueles de ponta do usuário, as quais têm implementado o protocolo ISDN/RDSI através do qual “conversam” com a central ISDN/RDSI na requisição/utilização de serviços. Os TE2 constituem os equipamentos de ponta do usuário não ISDN/RDSI, não sendo assim capazes de “conversar” diretamente com uma central ISDN/RDSI, necessitando de uma adaptação, no caso, feita pelo adaptador de terminal-TA. Além da central local e dos equipamentos terminais, a configuração de referência considera terminações de rede que efetuam o interfaceamento do usuário com a rede.

O NT1 faz a conexão física do usuário com a central, o qual, em se dependendo dos padrões adotados pode ser considerado um equipamento da operadora ou um equipamento de propriedade do usuário. O NT1 faz a monitoração de desempenho do acesso assim como temporizações, além de fazer conversão de protocolo de sinalização.

O NT2 é a parte de comutação, concentração e multiplexação do usuário, ou seja o equipamento PABX do usuário. A figura 3.12 mostra o modelo de referência ISDN/RDSI.

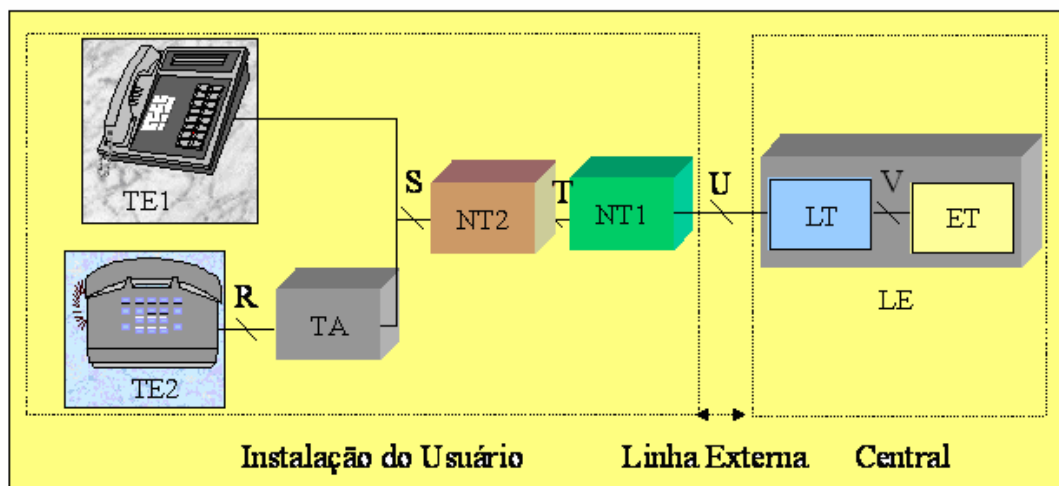


Figura 3.12 – Modelo ISDN/RDSI de referência.

Fonte: Elaborada pelo autor

4 SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES EMPRESARIAIS – SISTEMAS CPCT

4.1 INTRODUÇÃO

Denominamos de *Comunicações empresariais* àquelas destinadas ao serviço de uma comunidade empresarial em atividades diversas tais como, comércio, indústria, serviços e profissionais liberais. (FERRARI, A.M., 2002).

Estas atividades compreendem desde pequenos estabelecimentos, até corporações de grande porte, no qual os recursos de tecnologia de informação e comunicações possibilitam a construção de uma rede corporativa integrada.

Os equipamentos destinados a essa finalidade variam em função de sua aplicação, capacidade (quantidade de usuários), configuração e nível de facilidades (conjunto de operações disponíveis nos equipamentos para determinado fim).

Com este objetivo os equipamentos de comutação tornam-se peça chave no processo de comunicação tanto interna como externa tendo sido desenvolvidos sistemas privados destinados a prover essas necessidades de comunicação.

Tais sistemas destinados ao uso dentro de uma empresa ou corporação foram denominados de Central Privada de Comutação Telefônica designada pela sigla CPCT assim definida:

Entende-se por Central Privada de Comutação Telefônica a estação comutadora para uso particular, interligada através de linhas-tronco a uma estação telefônica pública, que permite a seus ramais acesso às redes de telecomunicações interna ou externa, através de comutação automática ou manual (TELEBRÁS, SDT 245-600-705, 1988).

A resolução número 85/98 da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) de 30 de dezembro de 1998 aprovou o regulamento do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) relativo à prestação dos serviços telefonia pública na qual se redefiniu o termo CPCT como sendo um equipamento terminal de usuário interligado ou não a uma central de comutação da rede de telecomunicações do STFC.

O anexo à resolução ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) no. 390, de 14 de dezembro 2004 do regulamento para certificação e homologação de centrais privadas de comutação telefônica – CPCT definiu em seu capítulo II das definições, artigo 4, alínea VI, “CPCT”: central privada de comutação de canais de voz ou dados, para uso privado e com acesso ao Serviço Telefônico Fixo Comutado – STFC, Serviço Móvel Pessoal – SMP ou a

quaisquer outros serviços de interesse coletivo por meio de troncos analógicos ou digitais; e na alínea XX - Serviço Telefônico Fixo Comutado – STFC: serviço de telecomunicações que, por meio de transmissão de voz e de outros sinais, destina-se à comunicação entre pontos fixos determinados, utilizando processos de telefonia.

Define-se linha tronco como sendo a linha telefônica que interliga uma CPCT ao serviço público de telecomunicações (central pública).

Define-se como ramal o terminal de CPCT pelo qual são originadas ou recebidas ligações telefônicas dos usuários da CPCT.

4.2 SISTEMAS TELEFÔNICOS TIPO CPCT:

São classificados como CPCT os sistemas telefônicos tipo PABX, *KEY-SYSTEM* (KS), CHEFE-SECRETÁRIA (CS) E DISTRIBUIDOR DE CHAMADAS (DC) este último podendo ser classificado em paralelo (DPC) ou automático (DAC) dependentemente de sua aplicação. Indicamos abaixo uma síntese das principais características de cada sistema.

4.2.1 Equipamento CPCT tipo KS (Key-System)

O KS foi definido como sendo uma CPCT de pequena capacidade no qual o usuário seleciona diretamente, através do aparelho telefônico, o tronco desejado para interligar-se com o Sistema Telefônico Fixo Comutado (STFC), podendo também interligar-se automaticamente aos demais ramais. (ANATEL – glossário de telecomunicações) (TELEBRÁS, 220-600-707 – 1988).

O KS é caracterizado por utilizar terminais telefônicos especiais com teclas de funções. O aparelho KS deve apresentar algum dispositivo de sinalização visual que permita o monitoramento do estado de ocupação das linhas-tronco do sistema. Dependentemente do custo e da quantidade de ramais, os aparelhos modernos digitais apresentam, leds e display de cristal líquido para essa finalidade.

O sistema KS não exige uma operadora (telefonista) podendo qualquer aparelho, mediante programação desempenhar esta função e foi desenvolvido originalmente para pequena quantidade de ramais, onde os próprios usuários executam operações para atender, transferir ou originar chamadas.

4.2.2 Equipamento CPCT tipo chefe-secretária (CS)

Este sistema foi definido como sendo uma CPCT de pequena capacidade que permite a programação de ramais atendedores, podendo esta programação ser alterada manualmente pelo usuário de ramal e/ou automaticamente. Permite ainda ao usuário de ramal a seleção do enlace desejado, através do próprio aparelho. (TELEBRÁS, 220-600-706 – 1986)

São equipamentos de pequena capacidade utilizando aparelhos tipo KS (tipicamente 1 linha, 1 aparelho) no qual um corresponde ao aparelho do “chefe” e o outro ao aparelho da “secretária”. Nesta situação as ligações originalmente dirigidas ao “chefe” sinalizam auditivamente no aparelho da secretária e visualmente em ambos os aparelhos. Neste tipo de sistema a secretária efetua um “filtro” das chamadas para o “chefe”.

Em geral o equipamento chefe-secretária é utilizado como um subsistema de um sistema *PABX* principal. Com o advento dos sistemas CPA digitais este tipo de equipamento desapareceu tornando-se uma facilidade do sistema programada via Software.

4.2.3 Equipamento CPCT tipo PABX (*Private Automatic Branch Exchange*)

Este sistema está presente na maioria das corporações e tem por função prover os serviços de comunicação interna, entre ramais e externa, entre ramais e linhas-tronco. As ligações internas entre os ramais do sistema são processadas automaticamente pelo sistema e realizadas pelo usuário diretamente do seu terminal. As chamadas entrantes e algumas saintes são providenciadas pela telefonista, dependendo neste último caso da “categoria” do ramal que deseja realizar uma chamada externa. Se o usuário possuir autorização (categoria) para acessar diretamente a linha-tronco, este poderá efetuar a chamada externa sem o auxílio da telefonista (TELEBRÁS, 220-600-705 – 1987).

Caso o sistema disponha da facilidade DDR (Discagem Direta a Ramal) as chamadas entrantes são encaminhadas diretamente ao ramal desejado, sem a necessidade da intervenção da telefonista.

A figura 4.1 ilustra um diagrama esquemático de um sistema CPCT tipo PABX utilizado nas corporações.

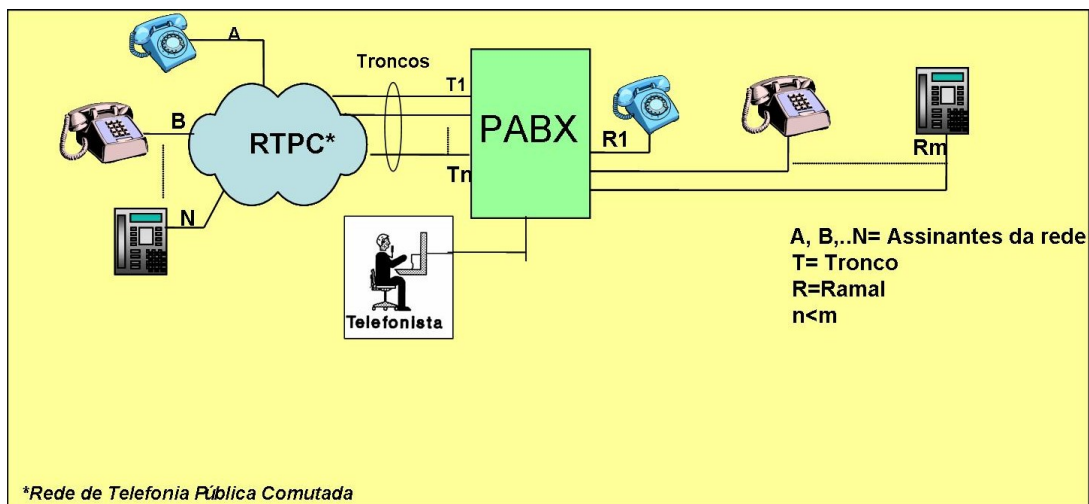


Figura 4.1 – Sistema CPCT tipo PABX

Fonte: Elaborada pelo autor

4.2.3.1 Facilidades de sistemas CPCT tipo PABX CPA

Os sistemas PABX digitais com tecnologia com controle por programa armazenado apresentam (CPA) em função do desenvolvimento de software e hardware uma riqueza de facilidades operacionais destinadas a otimizar os processos de comunicação de uma empresa.

Denominamos de facilidades ao conjunto de operações disponíveis nos equipamentos que possibilitam a realização de determinada função com o objetivo de aumentar a eficiência do processo de comunicação entre os usuários. Por exemplo, uma facilidade disponível na grande maioria dos sistemas PABX CPA é a denominada de desvio de chamadas. Esta facilidade possibilita a um usuário programar o seu ramal para que as chamadas endereçadas a ele sejam desviadas para outro aparelho do sistema. A variedade e a nomenclatura dessas facilidades variam de fabricante para fabricante. Abaixo estão indicadas as mais comumente disponíveis na grande maioria dos sistemas PABX com tecnologia com controle por programa armazenado (CPA), sinteticamente explicadas.

4.2.3.1.1 Consulta

Esta facilidade permite, durante uma conversação, consultar outro ramal para buscar uma informação colocando a chamada em espera, retornando a ela após a obtenção desta informação.

4.2.3.1.2 Transferência de chamadas

Após o atendimento de uma chamada, o sistema permite que esta seja transferida para outro ramal.

4.2.3.1.3 Captura de chamadas (call pick-up)

Permite ao usuário do seu aparelho capturar para si uma chamada de um aparelho cuja campanha esteja tocando, mediante procedimento adequado.

4.2.3.1.4 Categorização de ramais

Consiste em controlar o acesso do usuário à linha-tronco, dando ou não a ele esta possibilidade. É classificado em privilegiado, semi-privilegiado e restrito. O ramal categorizado como privilegiado possui acesso pleno a linha-tronco, realizando todo o tipo de chamadas recebendo inclusive chamadas transferidas. O ramal categorizado como semi-privilegiado (ou semi-restrito) não possui acesso direto a linha-tronco, sendo as chamadas externas realizadas somente através da telefonista, podendo receber diretamente qualquer tipo de chamada transferida ou não. O ramal categorizado como restrito não possui em hipótese alguma acesso a linha tronco, nem para chamadas recebidas ou transferidas, sendo utilizado apenas para chamadas internas.

4.2.3.1.5 Conferência interna/externa,

Permite trazer para conversação durante uma chamada em curso, mais ramais, colocando o grupo em uma conferência como se fosse uma reunião por telefone. Esta pode ser interna (entre ramais) ou externa (entre ramais e linha-tronco). A quantidade de pessoas admitidas na conferência é função das características de projeto do equipamento em questão.

4.2.3.1.6 Rechamada (Call-back)

A ativação desta facilidade possibilita estabelecer uma chamada para um ramal que se encontra ocupado de tal forma que, quando este se libera, o sistema automaticamente retorna

para o aparelho chamador estabelecendo a chamada para o ramal desejado, agora disponível para conexão.

4.2.3.1.7 Desvio de chamadas

Consiste em, de um ramal, mediante procedimento adequado, desviar para um outro número telefônico as chamadas originalmente dirigidas a este ramal.

4.2.3.1.8 Transparência de facilidades na rede corporativa.

Uma rede corporativa integrada deve possibilitar aos usuários de diversas localidades comunicarem-se entre si com total transparência de facilidades. Isto significa dizer por exemplo que um usuário tem a possibilidade de dentro da rede corporativa, acionar para qualquer uma das localidades, as facilidades anteriormente descritas. Os sistemas convergentes da rede corporativa devem possibilitar esta transparência independentemente de sua configuração ou tecnologia.

4.2.4 Equipamento CPCT tipo distribuidor de chamadas (DC)

Este tipo de equipamento foi definido como sendo uma central de comutação telefônica para uso particular, caracterizada pelo estabelecimento de chamadas originadas ou terminadas, em posições de atendimento da *CPCT*. Ao distribuidor de chamadas se conectam diretamente linhas-tronco, linhas especiais (bateria local, linha de junção, linhas compartilhadas, intercomunicações, etc.), linhas privadas urbanas e interurbanas, ramais de *PABX* e outros. Pode ser classificado em paralelo (*DPC*) e automático (*DAC*) dependentemente da tecnologia empregada (TELEBRÁS, 220-600-707 – 1986).

No distribuidor paralelo de chamadas (*DPC*) qualquer chamada de entrada sinaliza simultaneamente em todas as posições de atendimento ou somente nas posições de atendimento livres.

No distribuidor automático de chamadas (*DAC*) ou mais conhecido pela sigla em inglês *ACD (Automatic Caller Distributor)* o equipamento é capaz de selecionar automaticamente uma única posição de atendimento livre para recebimento de chamadas entrantes, possibilitando uma distribuição equilibrada dessas chamadas, de forma a não permitir posições de atendimento livres. Nos sistemas com tecnologia com controle por

programa armazenado (*CPA*), é possível ordenar uma fila das chamadas de entrada, em caso de todas as posições de atendimento ocupadas. Neste caso as chamadas em espera recebem um anúncio (mensagem gravada ou música) e são distribuídas automaticamente à medida que as atendentes (agentes do sistema) vão ficando livres.

Dentre outras aplicações, os equipamentos *DAC* são amplamente utilizados na estruturação de serviços de atendimento a clientes (*SAC*), centrais de relacionamento denominadas de *call center*, evoluindo para o *Contact center* onde recursos de integração e interação via internet são utilizados. A Figura 4.2 mostra um sistema Utilizado em centrais de tele-serviços denominadas de *Call Centers*, onde as operações de geração (*outbond*) e recepção (*inbond*) de chamadas são realizadas.

4.3 SISTEMAS TIPO *CALL CENTER*

Um sistema *Call Center* utiliza tecnologia de voz, dados e rede para lidar com chamadas telefônicas (entrantes e saíntes) de modo a otimizar o relacionamento e a troca de informações com os clientes de uma dada organização. Dentre os diversos objetivos destas centrais de relacionamento destacam-se a geração de receitas através de campanhas de vendas diversas, redução de custos pela otimização dos recursos da força de vendas de uma empresa, aumento na qualidade do serviço prestado, pois o sistema é totalmente estruturado para operar sob monitoramento, sendo os operadores constantemente treinados em tecnologia, processos, *marketing*, vendas e principalmente em aspectos de relacionamento. Isto como decorrência incorre num conseqüente aumento na eficiência de uma empresa, possibilitando a fidelização e a retenção de seus clientes.

A implementação de um *call center* deve ser parte da estratégia de negócios da empresa, e deve levar em conta as regras de negócios que norteiam os processos internos e externos desta organização. Tal estratégia envolve a aquisição de equipamentos operando de forma integrada, contratação e treinamento de pessoas. Essas pessoas denominadas de agentes do sistema deverão ocupar posições de atendimento (*PA*) que são as estações de trabalho para o desenvolvimento das chamadas. Os agentes caracterizarão os atendentes ou operadores do sistema, na recepção (*inbond*) ou geração de chamadas (*outbond*) dependentemente do tipo da operação a ser desenvolvida, sendo possível a operação no modo misto (*Blend*). Os sistemas de tecnologia digital permitem esse tipo de operação com vistas à otimização no uso do equipamento, programando-o para atuar de acordo com picos e vales das chamadas, ou

seja, na situação em que a operação no modo receptivo (*inbond*) baixa demanda de tráfego, este passa a atuar automaticamente na forma ativa (*outbond*).

4.3.1 Equipamentos para a constituição de um callcenter

Os *call centers* tradicionais reúnem elementos de *Software* e *Hardware* na sua constituição além de elementos periféricos complementares a operação do sistema. São eles o PABX (ou *Switch*) com funções ACD/DAC=*Automatic Caller Distributor* ou Distribuidor Automático de Chamadas, responsável pela distribuição das chamadas entre os agentes do sistema. O sistema denominado de URA – Unidade de Resposta Audível (ou *IVR - Interactive Voice Response*) responsável pelo atendimento automático das chamadas através de mensagens interativas efetuando um primeiro filtro nas ligações. Para que o sistema tenha sua eficiência de operação e controle das chamadas, é utilizada uma integração denominada de CTI (*Computer Telephony Integration*), que promove a integração entre o sinal de voz com as informações do banco de dados dos clientes, possibilitando dentre outras, operações de transferência de tela contendo as informações acerca da pessoa que está em contato com os agentes. Um equipamento de discagem é utilizado para a geração das chamadas, nas campanhas de *Telemarketing* ativo (*outbond*), onde a operadora (agente) recebe de forma automática a conexão da chamada com o cliente desejado. Este discador pode ser baseado em uma lista de nomes e endereços previamente selecionados, sendo que a operadora somente recebe outra chamada após o encerramento da chamada em curso. Este tipo de discador é conhecido como “*Power dialing*”. A evolução deste sistema ocorre com os chamados discadores preditivos (*Predictive Dialing*), que mediante algoritmos matemáticos se encarregam de gerar chamadas antes do encerramento daquelas em curso, procurando transferir a chamada com mais eficiência, aproveitando melhor o tempo do agente. Os gravadores digitais efetuam a gravação parcial ou total das chamadas, para efeitos de monitoramento e segurança do usuário. Há adicionalmente a possibilidade de gravação da tela do agente durante a sessão de atendimento ou geração de chamadas. Um sistema de correio de voz (*voice mail*) pode ser incorporado ao conjunto com o objetivo por exemplo de fornecer informações em horários não comerciais permitindo ao cliente deixar sua mensagem caso necessário. Importante destacar que um sistema *callcenter* possui redes e bancos de dados capazes de se relacionar com o objetivo de possibilitar uma maior eficiência no tratamento das informações dos clientes a serem atendidos ou contatados. As posições de

atendimento são continuamente monitoradas pelo supervisor do grupo, responsável dentre outras funções pela administração e gerenciamento do sistema.

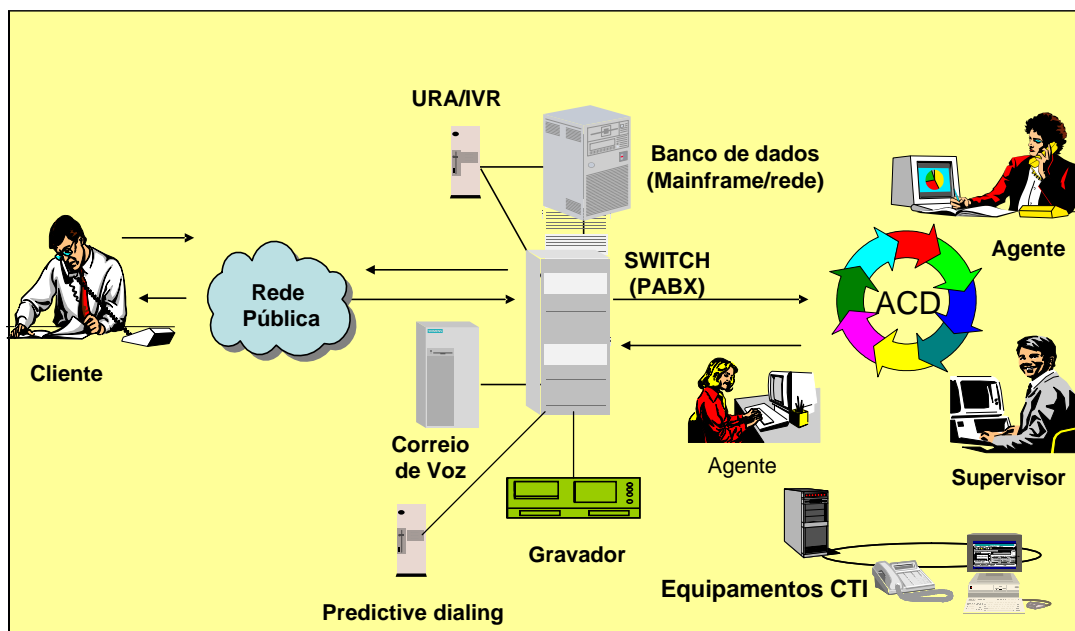


Figura 4.2 – Call center – diagrama do sistema

Fonte: Elaborada pelo autor

4.3.1.1 Evolução dos sistemas callcenter para IP com proteção do investimento

Verifica-se uma tendência para a implantação dos sistemas callcenter suportados pelo protocolo TCP/TIP. Estes sistemas podem ser implementados utilizando-se de estruturas TDM convergentes cujas características serão abordadas no capítulo 6. Dentre outras vantagens, destaca-se a possibilidade da utilização de uma mesma infra-estrutura para voz e dados, permitindo uma administração unificada nesta rede. Além disto o uso desta tecnologia, como veremos adiante, permite descentralização dos agentes, distribuindo-os em sites menores.

A figura 4.3 mostra um diagrama genérico deste sistema.

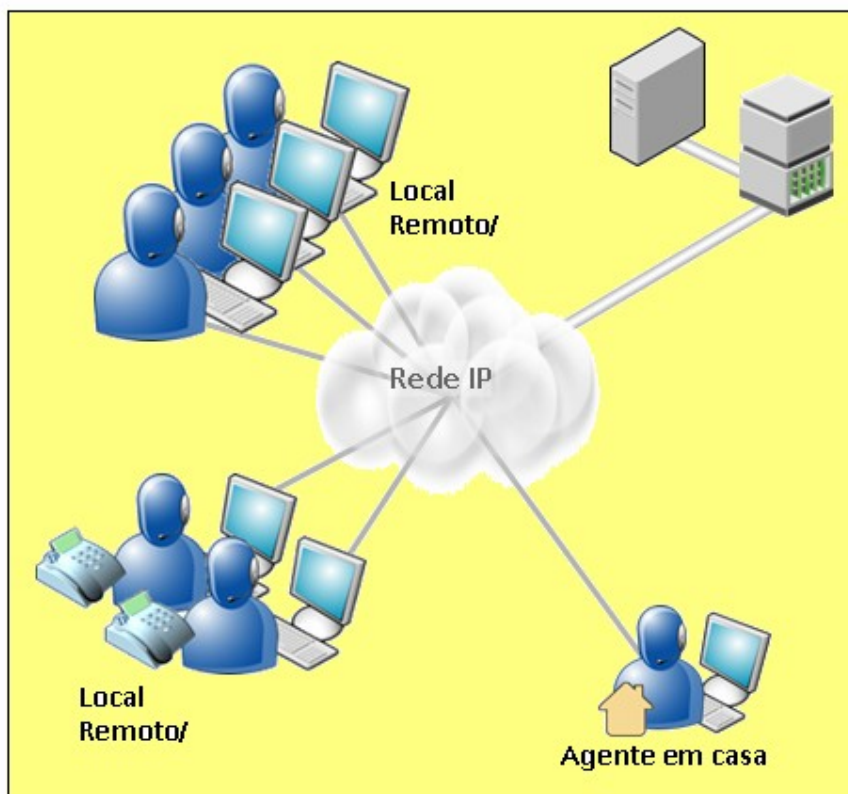


Figura 4.3 – Sistema call center convergente IP

Fonte: Elaborada pelo autor

4.4 SISTEMAS HÍBRIDOS

A evolução da microeletrônica, aliada ao desenvolvimento de software, permitiu a implementação em um mesmo equipamento, baseado na técnica com controle por programa armazenado (CPA), de um sistema híbrido digital, capaz de mesclar os tipos de equipamentos *CPCT* mencionados. Nos dias de hoje os sistemas de comunicação corporativos podem ser configurados de acordo com sua necessidade de operação comportando em uma mesma plataforma, aparelhos telefônicos comuns (analógicos e digitais), aparelhos KS, função chefe-secretária, função distribuidor de chamadas, etc.. A tecnologia IP acena como uma alternativa para a unificação dessas plataformas ampliando as possibilidades da implementação de *features* até então não disponíveis nos sistemas não convergentes.

5 FUNDAMENTOS DE PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO E ARQUITETURA DE REDES DE DADOS

5.1 INTRODUÇÃO

As redes de computadores foram criadas para o compartilhamento de arquivos, impressoras, conexões com redes distantes e sistemas de correio eletrônico. Qualquer atividade de compartilhamento tem suas regras. No ambiente de redes chamamos essas regras de padrões e protocolos. Os padrões descrevem como as coisas deveriam ser, estabelecendo um nível mínimo de desempenho. Os protocolos são conjuntos de regras e acordos.

Em poucas décadas, a indústria de redes de computadores fez progressos consideráveis. A evolução das redes levou consigo a tecnologia telefônica, projetos de hardware e desenvolvimento de softwares e até mesmo a sociologia dos grupos de trabalho. As redes sem fios, redes locais de alta velocidade e redes mundiais mais lentas, ligam o computador portátil ao centro comercial. As redes modernas misturam palavras manuscritas e digitadas, voz e som, gráficos e conferências de vídeo no mesmo cabo. As redes tornam possível às organizações o abandono da estrutura de gerenciamento *top-down*, isto é, onde muitas informações eram retidas no topo, e a mudança para uma estrutura mais ágil e horizontal com informações compartilhadas.

5.2. TIPOS DE REDES

5.2.1 Redes Locais Lan (*Local Área Network*)

Uma rede local refere-se a uma combinação de hardware e mídia de transmissão relativamente pequena. As LANs normalmente não ultrapassam algumas dezenas de quilômetros em tamanho e tendem a usar apenas um tipo de meio de transmissão.

Além disso, uma LAN normalmente se restringe a um prédio ou a uma pequena área de prédios. As arquiteturas de rede mais comuns são a *Ethernet* e *Token ring*. O IEEE produziu um conjunto de padrões para arquiteturas de LAN. Embora token ring e *Ethernet* tenham sido criados antes dos padrões do IEEE, as especificações IEEE 802.3 (*Ethernet*) e IEEE802.5 (token ring) oferecem padrões independentes do fornecedor para essas importantes tecnologias de LAN (CASAD, J. WILLSEY, B. – 1999).

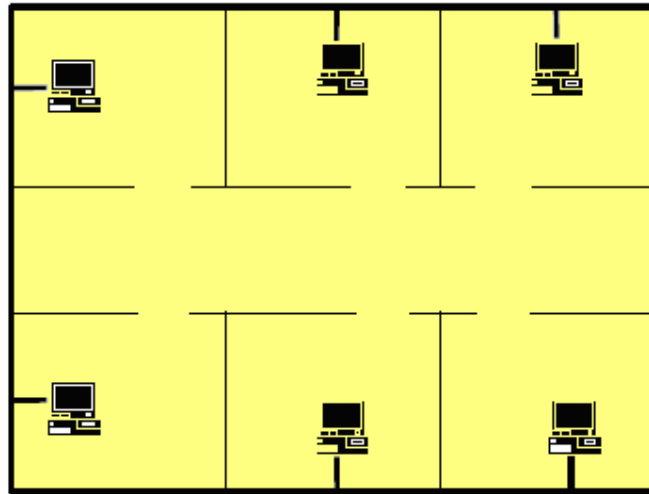


Figura 5.1 - Rede Local

Fonte: Manual básico de redes corporativas Siemens (1998).

5.2.2 Redes de Longa Distância Wan (*Wide Área Network*)

As WANs interconectam LANs que podem estar em lados opostos de um país ou localizadas em outros países. Constituída basicamente por roteadores interligando localidades distantes (CORRADINI, M. S.; SENA, J. A. P.. 1998)

5.3 O MODELO DE CAMADAS

5.3.1 Introdução

Um sistema real é um conjunto de um ou mais computadores, software associado, periféricos, terminais, operadores, processos físicos e meios de transferência de informação, formando um conjunto autônomo, capaz de realizar o processamento e transferência de informações.

O Modelo diz respeito apenas à interconexão de sistemas, isto é com a troca de informações entre sistemas abertos (e não com o funcionamento interno de cada sistema aberto real). No entanto, a interconexão não se resume na transmissão de informações entre sistemas, mas envolve sua capacidade de interfuncionar para atingir uma dada tarefa (comum). O Modelo supõe a existência de *Meios físicos de transmissão de dados* que interligam diferentes *Processos de Aplicação*.

Entende-se por Meios físicos de transmissão de dados ao conjunto de equipamentos, fios, cabos utilizados na interligação de sistemas reais. Entende-se por Processo de Aplicação a qualquer forma de associação que permita, a partir de um conjunto de dados obter um conjunto de resultados. São exemplos de Processos de Aplicação:

- A operação de um terminal bancário;
- Um programa Fortran executado num centro de computação e acessando uma base de dados remota;
- Um centro de controle industrial enviando comandos a um conjunto de robôs de montagem.

Neste modelo, as aplicações de cada sistema só interessam na medida em que, para sua consecução, a comunicação com outros sistemas é envolvida.

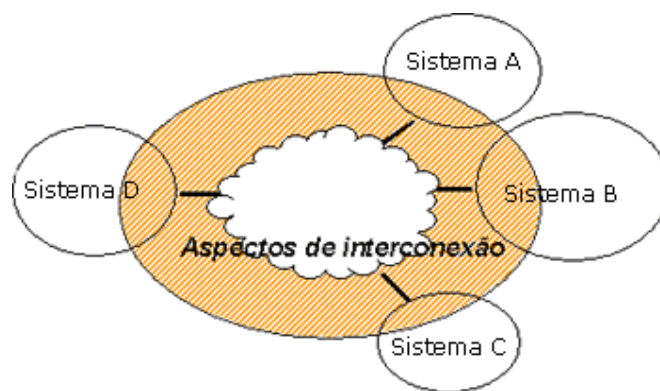


Figura 5.2 - Aspectos relevantes na Arquitetura OSI

Fonte: Matarazzo, E. A., Silveira, L. M. (2004)

5.3.2 O modelo OSI (*Open System Interconnection*) de referência

O Modelo de Referência distingue 3 níveis de abstração: arquitetura, serviços e protocolos. O Modelo pode ser utilizado para proporcionar compatibilidade entre sistemas heterogêneos em qualquer destes níveis, entretanto sistemas que compartilham a mesma arquitetura OSI, podem não compartilhar os mesmos serviços e muito menos os mesmos protocolos e, portanto, não se comunicar. A comunicação exige compatibilidade nestes 3 níveis. (MATARAZZO, E. A., SILVEIRA, L. M. 2004)

Na elaboração final do Modelo de Referência pesaram certos princípios, por exemplo, a existência de outros modelos, padronizados e em uso pela indústria para a comunicação entre processadores. De uma forma simplificada, os seguintes princípios foram considerados:

- Cada camada deve executar uma função bem definida;
- A função de cada camada deve ser escolhida tendo em vista a definição de protocolos padronizados internacionalmente;
- As fronteiras entre camadas devem ser escolhidas de forma consistente com a experiência passada bem sucedida;
- Uma camada deve ser criada se houver necessidade de um nível diferente de abstração no tratamento de dados, por exemplo, morfologia, sintaxe, semântica;
- Os limites da camada devem ser escolhidos para reduzir o fluxo de informações transportado entre as interfaces;
- O número de camadas deve ser suficientemente grande para que funções distintas não precisem ser desnecessariamente colocadas na mesma camada e suficientemente pequeno para que a arquitetura não se torne difícil de controlar.

A Figura 5.3 apresenta a denominação de cada camada no Modelo OSI ilustrando sua função precípua. Considera-se que exista um meio físico conectando os diferentes sistemas:

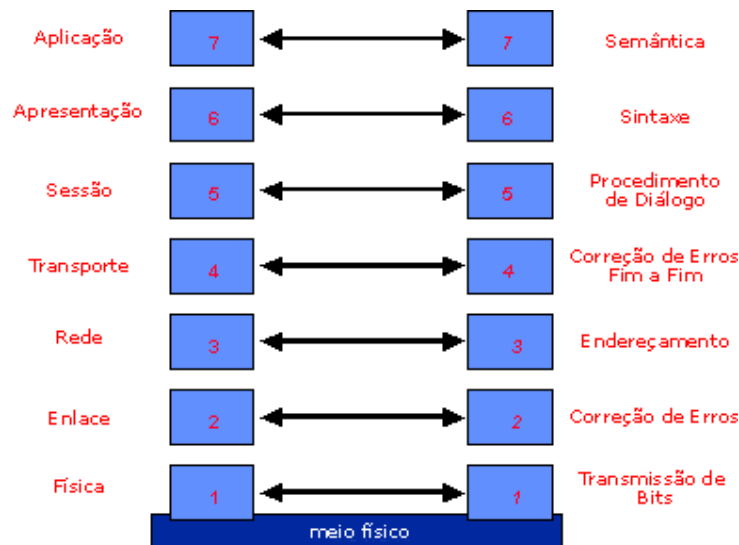


Figura 5.3: O Modelo OSI de 7 camadas

Fonte: Matarazzo, E. A., Silveira, L. M. (2004).

O modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) divide a transmissão de dados em sete camadas (Layers). Através desta representação abstrata é possível compreender e categorizar a operação dos protocolos e dos dispositivos, sem ter que saber detalhes de cada protocolo. Por exemplo, os protocolos IPX e IP da camada 3 oferecem funções muito similares, mas são essencialmente diferentes em sua estrutura. Uma comunicação entre as camadas é executada na base de “pontos de acesso do serviço” (SAP). Através destes pontos os pedidos do serviço são trocados. A seguir será efetuada uma breve descrição dessas camadas.

5.3.2.1 Camada 1 - Camada física

A Camada Física define as características mecânicas, elétricas, funcionais e os procedimentos para ativar, manter e desativar conexões físicas para a transmissão de bits.

As características mecânicas dizem respeito ao tamanho e forma de conectores, pinos, cabos, etc. que compõem um circuito de transmissão. As características elétricas especificam os valores dos sinais elétricos (nível de tensão e corrente) usados. As características funcionais definem o significado dado aos sinais transmitidos na camada física (por exemplo, transmissão, recepção, terra, etc.).

Os procedimentos especificam as funções e protocolos necessários para a transmissão de bits. O bit é considerado, na transmissão serial, como a unidade de dados básica da Camada Física.

Os protocolos da Camada Física devem ser independentes do meio de transmissão de modo que um dado terminal possa ser utilizado em diversos meios, como pares metálicos, fibra óptica ou rádio, por exemplo.

A Figura 5.4 ilustra a situação de retransmissores com diferentes meios físicos.

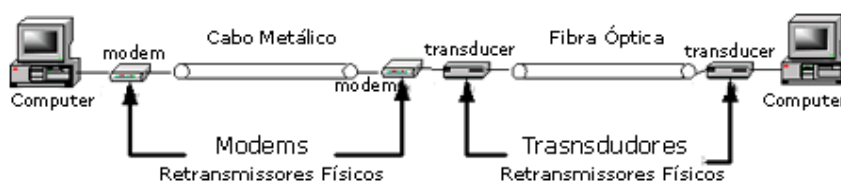


Figura 5.4 Meio Físico com retransmissores

Fonte: Matarazzo, E. A., Silveira, L. M. (2004)

5.3.2.2 Camada 2 - Camada de Enlace de Dados

O objetivo básico da Camada de Enlace de Dados é assegurar a transferência confiável de dados entre sistemas conectados diretamente por um meio físico.

O meio físico está freqüentemente sujeito a ruídos e às interferências mais diversas, necessitando, desta forma que funções mais inteligentes venham a suprir suas limitações.

A Camada de Enlace de Dados envolve tipicamente as seguintes funções:

- Ativação e desativação do Enlace de Dados;
- Supervisão e Recuperação em caso de anormalidades;
- Sincronização;
- Segmentação e delimitação das unidades de dados;
- Controle de erros e seqüenciamento das unidades de dados;
- Controle de Fluxo.

A ativação e desativação de Enlaces de Dados constituem normalmente protocolos que estabelecem uma conexão de enlace de dados para a transferência de dados sobre o enlace de dados. A condição de sucesso deste protocolo é a seleção de uma conexão física confiável e com taxa de erros aceitável para todas as conexões de rede que a utilizarão. Em determinados ambientes, isto pode implicar em estabelecer uma conexão de enlace de dados a cada conexão de rede, em outros não. Esta é a flexibilidade e abertura do Modelo OSI.

As funções de sincronização, delimitação das unidades de sinal, controle de erros e seqüenciamento já são características da Camada de Enlace de Dados. Existe um padrão bastante conhecido para estas funções, denominado *High-level Data Link Control (HDLC)* baseado no *Synchronous Data Link Control (SDLC)*.

O SDLC foi criado pela IBM para substituir o antigo *Bisynchronous protocol (BSC)* para conexões de dados em áreas metropolitanas envolvendo equipamentos IBM. A rede SDLC é constituída de uma estação primária que controla as comunicações e uma ou mais estações secundárias. Hoje, constitui também uma variante do protocolo HDLC da ISO denominado *Normal Response Mode (NRM)*.

A principal diferença entre o HDLC e o SDLC é que este suporta apenas o NRM, onde as estações secundárias não se comunicam com a primária, a menos que esta o permita. Além deste, o HDLC também suporta o *Asynchronous response mode (ARM)* onde as estações secundárias podem iniciar a comunicação com a primária, sem sua permissão prévia e o *Asynchronous balanced mode (ABM)* onde cada estação pode atuar como primária ou secundária.

Estes padrões deram origem também ao protocolo Link Access Procedure-Balanced (LAP B ou Camada 2 do padrão X.25) que é uma variante do HDLC no modo ABM (onde o endereço se resume a estação remota) e ao IEEE 802.2, mais conhecido como Logical Link Control (LLC) e extremamente popular em ambientes LAN.

A figura 5.5 ilustra a unidade de dados ou quadro HDLC.

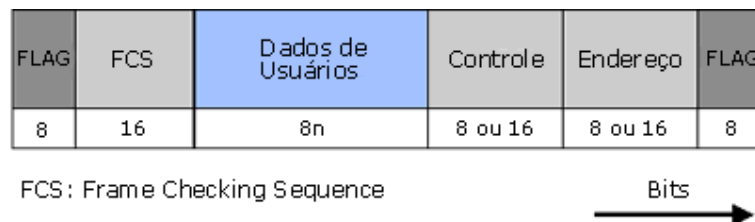


Figura 5.5 – Quadro HDLC

Fonte: MATARAZZO, E. A., SILVEIRA, L. M. 2004

5.3.2.3 Camada 3 - camada de Rede

A camada de rede tem por objetivo fornecer um suporte de comunicação fim a fim para as camadas superiores. Isto inclui a escolha do modo de transferência e da qualidade de serviço (por exemplo no se que refere aos requisitos de retardo na transferência), o endereçamento da unidade de dados ao seu destino final na rede ou na sub-rede (segmento de rede) externa, o interfuncionamento com elementos de rede externos se necessário, a notificação de eventuais deficiências de segmentos externos, controle de fluxo fim a fim e outras funções.

5.3.2.4 Camada 4 - camada de Transporte

A Camada de Transporte é a camada responsável pelo controle da transferência de dados, incluindo a qualidade do serviço e a correção de erros fim a fim. O exemplo mais bem sucedido da Camada de Transporte são os padrões associados a redes IP (*Internet Protocol*), TCP (*Transmission Control Protocol*) e UDP (*User Datagram Protocol*). O protocolo TCP é orientado à conexão, permite a entrega sem erros de um fluxo de dados e realiza controle de fluxo. O protocolo UDP, por outro lado é não orientado à conexão, sem controle de fluxos e garantia de entrega. A Camada de Transporte deve considerar os requisitos da aplicação, através dos parâmetros que descrevem as *Classes de Serviço* e as limitações da rede. São parâmetros de definição da Classe de Serviço:

- *Vazão* ou *throughput* (bit/s);
- *Atraso* ou *latência de propagação* (ms);
- *Jitter* ou *Variação no atraso de propagação* (ms) ;
- *Probabilidade de falha no estabelecimento da conexão*;
- *Taxa de erro residual*.

5.3.2.5 Camada 5 – camada de Sessão

A Camada de Sessão tem por objetivo o controle dos procedimentos de diálogo através da abertura e fechamento de sessões. A camada de Sessão inclui as seguintes funções, entre outras:

- Transferência de dados em ambas as direções, normal ou expressa;
- Gerência de *Token* , permitindo às aplicações solicitar e transferir a primazia da comunicação ou de exercício de determinadas funções;
- Controle de Diálogo, permitindo às aplicações acordar a forma de diálogo, *half duplex* ou *duplex*;
- Sincronização e gerência de atividades, permitindo estratificar o diálogo, colocando títulos, subtítulos e marcas de delimitação.

5.3.2.6 Camada 6 – camada de Apresentação

A Camada de Apresentação é responsável pela sintaxe de dados, da mesma forma que a camada de Aplicação será pela semântica. Significa que a forma como os conteúdos serão manipulados pela Camada de Aplicação é montada e desmontada pela Camada de Apresentação. Os aspectos de criptografia, se necessários por questões de segurança da comunicação, são também de responsabilidade desta Camada.

5.3.2.7 Camada 7 – camada de Aplicação

A Camada de Aplicação é responsável pela semântica da comunicação. A estrutura da Camada de Aplicação (Recomendação X.207) foi modelada diferenciando elementos comuns a todas as aplicações, *Common Application Service Elements (CASE)* cujo objetivo é prover capacidades genéricas necessárias a transferência de informações, independentemente de sua natureza, de elementos de serviço de aplicação específicos ou *Specific Applications Service*

Elements (SASE) cujo objetivo é fornecer capacitações de transferência de informações destinadas a atender requisitos específicos de determinadas aplicações. Entre as funções CASE estão o estabelecimento e liberação de associações entre processos de aplicação e entre as funções SASE estão a transferência de arquivos ou tarefas, acesso a bases de dados, etc...

Entre os protocolos bem sucedidos da camada de Aplicação estão o *Application Common Service Element - ACSE* (ver Recomendações X.217, X.217 bis, X.227 e X.227 bis) que estabelece contextos onde os protocolos de aplicação podem ocorrer (inclusive quando versões diferentes de protocolos de aplicação co-existem), o *Remote Operation Service Element - ROSE* (ver Recomendações X.219 e X.229) que permite a realização de *operações remotas* concebidas como a forma padrão de interação entre processos de aplicação pares para realização de uma função, ou seja, ações genéricas solicitadas para execução em um processo de aplicação remoto.

A camada de Aplicação contém os programas que usam os serviços das camadas 1-6. Estes podem, por exemplo, serem programas para transferência de arquivos, para e-mail ou navegadores Web. Estes programas podem por sua vez oferecer interfaces para outros programas, como para um programa que usa serviços de transferência de arquivos.

Finalmente, cabe mencionar os aplicativos utilizados em redes baseadas nos protocolos *TCP/IP* como o *File Transfer Protocol (FTP)*, *Telnet*, *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)* e outros que se revelaram autênticos *best sellers* dado sua popularidade e praticidade

5.4 PADRÕES IEEE

O comitê IEEE 802 produziu uma série de padrões para redes locais, que foram incorporados no padrão ISO. Os padrões IEEE 802 incluem o padrão 802.3 para Ethernet e o padrão 802.5 para Token ring. IEEE 802.3 e 802.5 especificam o método de acesso ao meio de transmissão e a camada física, que correspondem às camadas de link de dados e física do modelo OSI. O padrão 802.2 especifica o controle lógico de link, que define os serviços necessários para comunicação com a camada de rede.

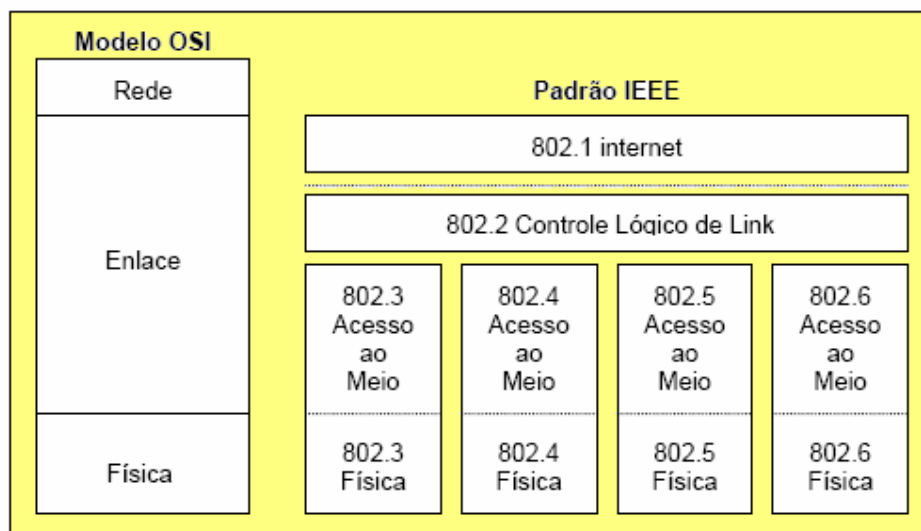


Figura 5.6 – Equivalência OSI - IEEE

Fonte: Manual básico de redes corporativas Siemens (1998)

5.5 MÉTODOS DE TRANSPORTE - LAN

Os três métodos de transporte mais comuns usados em redes locais são *Ethernet*, *Token ring* e *FDDI*. Cada método de transporte difere em velocidade, topologia, método de acesso, meio de transmissão e limitações de cabeamento.

5.5.1 *Ethernet* (IEEE 802.3)

5.5.1.1 Topologia Lógica

Nas redes *ETHERNET* todos os computadores são ligados a um meio de transmissão comum. A *ETHERNET* usa um método de acesso chamado *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect (CSMA/CD)* para determinar quando um computador está livre para transmitir dados para o meio de acesso. Com esta técnica todos os computadores monitoram o meio de transmissão e esperam até que a linha esteja disponível antes de transmitir. Porém, se outro dispositivo transmitir informações simultaneamente ocorrerá colisão e ambos param a transmissão (*collision detection*). As duas estações voltarão a tentar novamente a transmissão em tempos diferentes e aleatórios.

A topologia lógica *ethernet* é a de **barramento**, onde todos os sinais são recebidos por todos os dispositivos. Cada nó da rede lê o endereço MAC contido no pacote. Somente o nó

que possui o mesmo endereço MAC receberá o pacote, enquanto que nos outros nós ele será descartado. É claro que cada dispositivo na rede deve estar habilitado a reconhecer seu próprio endereço MAC.

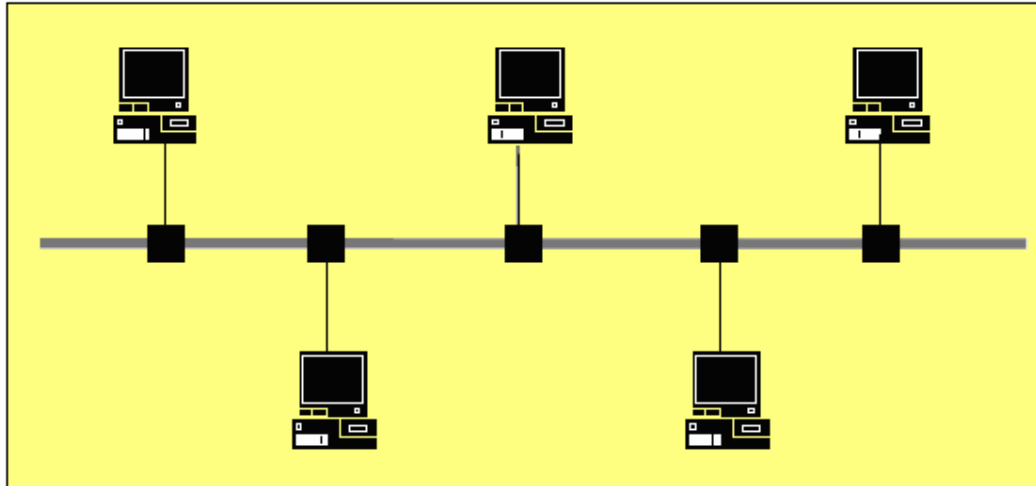


Figura 5.7 - Topologia Lógica de Barramento

Fonte: Manual básico de redes corporativas Siemens (1998)

5.5.1.2 Topologia Física

A topologia física empregada na confecção de uma rede ethernet é tipo **estrela**. Cada dispositivo da rede é conectado através de uma ligação ponto-a-ponto ao dispositivo central chamado *hub*.

5.5.2 *Token Ring* (IEEE 802.5)

Definido pelo padrão IEEE 802.5, usa o método token passing para acesso ao meio, que usa uma topologia lógica em anel onde cada dispositivo recebe apenas os sinais que foram especificamente enviados a ele. A topologia física utilizada no *Token Ring* é a em estrela, ou seja, a mesma empregada em *Ethernet*.

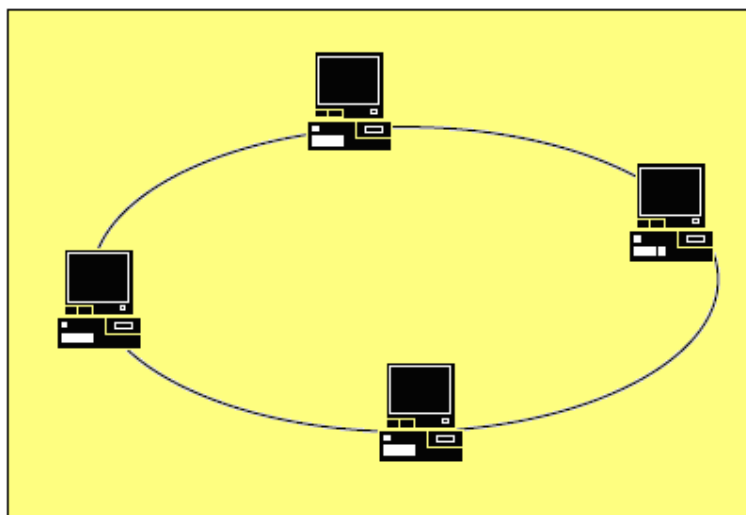


Figura 5.8 – Topologia lógica em anel

Fonte: Manual básico de redes corporativas Siemens (1998)

Esse protocolo funciona como se fosse uma corrida de bastão. Um pequeno frame de dados (bastão) é transmitido de modo ordenado de um dispositivo para outro. Quando uma estação recebe o bastão ela tem o direito de transmissão por um tempo determinado. Após esse tempo ela deve passar o bastão para a próxima estação. Observa-se que no *token passing* as colisões são totalmente eliminadas, o que não ocorre com o CSMA/CD.

5.5.3 FDDI - Fiber Distributed Data Interface

Redes FDDI usam um mecanismo de sincronização de clock e o método *token passing* para acesso ao meio. Utilizam topologia lógica com 2 anéis: um anel primário, que é utilizado em operação normal e um secundário, que é usado somente no caso de interrupção do anel primário. Apesar da nomenclatura, a tecnologia FDDI pode ser implementada utilizando cabeamento em cobre, também chamado de CDDI.

5.6 EQUIPAMENTOS ESTRUTURAIS DAS REDES

5.6.1 HUB

Um *HUB* se caracteriza por ser um elemento básico de rede destinado a interconexão dos microcomputadores da rede LAN. Este é um dispositivo simples que toma uma entrada (isto é os bits de um quadro) e a retransmite para suas portas de saída. São elementos de rede

que formam o centro de uma configuração em estrela agindo como um repetidor de um mesmo tipo de LAN. O *Hub* é um sistema da rede que reproduz os sinais elétricos recebidos de uma porta e emite estes sinais a todas as portas restantes. É, portanto, um dispositivo de camada física. (KUROSE, J.F., ROSS, K. W. – 2003). A figura 5.9 mostra um exemplo desta conexão.

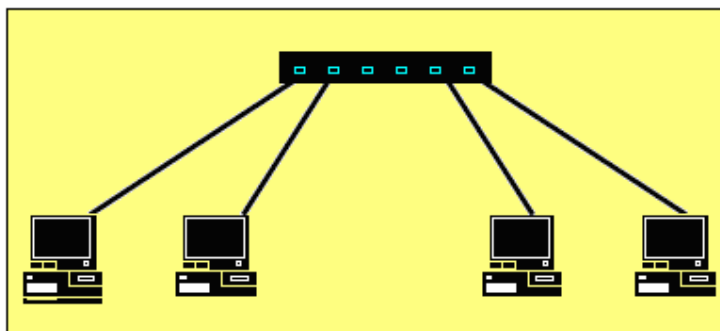


Figura 5.9 – Conexão com HUB.

Fonte: Manual básico de redes corporativas Siemens (1998)

Os *HUBs* mais simples (*workgroup*) são dispositivos que fornecem conectividade física de diversas redes com mesmo tipo de arquitetura (*Ethernet* ou *Token ring*). Não possuem *QoS* (*Quality of Service*), nem domínio único de operação.

5.6.2 SWITCHS

São dispositivos que conectam duas ou mais redes formando uma única rede lógica e de forma transparente aos dispositivos da rede, sendo que as redes originais passam a ser referenciadas com segmentos de rede da rede resultante. É o que mostra a figura 5.10

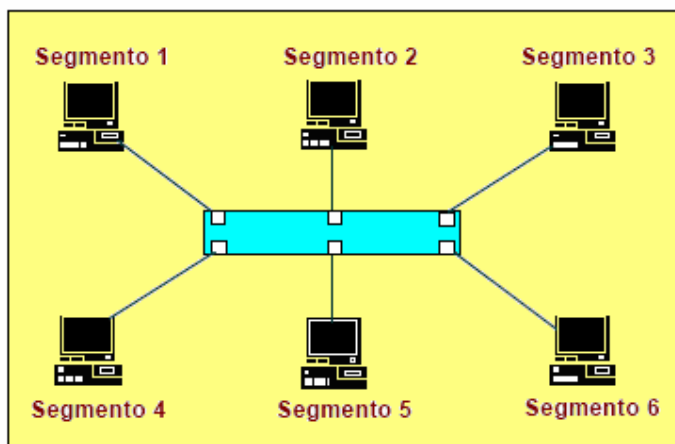


Figura 5.10 – SWITCH – exemplo de utilização na rede

Fonte: Manual básico de redes corporativas Siemens (1998)

5.6.3 Roteador

Um roteador é um elemento de rede capaz de efetuar o roteamento/encaminhamento e o gerenciamento do tráfego na rede *WAN* recebendo os pacotes de dados de um computador em uma rede e os encaminhando para um outro computador ou roteador em outra rede.. É um dispositivo que filtra o tráfego por endereço lógico. Os roteadores são capazes de interligar várias redes.

5.7 PROTOCOLOS

Um protocolo define o formato e a ordem das mensagens trocadas entre duas ou mais entidades comunicantes, bem como as ações realizadas na transmissão e/ou recebimento de uma mensagem ou outro evento. (KUROSE, J.F., ROSS, K.W. – 2003). A Internet e as redes de computadores em geral utilizam amplamente os protocolos. Protocolos diferentes são usados para realizar diferentes tarefas de comunicação. Os protocolos podem ser classificados em orientados ou não orientados à conexão.

Um usuário estabelece uma conexão lógica com a rede antes de transmitir os dados, mantendo algum tipo de relação entre as sucessivas unidades de dados transmitidas através da conexão mapeada dentro da rede. Normalmente, o endereçamento é abreviado e uma rota fixa é estabelecida. Durante o estabelecimento da conexão, as partes envolvidas armazenam informações uma das outras, como endereços e outras características. Esta técnica assegura a entrega de dados na ordem correta ao destino final e normalmente efetua controle de fluxo. Ao final, quando já não existem unidades de dados para transferência a conexão é liberada (desfeita). Protocolos não orientados à conexão também denominados de serviços de datagrama, as entidades iniciam a transferência de dados mesmo sem estabelecer uma conexão. As unidades de dados são transmitidas como unidades independentes, usando endereçamento completo em cada unidade. Normalmente, os serviços não-orientados à conexão não efetuam controle de erros, de fluxo e nem de seqüenciação.

Uma rede não-orientada à conexão é mais robusta do que as redes orientadas à conexão, porque os dados podem tomar rotas diferentes em casos de falhas nos nós ou em casos de congestionamento.

5.7.1 Protocolo IP

O protocolo IP é um protocolo para redes de comunicação de dados, que estabelece um conjunto de regras e formatos utilizado em redes em que a comunicação se dá através de pacotes, constituindo um conjunto de bits contendo dados a serem transmitidos ao qual se agrega informação suficiente para o seu encaminhamento da origem ao destino. O IP estabelece as regras de atribuição e os formatos de endereços de computadores e outros dispositivos conectados a uma rede fornecendo as regras para que os pacotes sejam encaminhados de um computador ou dispositivo na rede para outro até atingir o endereço destino constante do pacote. (TUDE. E. – 2002)

A arquitetura INTERNET, como também pode ser denominado o TCP/IP, é composta por uma pilha de protocolos estruturados em camadas, desenvolvidos para permitir que computadores cooperem e compartilhem recursos de uma rede. Esta arquitetura destaca-se pela simplicidade de seus protocolos e pela eficiência com que atinge o seu objetivo de interconectar sistemas heterogêneos. (SOARES, L.C., FREIRE, V.A. – 2002)

5.7.1.1 Endereço IP (IPv4)

São endereços estruturados e lógicos de 32 bits, os quais são usados para remetentes e receptores de pacotes de dados. Eles contêm uma parte inicial que identifica a rede e uma segunda parte que identifica o host na rede. Um endereço IP é especificado em quatro segmentos de 8 bits (= 1 byte), que podem ser representados como valores decimais entre 0 e 255, separados por pontos. A alocação de endereços IP na Internet (IPv4) é baseada na divisão do endereço em duas partes. A primeira identifica a rede e a segunda o *host*. *Host* é qualquer dispositivo na rede que pode transmitir ou receber pacotes IP. Computadores e roteadores são exemplos de *host*. Para cada computador, a parte de rede do endereço deve coincidir com todos os computadores na mesma rede. A parte de host do endereço, por sua vez, deve ser única para cada computador. Na figura 5.11, uma rede IP foi designada com o endereço 132.132. Esse endereço identifica essa rede univocamente entre todas as outras redes da internet. Cada host nessa rede deve ter um endereço único no formato 132.132.x.x, onde os últimos dois octetos do endereço devem ser únicos nessa rede. O padrão IPv4 permite a alocação teórica de cerca de 4 bilhões de endereços, o que, devido a forma hierárquica de alocação nas redes, é um número pequeno para o tamanho da Internet hoje. Foi desenvolvido

um novo padrão IPv6 com o objetivo de aumentar o número de endereços na Internet e para o qual deve ocorrer uma migração gradual ao longo dos anos.

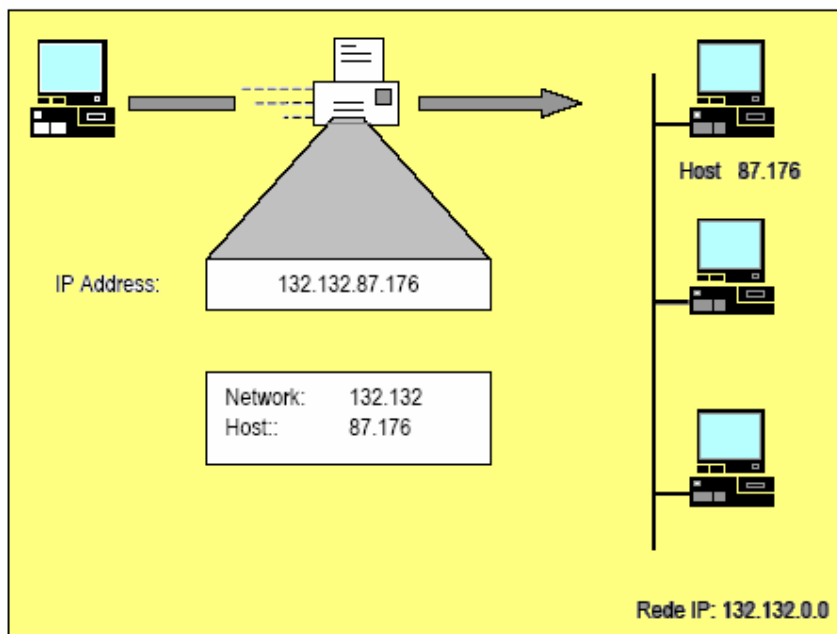


Figura 5.11 – Exemplo de endereçamento IP

Fonte: Manual básico de redes corporativas Siemens (1998)

5.7.2 Aspectos básicos do TCP/IP.

O IP é um protocolo desenvolvido para possibilitar a interconexão de redes e estabelece regras e formatos para endereços e para roteamento dos pacotes. O IP não estabelece uma conexão para envio dos pacotes, nem garante um serviço confiável de envio de mensagens com retransmissão em caso de perda.

A arquitetura Internet, como também pode ser denominado o TCP/IP, é composto por uma pilha de protocolos estruturados em camadas, desenvolvidos para permitir que computadores cooperem e compartilhem recursos de uma rede. Basicamente, a arquitetura se baseia em um serviço de rede não orientado à conexão (datagrama não confiável), o *Internet Protocol* (IP), e um serviço de transporte orientado à conexão, oferecido pelo *Transmission Control Protocol* (TCP). Juntos estes protocolos se completam, oferecendo um serviço de comunicação simples e eficiente. (SOARES, L.C., FREIRE, V. A. – 2003).

Na Internet, estas funções são garantidas pelo *Transmission Control Protocol* (TCP). Os protocolos utilizados pela Internet podem ser representados por um modelo de

camadas. Acima do TCP/IP temos os protocolos que dão suporte a aplicações dos usuários com serviços como e-mail e a Web. Abaixo do TCP/IP podemos ter qualquer tipo de rede utilizando os mais diferentes protocolos. Encontramos na Internet redes locais e WANs utilizando os mais diversos protocolos (*X.25, Frame Relay, ATM,...*). A figura 5.12 mostra uma tabela comparativa entre o modelo de camadas OSI e o modelo TCP/IP.

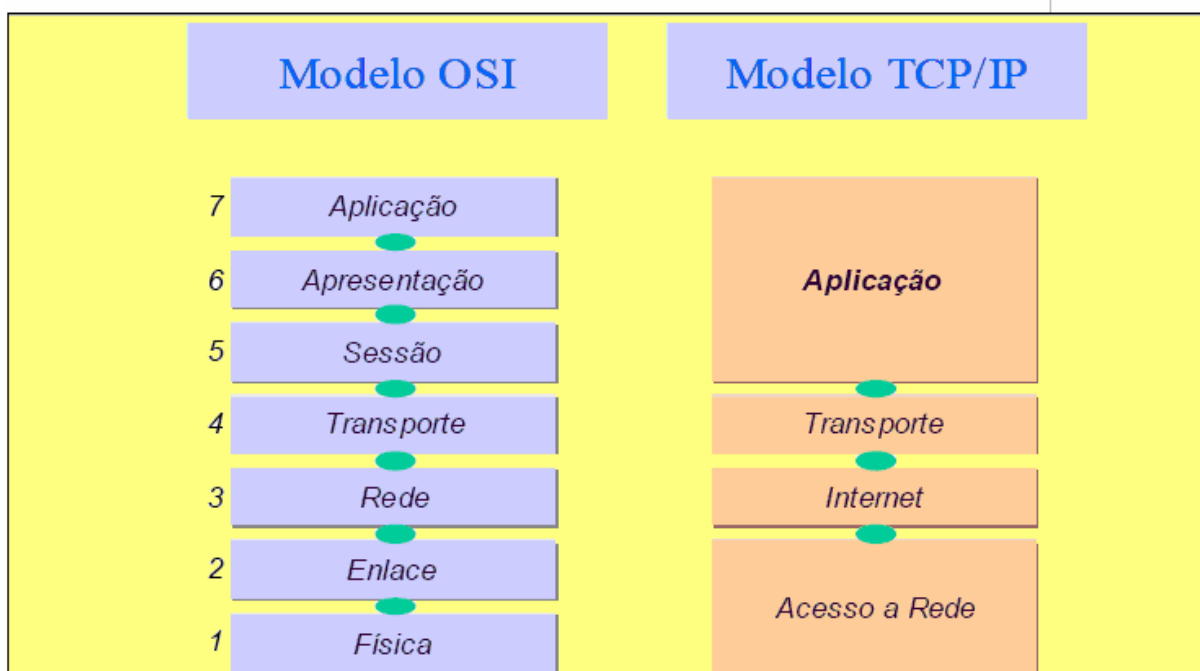


Fig. 5.12 Modelo OSI versus. Modelo TCP/IP

Fonte: Elaborada pelo autor.

A camada inferior, representa a interface entre o software de rede e aos elementos físicos da rede (*hardware*) e corresponde às camadas física e de enlace do modelo OSI. A camada de Rede ou Internet é responsável pela entrega de dados desde a estação origem até a estação destino, isto é, transporta e roteia os dados desde a estação origem até o destino. Fornece funções necessárias para interconectar redes e *gateways* formando um sistema coerente. A camada de Transporte é responsável pela comunicação fim-a-fim.

No caso de serviços orientados à conexão, fornece confiabilidade e controle de tráfego através da internet. A camada superior (aplicação) fornece interface direta com os aplicativos finais do usuário. As aplicações da Internet são responsáveis por funções como transferência de arquivos, acesso a terminais remotos, execução de tarefas remotas, correio eletrônico, etc. Devido a imprevisibilidade do atraso dos pacotes, os protocolos da camada de transporte do TCP/IP (tanto o TCP como o UDP), não são adequados para aplicações de voz em tempo real. O TCP não suporta transmissão de voz em tempo real porque utiliza um mecanismo de

recuperação dos dados perdidos por retransmissão; assim, no caso da perda de um pacote, a liberação dos dados para a aplicação deve esperar por todas as retransmissões, o que acarretaria atrasos intoleráveis. Já o protocolo UDP (*User Datagram Protocol*) evita este problema, pois fornece um serviço de datagrama, no entanto, tem como grande desvantagem o fato de não ser confiável.

A implementação de voz sobre IP consiste basicamente em transformar a voz em um fluxo de bits que pode ser constante (CBR) ou variável (VBR), dependendo do *codec* (codificador/decodificador). O fluxo de bits assim obtido é encapsulado em datagramas do UDP, que por sua vez são encapsulados em pacotes IP. Os pacotes IP assim obtidos são transportados pela rede, como qualquer pacote de dados IP, sem qualquer distinção.

Foi esta relativa simplicidade que estimulou fortemente muitos usuários a implementar serviços de voz e dados dentro de seus ambientes de rede. Aplicações de voz em tempo real, baseadas no protocolo IP, já são uma realidade em muitas empresas, visto que nestas redes é possível exercer um controle sobre os roteadores que garanta um tratamento privilegiado dos pacotes de voz sobre IP. O que não é possível quando se trata da Internet comercial. O transporte dos pacotes de voz deve ser realizado pela rede segundo exigências específicas deste serviço, também conhecidas como parâmetros de QoS da aplicação. (vide capítulo 6).

5.7.3 Protocolos de transporte para dados de mídia e sinalização

O UDP é um protocolo da camada 4 usado para transferir pacotes IP à aplicação de destino. Ao contrário do TCP, o UDP não garante a entrega do datagrama no endereço de destino. Nenhuma confirmação é usada. As aplicações que usam UDP têm que ser tolerantes a falhas. Além disso, nenhuma precaução é feita para encontrar erros de duplicação ou de seqüência. O protocolo UDP trabalha sem conexão, isso significa que nenhuma conexão entre os sockets (endereço IP+ número da porta TCP-/UDP) do remetente e do receptor será estabelecida. Ao invés disso, o UDP envia os seus pacotes à rede completamente independente do receptor. O protocolo UDP (*User Datagram Protocol*) é a base de transporte para dados de voz. Este protocolo tem uma estrutura muito simples e conseqüentemente é mais rápido do que os outros.

O RTP (*Realtime Transport Protocol*) é uma melhoria do protocolo UDP, que permite que a informação do número do pacote e um selo de tempo do pacote de dados sejam transmitidos. O RTCP (protocolo do controle de RTP) fornece informações sobre a qualidade

da conexão. Isto inclui também a informação de erros bem como a identificação do remetente. RTCP é usado também para sincronizar fluxos de mídia.

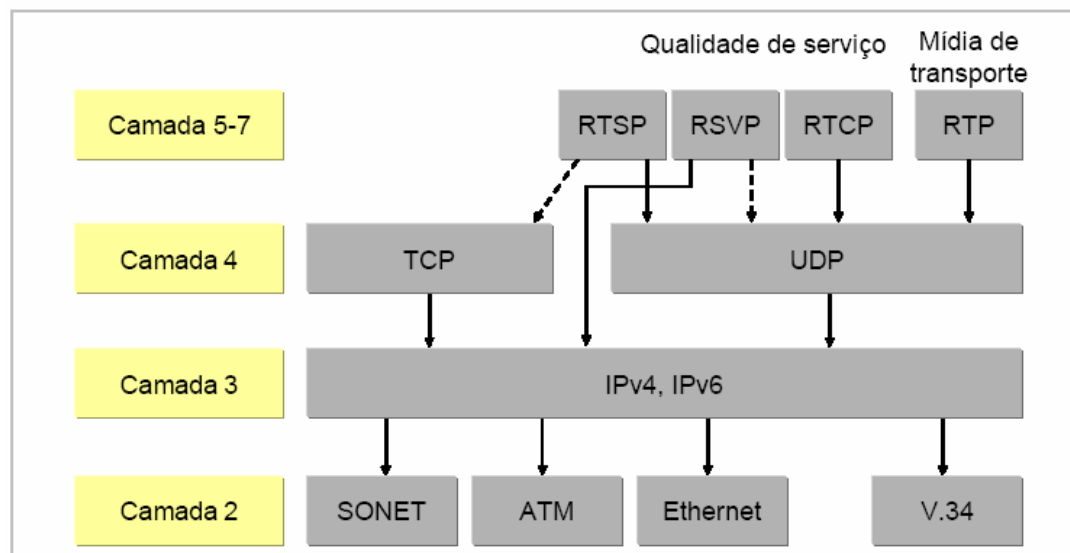


Figura 5.13 – Visão geral dos protocolos para VoIP.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As redes IP não oferecem nenhum tipo de QoS para suas aplicações, o que é considerado atualmente o principal empecilho para as aplicações multimídia. A telefonia IP vem crescendo muito e já existem diversas padronizações disponíveis como o protocolo SIP da IETF e a recomendação H.323 do ITU-T. Vale ressaltar que estes protocolos tem naturezas diferentes. O protocolo H.323 oriundo do mundo de telecomunicações adaptado pelo IEEE para o mundo de dados, enquanto que o protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) foi desenvolvido pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*) para o estabelecimento e encerramento de sessões no mundo de dados.

5.7.4 Protocolo H323

O padrão desenvolvido pelo ITU-T para transporte de aplicações multimídia sobre IP é chamado H.323. O H.323 não foi desenvolvido para transportar voz exclusivamente, mas para transportar qualquer aplicação de multimídia, como vídeo e voz sobre redes IP. Este padrão define diversos componentes distintos, ou dispositivos de hardware que são utilizados para manter o sistema funcionando. A figura 5.14 mostra a estruturação da Pilha de protocolos do H.323.

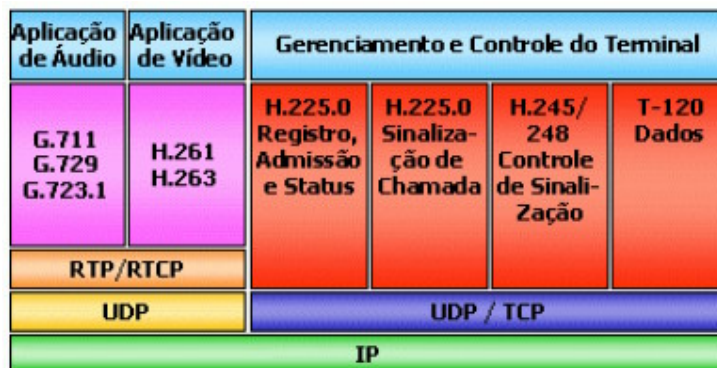


Figura 5.14 – Pilha de protocolos do H323

Fonte: SOARES, L.C.; FREIRE, A.V. (2002)

O H.323 usa três protocolos: H.225/Q.931, H.225 RAS, *Registration Admission Status*, e H.245 para Controle de Mídias. Os protocolos H.225/Q.931 são utilizados em conjunto com H.323 e provêm sinalização para o controle de chamadas. Para se estabelecer uma chamada de um sistema final para um outro, utiliza-se o canal H.225 RAS. Depois que a chamada é estabelecida o H.245 é utilizado para negociar os *streams* de mídia. O H.323 define quatro componentes lógicos: Terminais, *Gateways*, *Gatekeepers* e *Multipoint Control Unit (MCU)* mostrados na figura 5.15.

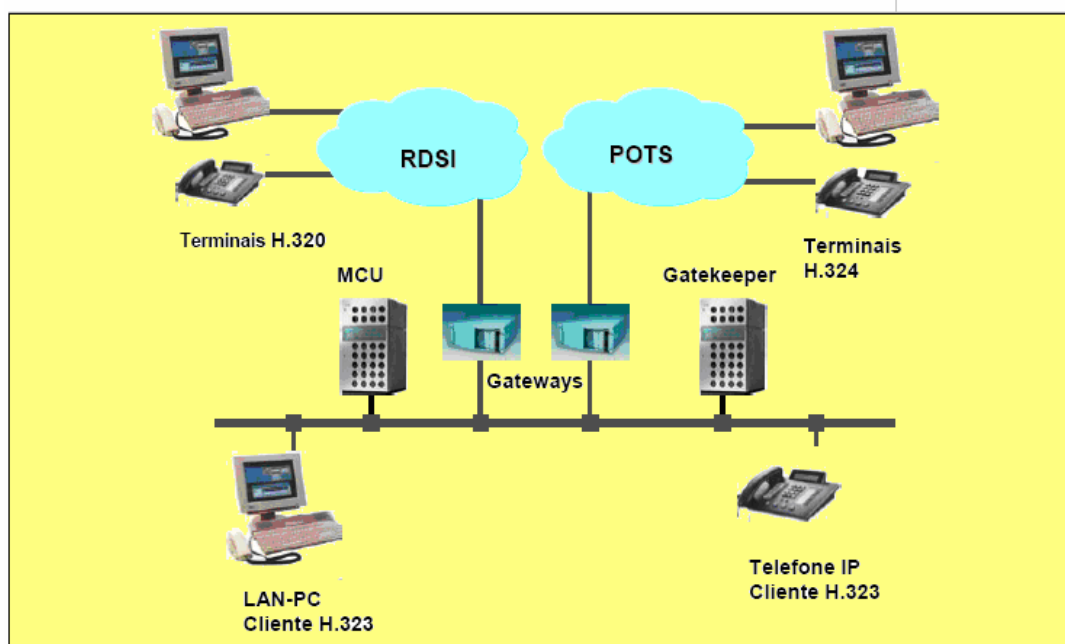


Figura 5.15 – Componentes do H323

Fonte: Elaborada pelo autor

Os gateways fazem a interconexão entre as redes IP e os telefones. O *gateway* H.323 interliga e viabiliza comunicações entre redes H.323 e redes não H.323, tais como PSTNs. Quando os terminais de uma rede necessitam se comunicar com outros terminais de uma rede distinta, eles o fazem através do *gateway*, usando protocolos H.245 e Q.931. São tradutores que convertem pacotes comutados para circuitos comutados de voz e vice-versa, podendo atuar também na tradução de formatos para os tipos diferentes de terminais, como de H.225 para H.221. O *gatekeeper* é o componente mais importante do H.323, ele atua como ponto central para todas as chamadas dentro de uma zona (agregação do *gatekeeper* e os dispositivos finais registrados nele), e provê serviços para registro dos dispositivos. A MCU (*Multipoint Control Units*) é um componente opcional do H.323, permite que três ou mais terminais e *gateways* participem de uma conferência multiponto na rede. A MCU consiste obrigatoriamente de um *Multipoint Controller* (MC), além disto pode utilizar *Multipoint Processors* (MPs).

5.7.5 Session Initiation Protocol (SIP)

O *Session Initiation Protocol* (SIP) é um padrão desenvolvido pelo IETF para o estabelecimento de conexões VoIP. É um protocolo de controle da camada de aplicação usado na criação, modificação e finalização de sessões multimídia com um ou mais participantes. O objetivo principal do SIP, ou Protocolo de Inicialização de Sessão, é procurar, localizar e convidar usuários a participar de uma conexão. O SIP também é responsável pelo gerenciamento básico de uma chamada; isto inclui a habilidade de iniciar e terminar uma chamada, além de incluir e excluir participantes de uma conferência. O gerenciamento de participantes de uma chamada aborda a transição entre conexões unicast (ponto-a-ponto) e multicast (conferência).

Estas sessões podem ser conferências multimídia, aulas pela Internet, telefonia sobre Internet, entre outras. A arquitetura do SIP é similar a do HTTP, *Hypertext Transport Protocol*, um protocolo do tipo *client-server*, onde requisições são geradas pelos *clients* e enviadas aos *servers* que processa as requisições e então envia uma resposta ao cliente. Um par de requisições e resposta geram uma transação. O SIP é um protocolo baseado em texto, que foi definido como um padrão da Internet em 1999 pela IETF no RFC 2543. É parte da arquitetura multimídia do IETF (*Internet-Engineering-Task-Force*), ao qual também pertencem outros protocolos, como o RSVP, o RTP (*Real Time Protocol*), o SAP (*Session Announcement Protocol*) e o SDP (*Session Description Protocol*). Como características gerais

o SIP é fim-a-fim, sendo um protocolo de sinalização cliente-servidor. É provedor de presença e mobilidade. Um ambiente genérico, como mostrado na figura 5.16 apresenta os componentes principais de uma rede IP interligada à RTPC/PSTN através de um *gateway* IP. São estes elementos o *SIP User Agent*, o *SIP Proxy Server* o *SIP Redirect Server*, o *SIP Location Server* e o *SIP Register Server*. O conjunto destes componentes operando nesta rede IP é definido como rede SIP. Estes elementos caracterizam os componentes do protocolo SIP, a seguir brevemente descritos. O *SIP User Agent* se caracteriza como um cliente da arquitetura, ou o ponto final da comunicação multimídia. O *SIP Proxy Server* se caracteriza como um servidor de redirecionamento de requisições e respostas SIP. Este passa a realizar a sinalização como se fosse à origem da chamada e, quando a resposta lhes é enviada, ela é redirecionada para a origem real. O elemento *SIP Redirect Server* redireciona requisições e respostas, enviando uma mensagem para os clientes com o novo endereço SIP procurado e, não fazendo o papel de continuar a chamada. O *SIP Register Server* caracteriza um servidor SIP que suporta requisições *REGISTER* usadas para registrar as informações dos usuários em algum Servidor de localização (*SIP Location Server*). Na RFC (*Request For Comments*) do SIP, apenas as funcionalidades de armazenamento e consulta de registros de usuários SIP neste servidor são descritas, ficando a critério da solução SIP que se quer implementar a escolha da melhor tecnologia para esta finalidade (JOHNSTON, A. B. – 2004).

Os *SIPs proxy server, redirect server, registration server* e o *location server* são entidades lógicas podendo ser parte de uma mesma aplicação coexistindo ou não em um mesmo dispositivo ou terminal. (SOARES, L.C., FREIRE, V. A. – 2003).

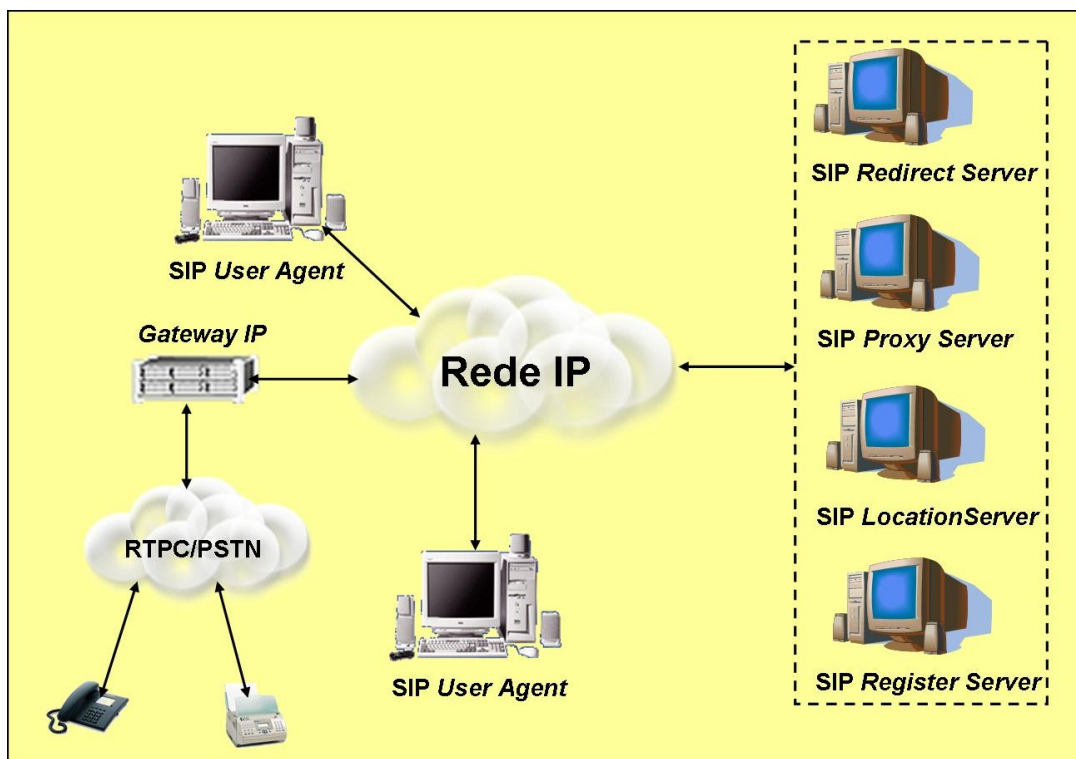


Figura 5.16 – Ambiente SIP

Fonte: Elaborada pelo autor

5.7.6 Comparativo H.323 X SIP

Ambos os protocolos, SIP e H.323 são usados para configuração da chamada (*call setup*) e para o controle da sinalização da chamada (*call signaling*), podendo, portanto serem usados como protocolos de sinalização em uma rede IP. O SIP promete maior escalabilidade, flexibilidade, além de maior facilidade de implementação do que o H.323. Já o H.323 devido sua segurança e interoperabilidade com a PSTN vêm sendo largamente utilizado por diversos fabricantes. Atualmente, existem discussões sobre qual o protocolo que será mais adotado. Defensores do ITU-T dizem que o H.323 ganhou suporte de múltiplos fabricantes, já os defensores do SIP questionam o fator interoperabilidade entre os produtos H.323, apontando as inúmeras vantagens da telefonia SIP. Eles informam que o H.323 foi desenvolvido com base nos padrões ATM e ISDN, e por este motivo não o consideram como um bom protocolo para controle de voz sobre sistemas IP, eles dizem que o protocolo gera *overhead* e é extremamente complexo. O fato é que vários fabricantes já iniciaram a incorporação de SIP em seus produtos. Por tratar-se de um protocolo baseado em texto, o SIP reutiliza a maioria dos campos do cabeçalho, codificando regras, códigos de erros e mecanismos de autenticação

http. A tabela 5.1 mostra uma comparação mais detalhada entre H.323 e SIP, embora não se pretenda com esta comparação apontar qual a melhor implementação, mas apenas descrever funções e especificações.

Tabela 5.1 – Quadro comparativo entre o H323 e o SIP

	H.323	SIP
Filosofia	Desenvolvida para gerenciar chamadas de voz, multimídia e serviços suplementares através de recomendações específicas para cada tipo de serviço.	Desenvolvido para estabelecer uma sessão entre dois sistemas finais, sem nenhum relacionamento específico com algum tipo de mídia.
Complexidade	Mais complexo	Relativamente mais simples
Formato das mensagens	Representação binária	Representação textual
Transporte de mídia	RTP / RTCP	RTP / RTCP
Protocolo de transporte	TCP ou UDP	TCP ou UDP
Endereçamento	Entende URLs e E.164	Só entende URLs
Resolução de endereços	O <i>Gatekeeper</i> pode usar muitos protocolos para descobrir o endereço destino do usuário chamado, incluindo LRQs para outros <i>Gatekeepers</i> .	Um UAC (<i>User Agent Client</i>) precisa enviar um “invite” para um servidor <i>proxy</i> , sendo este responsável por fazer a resolução do endereço, podendo usar muitos protocolos para descobrir o endereço de destino.
Requerimentos para chamadas	O <i>Gatekeeper</i> é opcional, uma chamada pode ser estabelecida diretamente entre dois sistemas finais.	O servidor <i>proxy</i> pode não ser usado para estabelecimento da chamada. Uma chamada pode ser estabelecida diretamente entre dois UA (<i>User Agent</i>).
Escalabilidade	Não é muito escalável	Altamente escalável
Suporte <i>Firewall</i>	Pode ser provido por um <i>gateway</i> H.323	Pode ser provido por um SIP Proxy
Autenticação	Através do H.235	Via HRRP, SSL, PGP e outros.
Encriptação	Via H.235	Via SSL, PGP e outros.

Fonte: SOARES, L.C., FREIRE, V. A. – 2003.

6 PROPOSTA DE MIGRAÇÃO

O objetivo deste capítulo é o de desenvolver um estudo entre a tecnologia dos sistemas PABX TDM e as redes de dados, analisando as intervenções necessárias para a conversão deste em uma plataforma convergente, suportada pelo protocolo TCP/IP.

6.1 REDE CORPORATIVA DE VOZ E DADOS

6.1.1 Introdução

As empresas de médio e grande porte, em geral, distribuem suas operações em mais de uma localidade geográfica, levando assim a necessidade de interligar os seus sistemas de comunicação, com o objetivo de obter maior eficiência e transparência nessas operações.

A crescente oferta de novos serviços de telecomunicações, suportados pela rede de telefonia convencional e denominados serviços de valor adicionado, incentivou os fabricantes de equipamentos a desenvolverem um conjunto completo de elementos de comunicação, levando à criação de uma rede corporativa (ou dedicada), através da qual os grandes usuários podem obter serviços de qualidade e confiabilidade superiores aos fornecidos pela rede pública. Com isto, estes usuários evitam os principais problemas apresentados por estas redes, tais como a baixa qualidade das transmissões, a limitada velocidade de emissão e transporte, o congestionamento do tráfego nas horas de pico e os custos elevados nas transmissões internacionais e interurbanas. (PIRES, J.C.L; PICCININI, 1997).

Além dos serviços de telefonia, as redes corporativas são utilizadas para interconectar terminais de computadores, podendo ser locais, *Local Area Networks* (LAN), ou de longa distância, *Metropolitans Area Networks* (MAN) e *Wide Area Networks* (WAN). As LANs utilizam microcomputadores para organizar o fluxo de informações; enquanto as de longa distância requerem multiplexadores, para assegurar que vários terminais possam usar um mesmo canal de transmissão de dados, e *modems* (modulador-demodulador), para efetuar a codificação e decodificação das mensagens.

Além disso, a existência de uma volumosa quantidade de dados a serem transmitidos paralelamente ao tráfego de voz, levou muitas empresas a organizarem suas informações através de uma rede interna (Intranet), na qual os dados de todos os departamentos da empresa podem ser armazenados e transmitidos *on-line* e disponibilizados a todos os funcionários

através de correio eletrônico. Algumas empresas possuem, ainda, a Extranet, com o objetivo de disponibilizar informações restritas para clientes especiais, acessadas por uma senha.

6.1.2 Sistemas legados de comunicação corporativa

Nas organizações empresariais, os sistemas legados de comunicação corporativa de voz alcançaram um alto grau de confiabilidade, suportando uma gama muito grande de facilidades e funções.

A necessidade de se implementar melhorias nestes sistemas, com o objetivo de integrá-lo a outras redes (dados, por exemplo), demonstra-se como uma alternativa crescente uma vez que preserva o investimento efetuado. (SULKI, A., 2002).

As redes corporativas, em sua grande maioria, são constituídas por equipamentos de comunicação distintos, responsáveis pelo tratamento de informações de voz e de dados.

Os equipamentos de voz, em geral, sistemas PABX (*Private Automatic Branch Exchange*) digitais com controle por programa armazenado (CPA-T) interligam-se com a rede de telefonia pública comutada (RTPC) através de troncos digitais E1.

Quando se trata de comunicação corporativa entre as diversas localidades que constituem uma empresa, estes sistemas podem ser diretamente entroncados entre si através dos mesmos meios digitais fornecidos pelas Operadoras de Telecomunicações.

De forma idêntica, os equipamentos de dados podem ser interligados a outras localidades, constituindo assim uma rede corporativa de longa distância *WAN (Wide Área Network)*. Os sistemas mencionados não necessariamente se comunicam nem compartilham informações utilizando, nesta situação, redes distintas; como mostra a figura 6.1.

A seguir, será apresentada uma análise qualitativa das plataformas PABX TDM utilizadas nos sistemas corporativos, com o objetivo de permitir o entendimento das intervenções necessárias à migração desses sistemas para plataformas convergentes IP, com o correspondente aproveitamento de ativos.

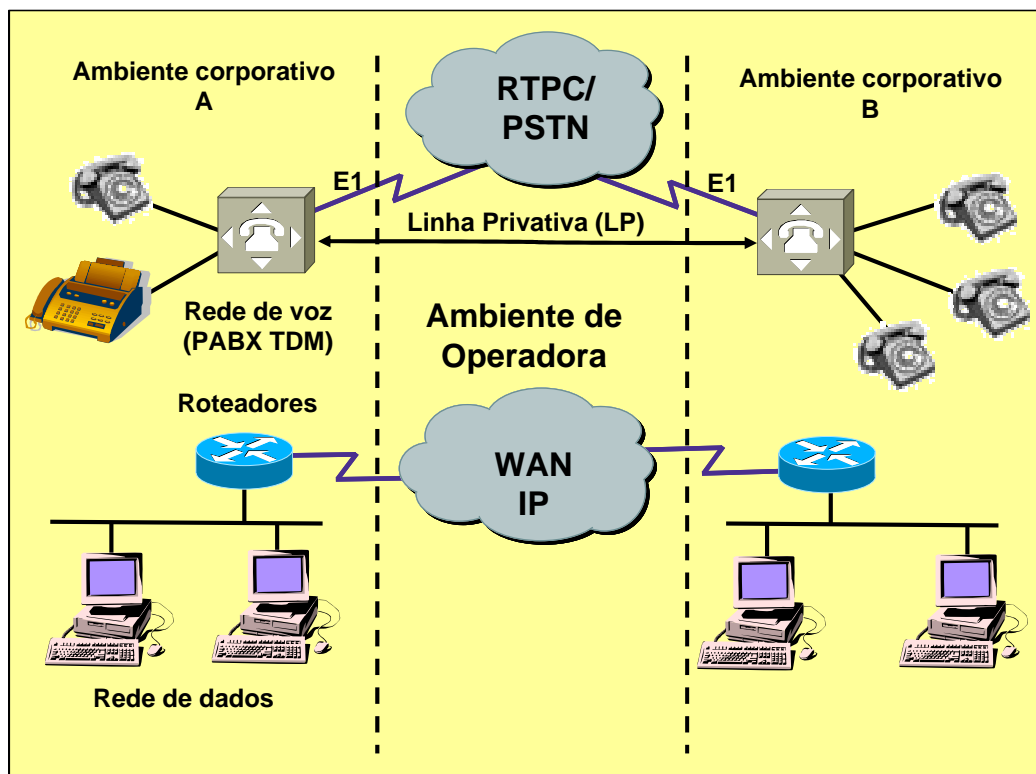


Figura 6.1 – Sistemas legados - Redes de voz e dados distintas

Fonte: Elaborada pelo autor.

6.2 ANÁLISE DE UMA PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO CORPORATIVA TIPO PABX CPA-T (TDM)

O anexo à resolução ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) no. 390, de 14 de dezembro 2004 do regulamento para certificação e homologação de centrais privadas de comutação telefônica (CPCT), instituiu em seu capítulo II das definições, artigo 4, alínea VII - Central Privada Comutação Temporal CPA-T como sendo a “CPCT com processamento por programa armazenado e comutação digital dos canais”.

Os sistemas *PABX (Private Automatic Branch Exchange)* digitais baseados na tecnologia com controle por programa armazenado (CPA-T) constituem parte vital de um sistema de comunicação utilizado nas redes corporativas empresariais.

O diagrama de blocos da figura 6.2 mostra, de maneira simplificada, a arquitetura de um sistema PABX TDM baseado na técnica CPA-T. Por se tratar de um equipamento digital e, como complemento ao apresentado no item 3.2 do capítulo 3 desta dissertação, para efeito de análise pode-se dividi-lo em três partes distintas: o comando, o estágio de comutação e a periferia.

Como mencionado neste item, o comando ou controle reúne as funções de controle e supervisão do equipamento como um todo, gerenciando de forma integral o desenvolvimento das chamadas desde o seu início até a sua conclusão. É composto pela unidade central de processamento (*CPU*) responsável pela inteligência do sistema; dispositivos de memória para armazenamento do *software* do sistema. Este é constituído pelo sistema operacional e pelo *software* telefônico. O sistema operacional disciplina as tarefas internas do processador central do comando, o acesso às memórias e outras atividades básicas de operação. O *software* telefônico está ligado às tarefas exclusivamente telefônicas. Este compreende o *software* funcional sob forma de programas para executar as funções de sinalização tais como tom de linha, tom de ocupado, supervisão das chamadas, etc.. Ao lado do *software* funcional temos os dados de configuração (*software* de configuração). Estes se dividem em dois grupos: os dados de instalação que definem as posições (endereços) do *hardware*, cabeamento entre unidades, *layout* do equipamento, etc., e os dados de operação. Estes últimos compreendem dados de assinantes, dados para encaminhamento, dados de tarifação, plano de numeração, etc.. Os dados de configuração correspondem aos dados semipermanentes que permanecem imutáveis durante meses ou dias e somente são alterados quando se amplia ou se reconfigura a central (dados estáveis durante longos períodos), ou quando se ativam ou se mudam assinantes ou seus atributos. Os dados semipermanentes são alterados por comando dos periféricos. Há também os denominados dados temporários fruto de processamento tais como caminhos disponíveis, resultados de análises de algoritmos, estados de dispositivos, tarifação, etc. Estes se alteram continuamente e espelham a situação momentânea da central. (FERRARI, A.M., 2004)

Os dados semipermanentes podem ser armazenados em memórias tipo *EPROM*, ou similares. Os dados temporários se utilizam de memórias de escrita e leitura (*RAM*) em geral com tecnologia *CMOS*.

Os dispositivos de entrada e saída (*I/O*) possibilitam o interfaceamento com um terminal de serviço para comunicação homem/máquina para as funções de programação e manutenção do sistema.

O estágio de comutação é o responsável pelo fornecimento das vias de conexões temporárias (enlaces). Por último temos a periferia da central, em geral constituída por módulos (cartões de circuito impresso) que permitem a conexão dos terminais do equipamento, além de vias de interligação a outros sistemas.

O sistema se entronca com a rede de telefonia pública comutada (RTPC) através de módulos de troncos analógicos ou digitais (E1). Os módulos de ramal permitem a conexão de aparelhos telefônicos convencionais (analógicos) ou digitais, além do terminal de telefonista.

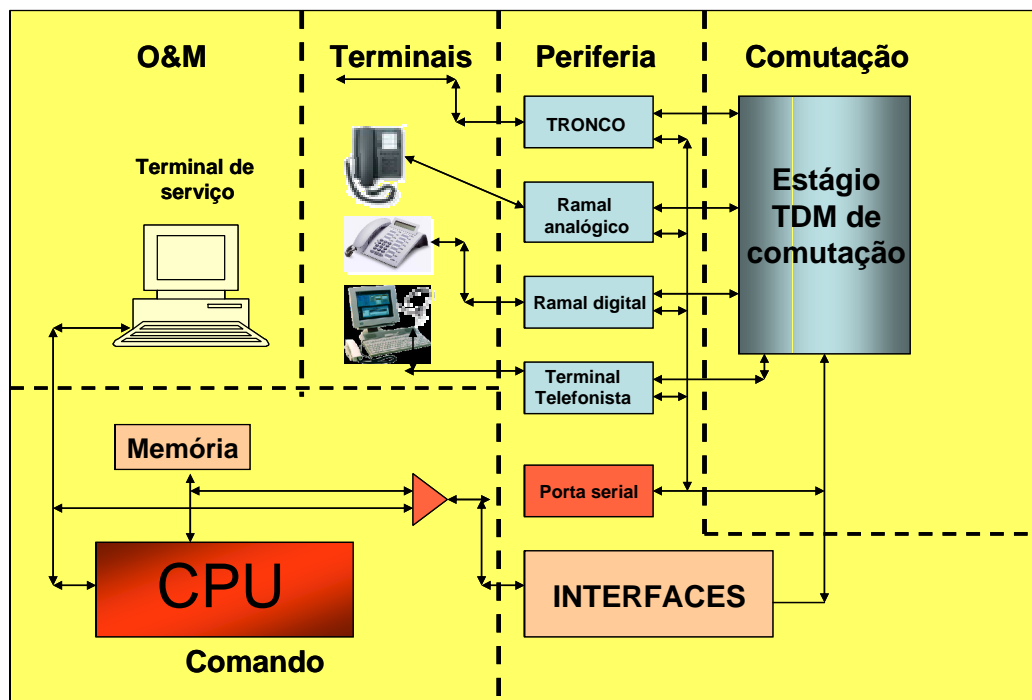


Figura 6.2 - Equipamento PABX CPA-T - Diagrama de blocos

Fonte: Elaborada pelo autor

6.3 DESCRIÇÃO/ MODELAGEM DE UM SISTEMA PABX TDM CPA-T

Como parte da proposta desta pesquisa, a seguir será apresentado um elenco de recomendações relativos aos requisitos mínimos desejáveis de um sistema PABX TDM CPA-T, com o objetivo de permitir uma análise qualitativa do mesmo.

6.3.1 Recomendações para os requisitos técnicos do sistema

Recomenda-se que o equipamento possua estrutura de configuração modular permitindo a ampliação através da simples adição de módulos, bastidores e cartões. Este poderá utilizar a tecnologia de “*Slot*” universais, permitindo que módulos de tronco e ramais possam ser instalados em qualquer posição física (“*Slot*”) no bastidor sem danos aos mesmos.

Com o objetivo de aumentar a disponibilidade e confiabilidade, recomenda-se que o sistema apresente redundância para os órgãos de controle (*CPU*), memórias e fonte de

alimentação para o caso de falha de uma delas. Caso a *CPU* seja descentralizada, esta deverá garantir, pelo menos, 50% da capacidade da operação da central.

Por serem uma tecnologia madura e estável, os sistemas *TDM* digitais (*Time Division Multiplex*) baseados na comutação por circuitos apresentam em geral um padrão de disponibilidade conhecido como “59” (*five-nine*), que relaciona o tempo médio entre falhas (*MTBF*) e o tempo médio de reparo dos módulos (*MTTR*) que constituem o equipamento. Tal padrão está associado à capacidade de operação ininterrupta sem falhas, ou com um nível de falhas aceitáveis para uma determinada confiabilidade.

Para um alto desempenho, estes sistemas necessitam ser dimensionados para assegurar alta disponibilidade para os sinais de voz. e capacidade de tráfego. O padrão “*five nine*” (59) assegura uma disponibilidade de 99,999% o que corresponderia a uma interrupção de cerca de 5,3 minutos/ano, garantindo assim um sistema de altíssima disponibilidade, motivo pelo qual é utilizado na comunicação corporativa. Este padrão é obtido pelo quociente $MTBF/(MTBF+MTTR) \times 100$. (SOARES, L.C; FREIRE, A. V., 2002) (CISCO w.p. , 2004)

Estes sistemas devem possibilitar a interligação com a rede pública através de troncos digitais padrão E1 ou analógicos, permitindo adicionalmente o entroncamento com outros sistemas digitais.

O equipamento objeto desta recomendação conecta-se à rede pública analógica ou digital através de troncos com seleção decádica (pulsos de corrente contínua associados a cada dígito) ou multifrequencial (tom correspondendo a pares de frequências associadas a cada dígito). Esses troncos podem operar de forma bidirecional (entrada e saída) ou unidirecional permitindo ainda a Discagem Direta a Ramal (DDR), quando requerida.

Adicionalmente recomenda-se que o sistema possibilite ainda a conexão à Rede Digital de Serviços Integrados RDSI.

O sistema deve permitir a interligação analógica com outros sistemas, realizada através de juntores com sinalização do tipo *LOOP* ou *E+M*. A interligação digital com outros sistemas pode ser feita através de linhas de junção digitais e/ou protocolo aberto que permita a transparência das facilidades do sistema.

Nestes sistemas deve ser possível a conexão de qualquer tipo de aparelho telefônico com disco seletor e/ou teclado, para seleção decádica e/ou DTMF (*Dual Tone Multifrequential*). Podem também ser conectados telefones KS (*Key-System*) digitais com teclas de programação de facilidades do sistema, configuráveis por software.

O estágio de comutação opera normalmente com comando simples, sendo possível, dependendo da capacidade, duplicar suas unidades operacionais para trabalhar em regime de

reserva ativa. Nesta situação, denominada de *HOT-STANDBY*, o comando do sistema é duplicado e opera de forma redundante, ou seja, ambos atuam simultaneamente em paralelo na supervisão do equipamento. Por outro lado, por questões de filosofia de projeto, é possível adotar a reserva passiva denominada de *WARM-STANDBY* na qual esses comandos não atuam de forma simultânea. Neste caso, o comando reserva assume as funções de gerenciamento do equipamento em caso de falha do comando principal.

Recomenda-se que o sistema apresente dispositivo de armazenamento de dados com *back-up* em disco rígido, contendo processadores e memórias que carregam automaticamente o sistema operacional em caso de queda da central (reinicialização).

A integração entre plataformas distintas deve possibilitar a operação como um todo, de forma a funcionar como um único sistema (rede corporativa), podendo ser interligado via rede pública entre várias localidades, mediante alocação de banda conveniente.

6.4 CONVERGÊNCIA DAS REDES DE VOZ E DADOS

6.4.1 Telefonia IP

O tráfego de voz sobre uma rede de dados puramente *IP* é convencionalmente denominado de telefonia *IP* (*Internet Protocol*). O serviço telefônico convencional, o *Plain Old Telephone Service* – POTS, está dando lugar à modernização, integração de serviços e a convergência entre dois tipos fundamentalmente diferentes de tecnologia: voz e dados. O *Internet Protocol* é atualmente o destaque dos protocolos sobre o qual, virtualmente, todas as aplicações procuram se tornar parte integrante da nova rede convergente. (JESZENSKY, P.J.E. 2004).

O protocolo Internet (*TCP/IP*) fornece as bases para uma integração entre redes, possibilitando o oferecimento de uma vasta gama de serviços aos usuários na qual a voz é parte integrante de um agregado de soluções suportadas por esta tecnologia, como mostra a figura 6.3

Esta tecnologia vem se firmando como a que mais faz convergência devido às novas funções trazidas das redes de dados para a rede de telefonia.

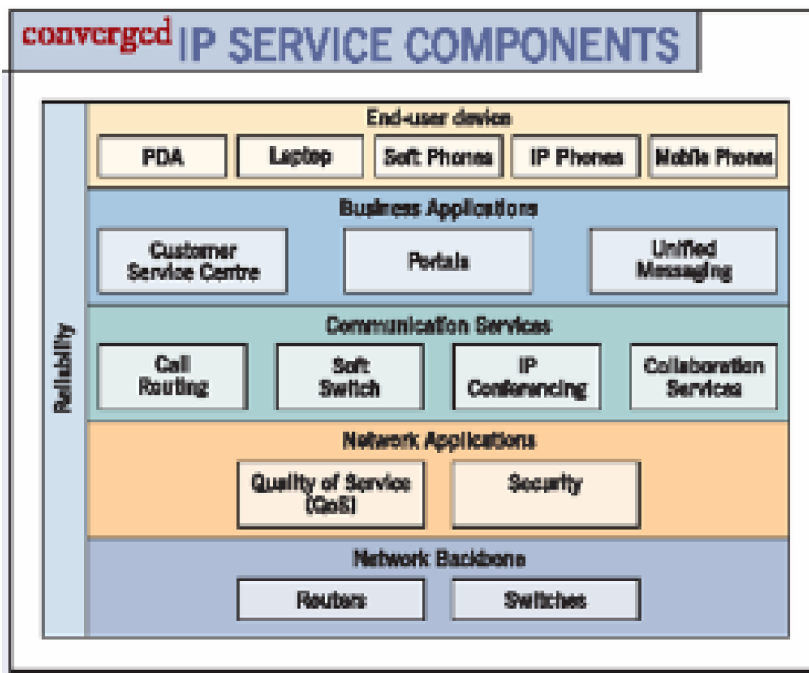


Figura 6.3 – Aplicações do protocolo IP na convergência de redes de comunicações
 Fonte: Compendium IP-Convergence IDG (2003)

Nos ambientes corporativos que disponham de infra-estrutura de voz e dados distintas é possível, mediante a integração desses sistemas, se utilizar da rede de dados para o tráfego de voz denominado nesta situação de *VoIP (Voice Over Internet Protocol)*, ou voz sobre o protocolo *IP*.

Esta tecnologia, baseada em padrões abertos de comunicação, possibilita a convergência das redes acima mencionadas. A evolução dos sistemas, bem como o desenvolvimento de *SOFTWARES* específicos para aplicações *VoIP*, possibilita, dentre outras facilidades, o tráfego de sinais de voz através da *INTERNET*.

A adoção da telefonia *IP* nas organizações ocorre, na grande maioria dos casos, devido à potencial redução com os custos de telecomunicações, tendo em vista a otimização do uso de uma mesma rede para a convergência de serviços voz, dados, e imagens.

A evolução dos sistemas *PABX*, inicialmente eletromecânicos, onde o elenco de facilidades operacionais e principalmente integração com outros sistemas era extremamente limitada para os sistemas com controle por programa armazenado digitais (*CPA-T*), permitiu uma abrangência e integração maior com outros sistemas.

Estes *PABX CPA-T* estão presentes nas empresas desde o início dos anos 80, introduzindo com a técnica digital um agregado de facilidades até então não disponíveis nos sistemas eletromecânicos. Apesar das redes de dados presentes nas organizações, a sua

operação era de forma isolada, não integrada as essas redes. O advento da tecnologia IP com a conseqüente convergência das redes levou a maioria dos fabricantes a desenvolver e introduzir nos seus sistemas um conceito de migração de plataformas para essa tecnologia, produzindo assim uma mudança em sua arquitetura rumo ao denominado “PABX HÍBRIDO”.

As redes convergentes reúnem diversos aspectos tais como

- Convergência de *payload* - Transporte de diferentes tipos de informação, utilizando-se do mesmo formato, como, por exemplo, transportar dados e voz no mesmo formato de pacote;
- Convergência de protocolo - É a mudança do uso de multiprotocolos para um único protocolo, neste caso, IP;
- Convergência física - Ocorre quando as informações trafegam pelos mesmos equipamentos da rede física. Mecanismos de priorização e reserva de recurso podem ser utilizados para prover a qualidade necessária às aplicações;
- Convergência de dispositivo - Descreve a tendência dos dispositivos de rede em suportar diferentes tecnologias. Desta forma, um *switch* pode suportar transmissão de pacotes *Ethernet*, roteamento IP, e comutação ATM;
- Convergência de Aplicação - Trata o surgimento de aplicações que integram funcionalidades que antes trabalhavam separadamente. Por exemplo, *browsers* permitem incorporação de *plug-ins* habilitando páginas *Web* no transporte de áudio, vídeo, gráficos de alta resolução e inclusive voz;
- Convergência de arquiteturas - Trata o movimento em direção às arquiteturas comuns de rede para satisfazer requisitos tanto de redes locais como de redes de longa distância;
- Convergência organizacional - Centralização de recursos de rede, telecomunicações e serviços sob uma mesma autoridade, provendo uma estrutura de gerenciamento única.

É importante destacar que quando a convergência ocorre em nível físico , de dispositivo ou de arquitetura, sua prática está intimamente ligada à economia de recursos financeiros, enquanto que a convergência de aplicação (*Unified Messaging, Web Call Centers, CTI*) representa o poder de geração de recursos financeiros. Logicamente, a convergência de aplicação se beneficia da convergência baseada na infra-estrutura da rede.(SOARES, L.C; FREIRE, A. V., 2002).

Com vistas à otimização dos sistemas legados, em se tratando de convergência esta pode ser caracterizada complementarmente dentre os aspectos anteriores, por tratar de

convergência de redes, ligada à utilização de uma mesma infra-estrutura de rede, como mencionado, convergência de terminais, possibilitando ao usuário uma gama de terminais adequados ao perfil de cada usuário, até então restritos aos aparelhos telefônicos com funções convencionais, além da convergência de aplicações tais como correio de voz, email, roteamento inteligente de chamadas de acordo com o perfil de um agente de um sistema de atendimento a clientes etc..

A convergência IP conduz a uma transformação de redes e sistemas até então independentes rumo a uma infra-estrutura integrada e interdependente. (YOUNGBERG, S. – 2002). A figura 6.4 expressa essa evolução.

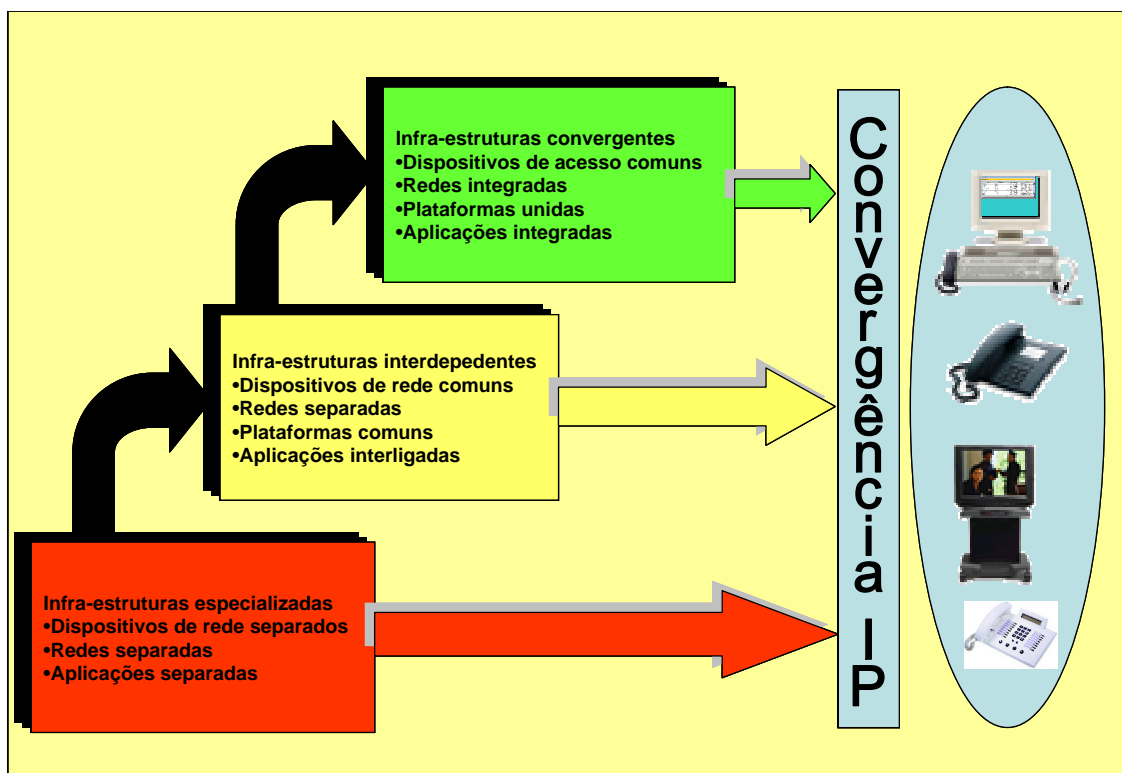


Figura 6.4 – Evolução para a convergência IP

Fonte: YOUNGBERG, S. (2000) adaptada pelo autor

6.4.2 Elementos do processo de migração TDM para uma plataforma convergente IP

Conceituamos aqui o termo “plataforma” como sendo a estrutura de comunicação que compõe o equipamento TDM habilitado para operar de forma integrada com a rede *LAN IP*, ao qual denominaremos de “PABX HÍBRIDO”. Algumas literaturas denominam esta solução de migração de “*IP enabled*” .(MATTES, A., EMMERSON, B. – 2003).

A seguir serão apresentadas as características de cada elemento que constitui essa solução.

6.4.2.1 Pabx Híbrido

A figura 6.5 indica um diagrama de blocos genérico de um PABX HÍBRIDO, onde são indicados os diversos elementos que o constituem. Os módulos comando, estágio de comutação e periferia já discutidos no item 6.2 operam, nesta arquitetura, de forma integrada ao denominado elemento de comunicação “*gateway IP*”

O *gateway* provê a interoperabilidade entre as redes de dados que operam com comutação por pacotes e o estágio TDM de voz que opera com comutação por circuitos, conceitos estes discutidos no capítulo 2. Em outras palavras, o *gateway* atua como uma interface entre o mundo IP e o mundo TDM. Esta interface é capaz de traduzir os protocolos de sinalização e o canal de voz para a rede IP e vice-versa, permitindo a interconexão de aparelhos telefônicos analógicos ou digitais existentes.

Por se tratar de uma interface, o “*gateway IP*” pode ser um elemento externo à plataforma de comunicação ou interno a ela, através de um módulo ou cartão inserido no corpo desta. Quando um *gateway IP* (origem) recebe a solicitação de uma chamada, este recebe o número telefônico selecionado e converte-o em um endereço IP, que identifica o destino da ligação. A conversão do endereço é baseada em uma tabela que contém o plano de numeração utilizado. A função de conexão é executada quando o *gateway IP* da origem estabelece uma conexão com o *gateway IP* de destino, efetuando a troca de informações de estabelecimento da ligação executando operações de negociação (*handshake*) . O *gateway IP* também efetua a digitalização do sinal telefônico analógico. Dependendo do fabricante e da tecnologia utilizada, as funcionalidades e recursos dos *gateways IP* são um pouco diferenciadas. Como elemento de rede, baseado em um padrão de mercado, um *gateway IP* poderia apresentar em sua configuração interfaces analógicas, para dar suporte a sinalizações E&M, FXS, FXO, e digitais tipo E1 ou T1. Também poderia possuir interface de rede padrão *Ethernet*, além de dar suporte às funções de PABX . Os gateways IP de última geração já

apresentam em sua constituição (*Hardware*) dispositivos *CODEC* (Codificador /Decodificador) e *DSP* (*Digital Signal Processor* – processador digital de sinais) integrados , fornecendo suporte aos algoritmos de compressão, supressão de silêncio, regeneração de som ambiente, cancelamento de eco e comutação de voz. Existem também soluções totalmente baseadas em *software*, o qual pode ser instalado em um microcomputador qualquer da rede. Neste caso, esta solução é projetada para trabalhar com placas específicas para serviços de telefonia em computadores com recursos especiais de *DSP*.

Um *gatekeeper* pode ser implementado num *PC*, enquanto *gateways* são freqüentemente baseados em plataformas de hardware proprietárias.

O *gatekeeper* pode operar em conjunto com o *gateway* auxiliando-o nas funções de processamento e controle da rede . Identicamente ao *gateway*, este elemento de comunicação pode estar inserido na estrutura principal do equipamento ou estar em um ponto externo da rede *LAN IP*. O *gatekeeper* contém as tabelas de roteamento do sistema fornecendo o endereço IP para os dispositivos da rede. Isto pode ser, por exemplo, a tradução entre sistemas de numeração internos e externos. Outra função importante dos *gatekeepers* é fornecer controle de admissão, especificando quais dispositivos podem chamar quais números.

Entre as funções de controle opcionalmente o *gatekeeper* , através de um protocolo simples de gerenciamento de rede denominado de *SNMP* (*Simple Network Management Protocol*), fornece serviços de gerenciamento de largura de banda e serviços de diretórios. Um *gatekeeper* pode participar de vários modelos de sinalização. Os modelos de sinalização determinam quais mensagens de sinalização passam através dele, e quais podem passar diretamente entre entidades como terminais e *gateways*.

A utilização desta tecnologia naturalmente leva a uma redefinição na arquitetura da rede de um sistema legado de voz e dados. Nesta situação, muitos dos componentes passam a ser distribuídos ao longo da rede IP para transmitir informações de voz e controle da ligação. É o que mostra a figura 6.6.

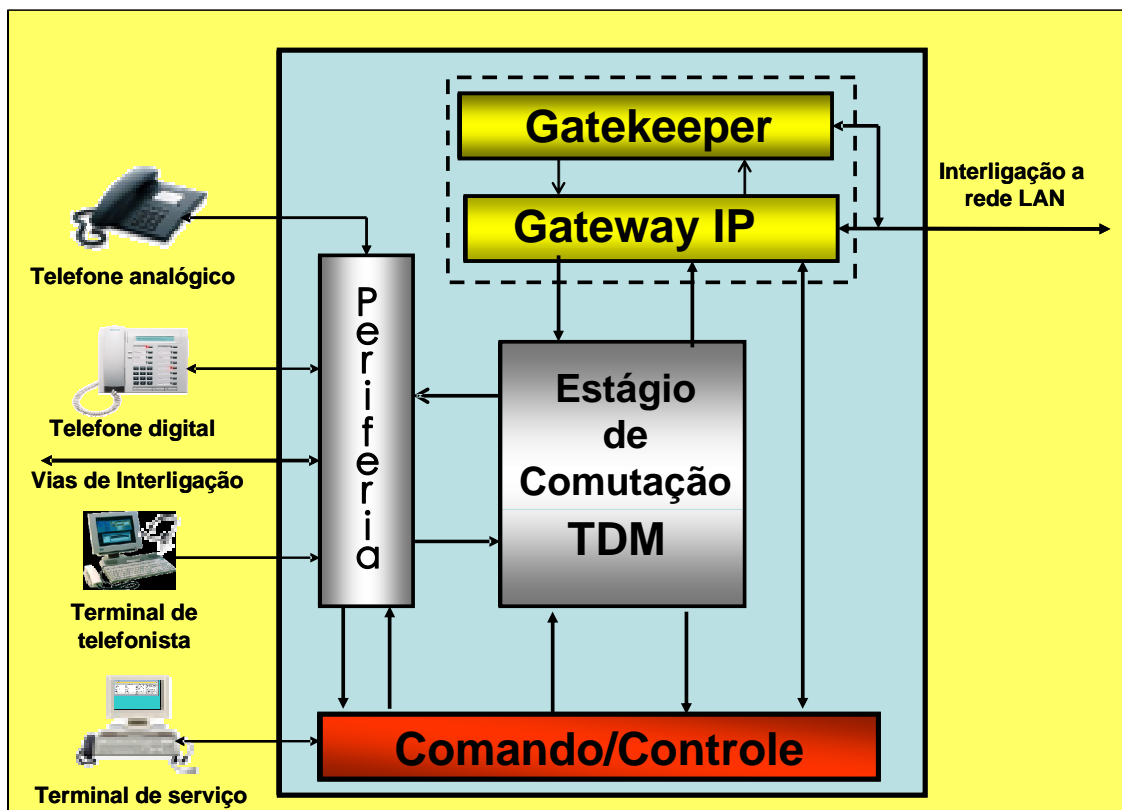


Figura 6.5 –PABX HÍBRIDO

Fonte: Elaborada pelo autor

6.4.2.2 Rede LAN

A figura 6.6 mostra que o acesso dos terminais *TDM* via rede *LAN* ao sistema é efetuado através dos denominados “*Access Point*”, ao qual dispositivos de comunicação chamados de “*workpoint*”, tais como telefones analógicos, digitais, sem fio (*cordless*) etc., podem ser conectados. O *Access point* atua como interface lógica entre os *workpoints* e a plataforma de comunicação, operando na rede como uma extensão da periferia do sistema através da rede IP. Assim, o usuário pode se conectar em qualquer ponto da rede independentemente de sua localização.

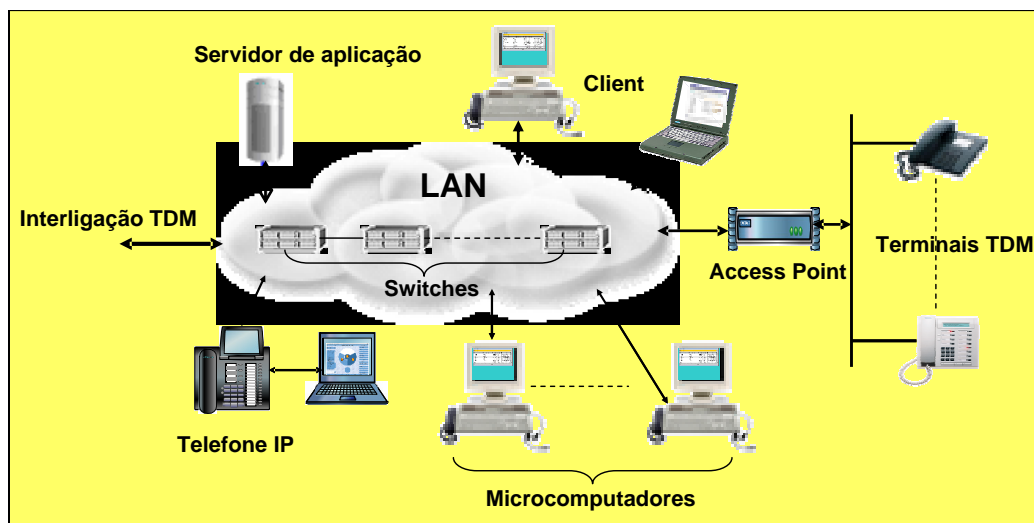


Figura 6.6 – Rede LAN
 Fonte: Elaborada pelo autor

O servidor de aplicação atua como um controlador de processo e executa uma aplicação num sistema operacional padrão (*Microsoft, Unix ou Linux*). Os dispositivos de comunicação podem ser constituídos por telefones *IP*, que se conectam diretamente à rede *IP* não necessitando de cartões de interfaces dedicadas dos módulos, além dos denominados “*softphones*” (PC com kit multimídia e software de comunicação) constituindo um “*client*” da rede com acesso a todos os recursos de comunicação desta. Estes equipamentos necessitam de um endereço *IP* e podem ser atualizados remotamente (*download de firmware*) através de um servidor com novas funcionalidades. Diferentemente do sistema PABX tradicional, dois telefones *IPs* podem se comunicar diretamente, sem utilizar recursos do servidor.

6.4.3 Aspectos primordiais de uma rede convergente

6.4.3.1 Confiabilidade do sistema

Como mencionado no item 6.3.1, os sistemas PABX tradicionais apresentam uma alta disponibilidade para os sinais de voz e confiabilidade. A rede *IP* é constituída por equipamentos de dados tais como *switches* e roteadores, responsáveis pelo roteamento das informações que trafegam sobre ela. A questão é como assegurar uma alta confiabilidade em toda a rede *IP*. Numa falha de um equipamento qualquer (*switch* ou roteador), todos os usuários daquele segmento ficariam sem comunicação. Os *gateways* e telefones *IPs* podem ser

configurados para se registrarem em vários servidores. Se o equipamento principal falhar, automaticamente, os *gateways* e telefones IPs se registrariam no equipamento *backup*. (SATO, A.M – 2004)

A rede IP deve ser projetada para possuir uma alta confiabilidade, com múltiplos caminhos para cada dispositivo. Entretanto, num ambiente real, normalmente existe apenas um único caminho entre o PABX HÍBRIDO e o *gateway*. Se este caminho apresentar alguma falha ou até mesmo deixar de operar, a menos que haja contingência na rede, a área coberta por este *gateway* não terá mais serviço. Este problema pode ser resolvido colocando-se inteligência nesses *gateways*, fazendo com que todos os telefones daquela área continuem funcionando, mesmo que o link principal venha a cair.

No caso específico de redes convergentes, as aplicações de voz possuem requisitos próprios de desempenho baseados em determinados níveis de serviços; um destes requisitos é a largura de banda ou a capacidade de transporte de dados de um circuito ou uma rede, medida em bits por segundo (bps).

A aplicação de voz é muito diferente das aplicações de dados e não pode esperar, pois é interativa e em tempo real. Se não houver largura de banda disponível para a sua execução, todos os outros fatores de qualidade da voz estarão comprometidos; fatores tais como atraso e eco serão intensificados como veremos a diante. (SOARES, L.C. , FREIRE, A. V. 2002)

Como a tecnologia *VoIP* permite que a voz trafegue pela rede de dados, torna-se determinante, para que isso seja possível, que a rede apresente características mínimas e essenciais para suportar este tráfego, como parâmetros de *QoS (Quality of Service)* e requisitos dos equipamentos de rede; itens que serão abordados posteriormente. Trata-se do uso de técnicas de enfileiramento para garantir que o tráfego sensível ao tempo e aplicações com prioridade cheguem ao seu destino, para o usuário devido, no tempo e ordem corretos.

O parâmetro QoS estabelece um conjunto de *features* ou protocolos cuja premissa básica é dotar o segmento da rede, por onde passará o tráfego multimídia, de características que permitam essa priorização e o sincronismo necessários de ponta-a-ponta. O uso de QoS oferece os mecanismos que podem ser usados para reservar largura de banda e evitar tempos de atraso. A base para estes mecanismos é a marcação (priorização) dos pacotes de dados. Estas marcas podem ser usadas no frame *Ethernet* (definido pelo IEEE 802.1p) e no campo *ToS (type of service)* no cabeçalho IP. O uso destes mecanismos é recomendado para assegurar a operação apropriada de VoIP.

A qualidade da voz é influenciada pelo atraso, pela codificação (que causa atrasos), pelo eco e pela perda de pacotes, a seguir abordados.

6.4.3.2 Qualidade da voz

Normalmente utilizam-se técnicas para garantir o QoS em toda a rede IP, como a utilização de uma *VLAN (virtual LAN)* exclusiva para a voz. Trata-se de um grupo de dispositivos em uma ou mais LANs que estão configurados de tal modo que possam se comunicar como se estivessem conectados ao mesmo fio, quando na realidade estão localizados em vários segmentos de LANs diferentes.(SOARES, L.C., FREIRE, V.A.- 2002). Complementarmente, visando assegurar o correto funcionamento da rede, a utilização de QoS nos roteadores, como veremos adiante, assim como um aumento de banda dos links para garantir o tráfego de voz são determinantes.

Baseado no acima exposto, conclui-se que a voz consome muito mais tráfego do que uma comunicação de dados (como e-mail, navegação na Internet, etc.). Outro detalhe importante é que a tecnologia *VoIP* não efetua retransmissão, ou seja, a perda de algum pacote de dados causará uma degradação na qualidade da voz, prejudicando a inteligibilidade, parâmetro básico nas comunicações da voz.

Os seguintes parâmetros de qualidade de serviço (*QoS*) devem ser assegurados como atributos de uma rede *IP* para garantir uma boa qualidade da voz, gerenciados em todo o percurso da rede:

6.4.3.3 Parâmetros de *QoS*

Os principais parâmetros de QoS a seguir indicados devem ser respeitados fim-a-fim, ou seja, ao longo de toda a rede entre os dois pontos de conversação.

6.4.3.3.1 *Delay (Atraso) - Latência*

A transmissão de pacotes de voz e dados não ocorre de forma instantânea, sendo o termo *LATÊNCIA* usado para descrever o tempo requerido para que esses pacotes possam chegar ao seu destino final, passando pelo processo de codificação e empacotamento, além de mecanismos de controle do Jitter e da decodificação do sinal até a recepção. A Latência também é denominada de latência fim-a-fim ou ainda latência da boca (transmissão da informação) para o ouvido (recepção da informação) e produz “espaços em branco” na conversação, que no pior dos casos pode causar erros de compreensão na conversação. (INTEL, W.P – 2003).

A latência se caracteriza pelo tempo que um pacote (datagrama) leva para percorrer toda a rede entre dois pontos de conversação; e é uma das maiores contribuintes para a redução da qualidade da voz em redes de pacotes IP causando a incidência de atrasos (*Delay*) e de variação desses atrasos (*Jitter*). Abaixo são indicados alguns tipos de *delay*, comumente presentes nas redes.

Delay de Propagação: Tempo que o datagrama trafega na rede de ponta-a-ponta, de *workpoint-a-workpoint*.

Delay de Empacotamento: Tempo que o *Codec* digitaliza um sinal analógico e constrói um quadro, invertendo este processo na outra ponta. O G.729 tem um *delay* de empacotamento maior que o G.711, pois comprime e descomprime mais o sinal.

Delay de Transporte: tempo (atraso) basicamente relacionado à topologia e configuração da rede.

Redes com muitos *firewalls*, *routers*, congestionamento e ativos de latência alta apresentam mais *delay*. Quando o atraso atinge 250 ms, por exemplo, obtém-se aquela sensação desconfortável de demora na recepção de voz, como ocorre em ligações feitas utilizando-se satélites de comunicação. O padrão *ITU-T* para *VoIP* (G.114) especifica que o *delay* (atraso) recomendável para uma comunicação de boa qualidade é inferior a 150ms (milissegundos), tolerável até 250ms. Este é o tempo máximo que o pacote IP deve demorar a alcançar seu destino (incluindo tempo dos *codecs*, *jitter* e propagação na rede). Além disso, é recomendável que o número de HOPs (trechos entre roteadores ou pontos intermediários de rede) não seja maior do que 15. A implementação de técnicas de priorização de tráfego auxiliam na redução do *delay*. Nesta técnica o roteador IP é programado para, ao identificar um pacote de voz ou de *FAX*, colocá-lo à frente dos pacotes de dados na fila de transmissão.

6.4.3.3.2 *Jitter*

Também conhecido como variação do *delay* (atraso), indica as diferenças do tempo de chegada de datagramas de voz durante uma chamada de voz sobre IP. Dependendo dos buffers adaptativos de compensação de jitter, utilizados em aplicações VoIP, variações de 20 a 50 ms podem ser compensadas. O *Jitter* pode ser configurado através dos *gateways*, tendo um valor ideal inferior a 30ms. Se o *Jitter* for muito alto, maior que 100 ms, podem ocorrer perdas de pacotes ou atraso excessivo de voz.

6.4.3.3.3 Perda de Pacotes

A perda de pacotes torna a conexão “picotada” e com falhas. Alguns algoritmos de codificação podem corrigir até 30 ms de pacotes de voz perdidos. Atrasos começam a causar degradação na qualidade de voz somente quando superiores a 200 ms. Para que a voz tenha boa qualidade, a rede de dados deve possuir *Delay* e *Jitter* adequados. Recomenda-se que a perda de pacotes não ultrapasse 1%, sendo tolerável um valor de até 3%. Com perdas acima deste valor podem ocorrer problemas na qualidade de voz como, por exemplo, o eco. O fenômeno de eco é comum em todas as implementações de telefonia. Ele é consequência do circuito híbrido de voz responsável pela conversão de dois fios para quatro fios nas interfaces de sistemas PABX, ou de estações locais. Caso essa conversão não seja bem executada, parte da energia da voz é refletida de volta ao ouvinte. Circuitos de cancelamento de eco estão sendo implementados por alguns fabricantes de *gateway IP* com o objetivo de minimizar o efeito mencionado, melhorando assim a qualidade na percepção da voz.

Os valores mencionados são orientativos. A tabela 6.1 abaixo apresenta em detalhes uma recomendação para a relação entre *Delay* e Perda de Pacotes.

Tabela 6.1 – Relação *Delay* x perda de pacotes

Delay (ms)	Perda de pacotes (%)						
	<1	1	1,5	2	2,5	3	>3
50	Ótimo	Ótimo	Bom	Bom	Bom	Regular	Ruim
100	Ótimo	Ótimo	Bom	Bom	Bom	Regular	Ruim
150	Ótimo	Ótimo	Bom	Bom	Bom	Regular	Ruim
200	Ótimo	Bom	Bom	Regular	Regular	Regular	Ruim
250	Bom	Regular	Regular	Regular	Ruim	Ruim	Ruim
300	Regular	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
350	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
400	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim

Fonte: Elaborada pelo autor

6.4.3.3.4 Largura de Banda

A voz necessita de uma largura de banda fixa por canal de comunicação. A banda necessária para cada canal de voz varia principalmente de acordo com o *codec* (codificador/decodificador) utilizado, tempo de amostragem e tipo do *link* de dados. Fatores adicionais como supressão de silêncio *VAD* (*Voice Activity Detection*) e compressão do *RTP* (*Real Time Protocol* – protocolo *IETF* que fornece funções de transporte de rede de uma

extremidade à outra para aplicativos que transmitem dados em tempo real) nos roteadores (*cRTP*) ajudam a reduzir a largura de banda necessária por canal.

Por exemplo, utilizando o *codec* G.723.1, com tempo de amostragem de 30ms em um *link Frame Relay*, a largura de banda necessária é em torno de 18 Kbps. Caso o *cRTP* seja habilitado, a banda pode ser reduzida para 12 Kbps por canal.

Com *codec* G.711, a banda necessária varia de 70,2 a 82,7 Kbps. Para *codec* G.729a, a banda necessária pode variar de 17,3 a 36 Kbps. O consumo de banda mencionado considera operação *Full Duplex* (processo de transmissão bidirecional simultânea); caso esteja operando em *Half Duplex* (processo de transmissão bidirecional não simultânea) o consumo de banda dobra.

Portanto, a largura de banda necessária por canal irá variar de acordo com cada projeto, conforme definições de *codec*, tempo de amostragem, tipo do *link*, *VAD*, *cRTP* etc.

É imprescindível que tanto o software quanto o hardware dos equipamentos de rede envolvidos no tráfego de *VoIP* suportem as recomendações anteriores. Além disso, todos os segmentos de rede envolvidos também devem estar configurados como *full duplex* (comunicação bidirecional simultânea).

A rede deve fornecer uma largura de banda adequada para transmitir o número de canais de voz previstos no projeto. A falta de largura de banda provocará cortes na transmissão de voz e conseqüentemente redução na qualidade da voz. Quanto mais banda de rede puder ser economizada, mais banda sobrar para ser usada por outras aplicações, tanto de voz quanto de dados. Em um sistema ideal, uma conexão fim-a-fim para tráfego de voz deve possuir somente um ponto de compressão (na origem do sinal) e um ponto de descompressão (no destino).

A correta execução de um projeto para a implementação de *VoIP* exige uma análise prévia das condições básicas da infra-estrutura de comunicação disponível (LAN e WAN), com o objetivo de assegurar o atendimento aos requisitos mínimos especificados nas normas aplicáveis. A não observância destes parâmetros leva a uma perda de qualidade na comunicação. Esta perda é mensurada através de um indicador denominado *MOS (Mean Opinion Score)* (ITU-TP.800) que reflete a percepção do usuário final na qualidade da voz trafegando sobre a rede, sinteticamente abaixo indicada. Trata-se de um processo subjetivo de medição, onde os avaliadores utilizam-se de um equipamento semelhante ao mostrado na figura 6.7.

Tabela 6.2 – Avaliação MOS

Qualidade da conversação	pontuação MOS
Excelente	5
Boa	4
Regular/suficiente	3
Pobre	2
Ruim/inaceitável	1

Fonte: Elaborada pelo autor adaptada de ITU-TP.800

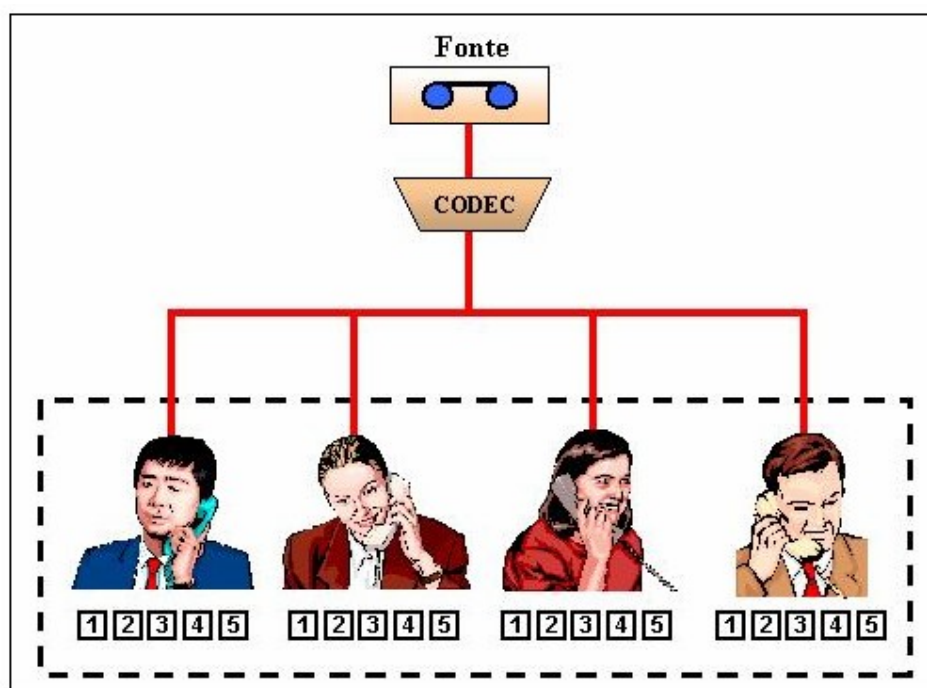


Figura 6.7 – Processo de MOS de avaliação

Fonte: FERNANDES, N.L.L., 2002. Adaptada pelo autor.

O método é baseado no processo ACR (*Absolute Category Rating*) para determinação da aceitabilidade ou da qualidade de sistemas de comunicação por voz. Pelos procedimentos do ACR, um grupo de pelo menos 30 (trinta) “avaliadores” ou juízes deve classificar a qualidade geral de exemplos ou amostras de fala, processados por CODECs/DSPs, para propósitos de comunicação de voz. Basicamente, MOS é uma estratégia de pesquisa de opinião que se baseia no julgamento de ouvintes sobre a qualidade de amostras de voz, através de uma escala de notas (1 – ruim/inaceitável a 5 – excelente). Várias amostras de cada sistema ou produto são providas para que assim se possa obter dados suficientes para formular a média de classificação. OS testes de opinião dos ouvintes fazem usos de sentenças faladas,

formuladas com alta qualidade balanceadas foneticamente em gravações de vozes masculinas e femininas. O som julgado é aquele que resulta dos processos de descompressão do sistema ou produto em avaliação. O objetivo é alcançar notas de valor superior a 4,0 (N.E.T., 2001). O gráfico da figura 6.8 mostra o *MOS* (*Mean Opinion Score*) relativo a algumas recomendações *ITU-T* (*International Telecommunication Union - Telephony*) para os diferentes tipos de *CODEC* (*Coder/Decoder*) utilizados para a conversão do sinal digital.

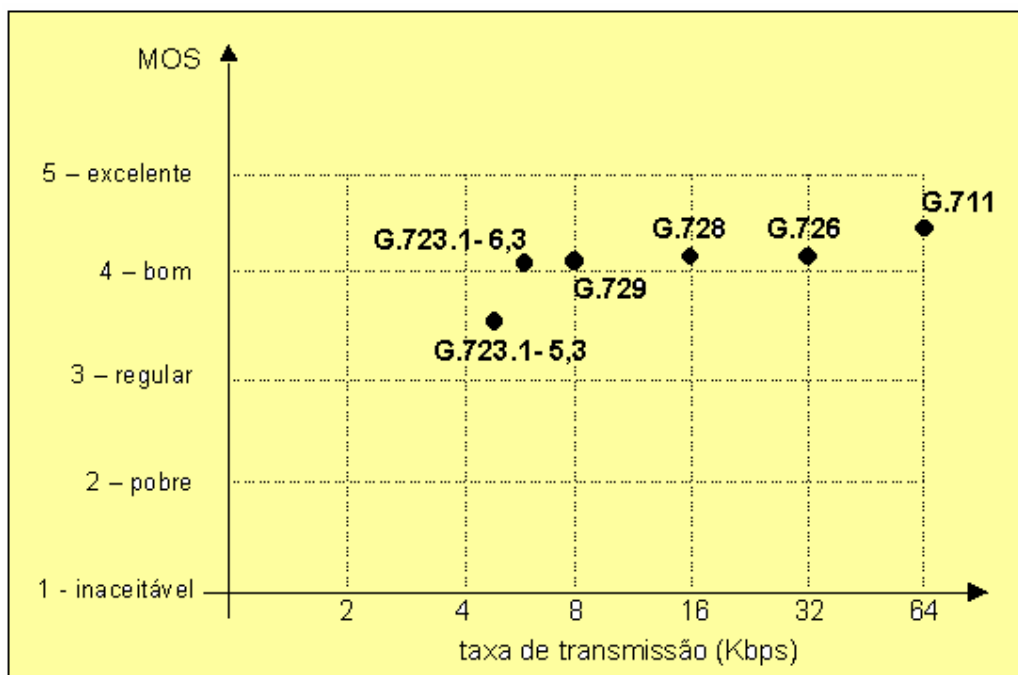


Figura 6.8 – Gráfico MOS x CODEC utilizado

Fonte: FERNANDES, N.L.L., 2002. Adaptada pelo autor

A recomendação ITU-T G.107 apresenta um modelo matemático conhecido como E-Model com o objetivo de minimizar a subjetividade do MOS. A recomendação TIA/EIA TSB116 fornece uma comparação entre a avaliação fornecida pelo método do E-Model (*E-Model Ratings Values*) e a pontuação MOS, indicados na tabela 6.3. (INTEL, W.P, 2003)

Tabela 6.3 – Comparação entre os valores R-Values e a pontuação MOS

R-Value	Characterization	MOS
90-100	Very satisfied	4.3+
80-90	Satisfied	4.0-4.3
70-80	Some Users Dissatisfied	3.6-4.0
60-70	Many Users Dissatisfied	3.1-3.6
50-60	Nearly All Users Dissatisfied	2.6-3.1
0-60	Not Recommended	1.0-2.6

Fonte: INTEL, W.P, 2003. Adaptada pelo autor

Vale ressaltar que os métodos apresentados devem ser cuidadosamente avaliados na hora da sua aplicação, pois estes algoritmos, quando integrados ao ambiente de um fabricante, podem perder suas características de qualidade. Isto pode e deve ser evitado uma vez que se exige a comprovação de que os testes foram realizados com a compressão e descompressão de amostras nos equipamentos do fabricante em questão, e por entidades certificadas para realizar tais testes. (SOARES, L.C., FREIRE, V.A. – 2002).

6.4.4 Requisitos dos Equipamentos

6.4.4.1 Roteadores

Um roteador é um elemento de rede capaz de efetuar o roteamento/encaminhamento e o gerenciamento do tráfego na rede WAN. É um dispositivo que filtra o tráfego por endereço lógico. Os roteadores são capazes de interligar várias redes. Recomenda-se que todos os roteadores em que o pacote de voz irá trafegar suportem *features* de *QoS*, relacionadas com o processo de priorização de pacotes dadas pelas especificações técnicas do *IETF* (*Internet Engineering Task Force*) documentos denominados de *RFC* (*Request for Comments*) tais como:

- Suporte a RFC 791, Type of Service-TOS
- Suporte a RFC 2474, DiffServ-DS
- Suporte a IP Precedence
- Fragmentação dos pacotes de dados para links com velocidade inferiores a 1 Mbps
- Suportar *throughput* de 34 pps por chamada com o *codec* G.723.1 (30ms)
- Suportar *throughput* de 51 pps por chamada com o *codec* G.729 (20ms)
- O *throughput* total não deve ultrapassar 50% do valor nominal do roteador

6.4.4.2 SWITCHES

São dispositivos que conectam duas ou mais redes formando uma única rede lógica e de forma transparente aos dispositivos da rede, sendo que as redes originais passam a ser referenciadas com segmentos de rede da rede resultante.

Todos os switches da rede deverão possuir alguma forma de priorização também, como:

- Suporte ao padrão IEEE 802.1p (priorização)
- Suporte ao padrão IEEE 802.1q (VLAN) e sua configuração adequada na rede
- Suporte ao padrão IEEE 802.1d (Spanning-Tree) e sua configuração adequada na rede
- A priorização também pode ser feita pelo endereço *MAC (Media Access Control)* do equipamento, que nada mais é do que é um endereço de controle de acesso ao meio da interface conectada à rede.

6.4.4.3 HUBs

O modo mais simples de interconectar LANs é usar um HUB, que é um dispositivo simples que toma uma entrada (isto é, os bits de um quadro) e a retransmite para suas portas de saída. São elementos de rede que formam o centro de uma configuração em estrela agindo como um repetidor de um mesmo tipo de LAN. O *Hub* é um sistema da rede que reproduz os sinais elétricos recebidos de uma porta e emite estes sinais a todas as portas restantes. É portanto um dispositivo de camada física. (KUROSE, J.F., ROSS, K. W. – 2003)

Os *hubs* mais simples (*workgroup*) são dispositivos que fornecem conectividade física de diversas redes com mesmo tipo de arquitetura (*Ethernet ou Token ring*). Não possuem *QoS*, nem domínio único de operação. Por estes fatores a LAN não poderá possuir *Hubs* nos segmentos onde haverá tráfego *VoIP*.

6.4.5 Alimentação do sistema

PABX tradicionais fornecem alimentação de forma centralizada para os telefones analógicos ou digitais e possuem, em geral, banco de baterias e até mesmo equipamentos *no-break*, que asseguram o funcionamento do sistema como um todo em caso de falta de energia.

Para a rede IP recomenda-se o atendimento à norma IEE 802.3 AF (*power over ethernet - PoE*), que assegura a alimentação dos terminais do sistema. O fato dos ativos de rede serem independentes, a alimentação, em caso de falta de energia, exige o uso de sistemas *no-break* em todos os dispositivos da rede (*hub, switch, telefones IPs, roteadores, etc.*).

6.4.6 Aspectos de Segurança

O sistema PABX HÍBRIDO pode sofrer qualquer tipo de ataque, pelo simples fato de ser mais um componente de uma rede IP. Todos os cuidados devem ser tomados, assim como são feitos para os outros servidores (*Web*, correio, etc.), e devem ser instalados sempre protegidos por um *firewall*. Alguns sistemas oferecem criptografia dos pacotes de voz para assegurar que a conversa não seja capturada na Internet. O ideal em sistemas corporativos *multisite*, do ponto de vista de segurança, é separar o tráfego de voz do tráfego de internet, através do uso de redes virtuais (*VLAN*). A rede virtual protege o tráfego de voz criando barreiras lógicas, evitando assim invasões nos sistemas que utilizam *VoIP*.

6.4.7 Tabela comparativa

A seguir será apresentada uma tabela comparativa entre uma plataforma PABX TDM não convergente e aquela HÍBRIDA que se utiliza do protocolo IP.

Tabela 6.4 – Tabela comparativa Plataforma PABX TDM não convergente x Plataforma PABX HÍBRIDO convergente.

Item	Plataforma PABX TDM não convergente	Plataforma PABX Híbrido Convergente
Tipo	Comutação por circuitos	Comutação por pacotes
Arquitetura	Centralizada	Distribuída
Topologia de rede	Estrela	Espinha dorsal (backbone)
Instalação elétrica (wiring)	Cada ponto (telefone) necessita de um par de fios. Identidade fixa	Cada ponto (telefone) pode ser qualquer nó da rede TCP/IP. Endereço IP - mobilidade
Escalabilidade	Complexo (dependente do hardware)	Fácil (basta adicionar outros servidores)
Convergência	Voz e dados são duas redes isoladas	Voz e dados se convergem em uma única rede
Conectividade com a Internet	Acessos banda larga dedicados	Ampla pois utiliza o mesmo protocolo da Internet
Flexibilidade	Pouca. Adicionar ou mover uma extensão requer mudança física	Grande. Uma extensão funciona em qualquer nó da rede, inclusive na Internet
Limitação (aplicação)	Limitado aos recursos tradicionais de voz	Aplicações baseados em software
Novas aplicações	Necessita de interfaces ou placas adicionais	Aplicações baseadas em Software
Configuração do sistema	Complicada Programação via interface proprietária	Simples e normalmente baseado em Interface Web
Interligação	Nem sempre suporta interligação com outros PABX's	É fácil interligar diversos PABX's através de VPN/WAN ou pela Internet
Integração com PC's	Possível somente via sistemas CTI (computer Telephony Integration) externos a plataforma.	Os PC's e telefones são integrados em uma única rede

Fonte: SATO, A.M., 2004. Adaptada pelo autor

6.5 AMBIENTE CORPORATIVO – ANÁLISE DE CENÁRIOS

A seguir será efetuada uma análise de cenários levando em conta duas situações. A primeira, considerando o ambiente corporativo com sistemas e redes não integrados e, a segunda, onde esta integração se faz presente.

6.5.1 Cenário 1 – Sistemas de voz e dados não integrados

O cenário da figura 6.9 mostra uma corporação dividida entre sede central e escritórios regionais, interligados via acessos dedicados E1 para as comunicações de voz.. A rede de voz é constituída por equipamentos *PABX TDM (Private Automatic Branch Exchange – Time Division Multiplex)* digitais baseados na tecnologia CPA-T (Controle por Programa Armazenado estágio de comutação Temporal) e agregados tais como correio de voz, *ACD (Automatic Caller Distributer)*, e a rede de dados *LAN (Local Área Network)* existente.

O sistema PABX TDM provê as comunicações internas entre ramais do sistema, e externas entre as localidades, através dos acessos dedicados ou utilizando-se da rede de telefonia pública comutada (RTPC), fornecidos pelas operadoras de telecomunicações.. Nesta situação, cada localidade necessita ter o seu sistema de voz operando de forma não integrada. Por exemplo, verifica-se que tanto sede como escritório regional possui distintamente um sistema distribuidor de chamadas (*ACD*) para, por exemplo, executar as funções de atendimento a clientes.

Neste cenário, observam-se algumas características comuns presentes na maioria das redes corporativas. Os *links* contratados para voz são separados da rede de dados, fazendo com que a empresa mantenha com a provedora destes serviços um contrato para cada serviço. Como consequência, quando a demanda de um dos serviços ultrapassa a capacidade contratada, não há como aproveitar a demanda baixa e temporária do outro serviço. O acesso às aplicações, tais como o sistema unificado de mensagens (*unified messaging*), é restrito para a localidade onde esta está instalada. Se o serviço desta aplicação for desejado por usuários de todas as localidades, há a necessidade de instalação de um servidor desta aplicação em cada um dos *sites*. Em geral, o gerenciamento da rede é realizado de forma local e descentralizada. Como consequência, tem-se uma rede com plataformas distintas ou semelhantes, utilizando ferramentas de gerenciamento não unificadas e com bases de dados dispersas. Nesta situação, em geral, os usuários que estão em trânsito pelas localidades da

corporação não são reconhecidos, ou seja, não existem recursos que simplifiquem a mobilidade dos usuários entre as localidades.

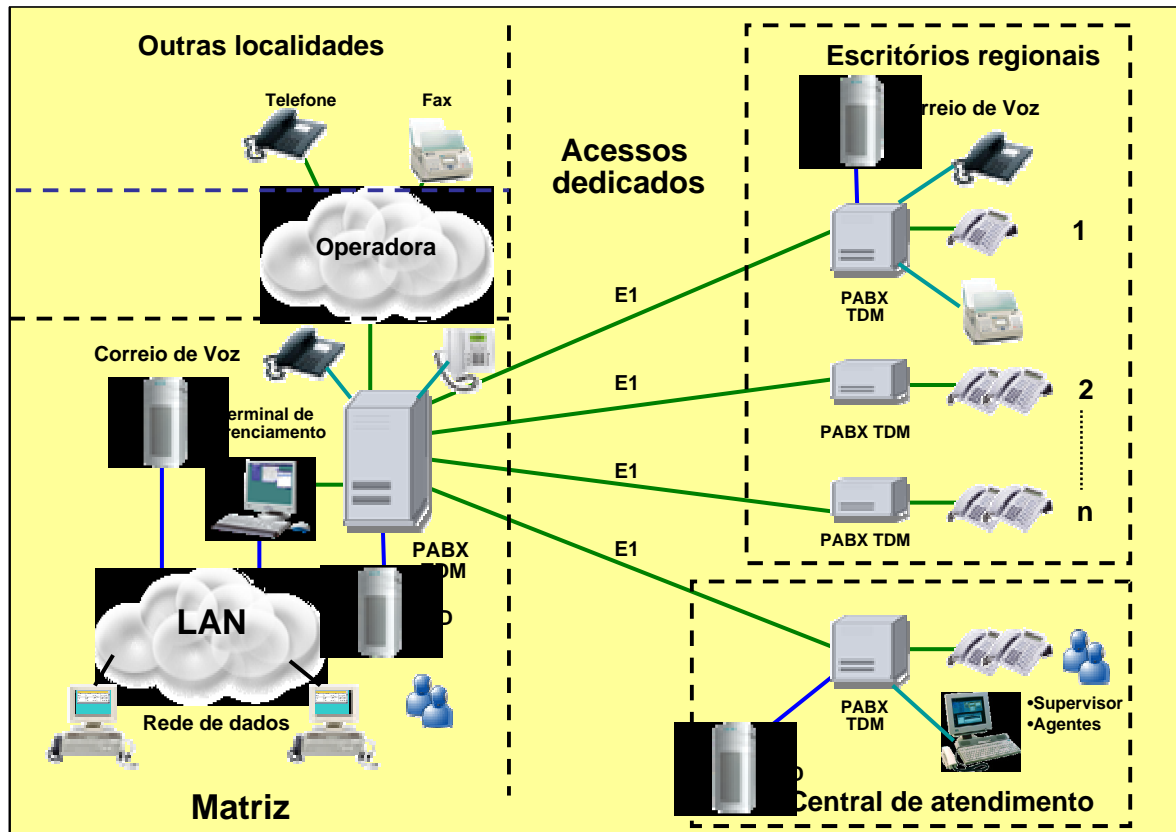


Figura 6.9 - Cenário 1 – Sistemas de voz e dados não integrados

Fonte: Elaborada pelo autor

Este cenário, embora comum nos dias de hoje limita muito a operação da empresa como um todo, tendo em vista os itens acima mencionados. O emprego de plataformas VoIP convergentes otimiza essa operação com conseqüentes ganhos de produtividade. O cenário 2 propõe uma rede totalmente integrada com o aproveitamento dos sistemas legados.

6.5.2 Cenário 2 – sistemas de voz e dados integrados

A figura 6.10 mostra uma proposição de arquitetura composta por um sistema PABX HÍBRIDO caracterizando uma plataforma convergente integrada a rede LAN, sem que haja perda de qualidade do sinal de voz e com total transparência de facilidades. Centralmente, é implementada no PABX HÍBRIDO da Matriz a estrutura de comando da rede, sendo que nas localidades remotas é utilizada apenas estrutura de processamento periférico.

A transparência de facilidades possibilita o amplo uso dessas facilidades (veja cap. 4 item 4.2.3.1.8) ao longo de toda a rede corporativa. Por exemplo, um usuário da matriz efetua, do seu terminal, uma chamada via rede LAN para um ramal do PABX HÍBRIDO do escritório regional, e este se encontra ocupado. Nesta situação é possível, do aparelho chamador (origem), a ativação da facilidade retorno de chamadas, que permitirá de forma automática a conexão entre eles assim que o ramal chamado (destino) se liberar.

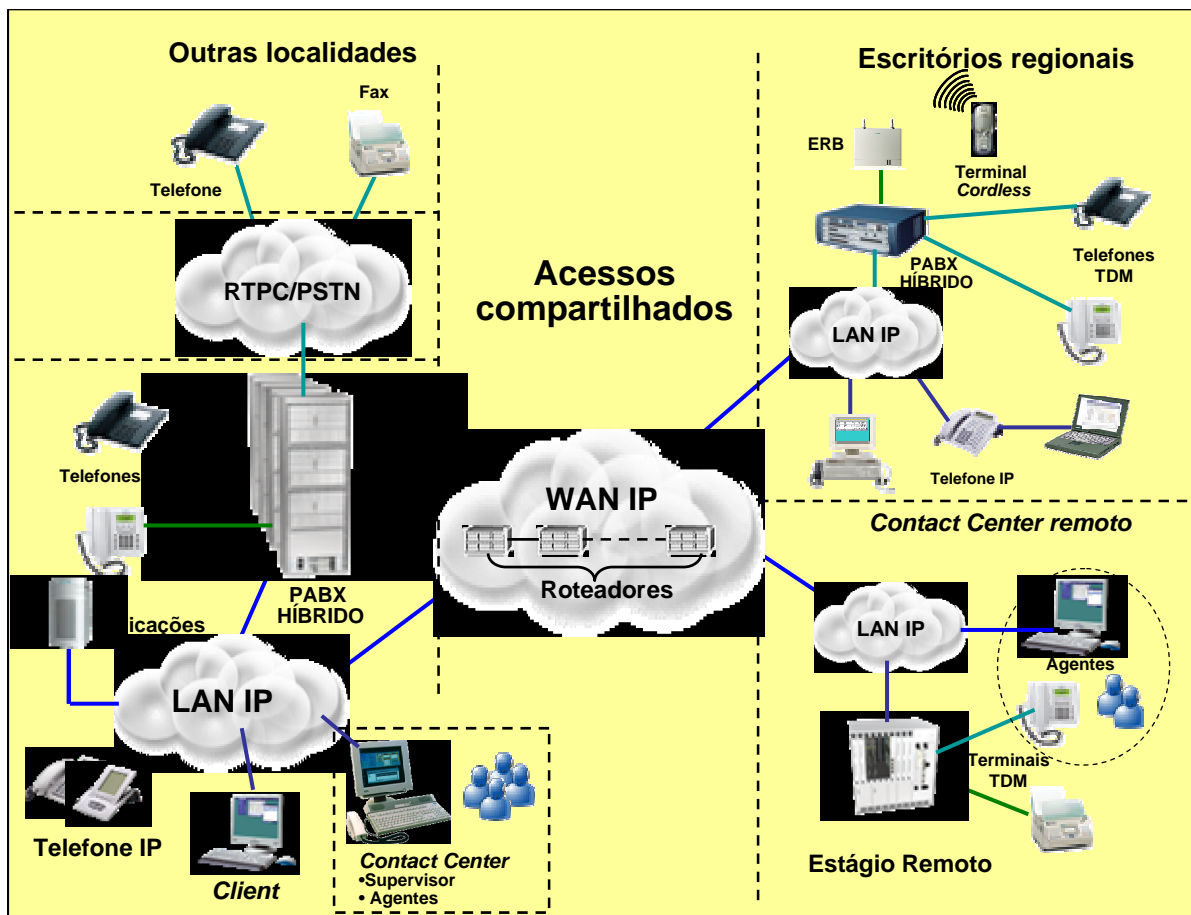


Figura 6.10 – Integração de redes e aplicações

Fonte: Elaborada pelo autor

O servidor mostrado na figura 6.10 possui os softwares de aplicação que proporcionam recursos adicionais à plataforma de comunicação, operando em conjunto com esta na tomada de decisão de qual ação deve ser empreendida na rede. Por exemplo, aplicações de *unified messaging*, aplicações para *contact center* tais como roteamento de chamadas por *skill*, dentre outras. Como mencionado, a topologia deste cenário contempla ambientes onde todo o gerenciamento da rede é efetuado de forma centralizada, sendo

possível a implementação de estágios remotos operando sob a supervisão central. Esses estágios atuam como uma extensão da periferia do PABX HÍBRIDO, para os locais onde não se justifica o emprego de uma plataforma completa. As aplicações geralmente são instaladas em servidor que se comunica pela rede IP ou interface serial com a plataforma, trocando informações sobre as ligações nesta realizadas ou efetuando a inteligência de encaminhamento das chamadas. O sistema de mensagens unificadas (*unified messaging*) possibilita que os usuários acessem mensagens de voz, fax e e-mail a partir de uma única caixa postal, a partir de qualquer local da rede corporativa. O cenário mostra a possibilidade de implementação de um *contac-center remoto* centralmente gerenciado, no qual os agentes do sistema se utilizam de telefones TDM digitais para as comunicações de voz, e de um terminal de dados para o recebimento e manipulação das informações tais como cadastro dos clientes, origem da chamada, etc.. Neste cenário o PABX HÍBRIDO em conjunto com o servidor de aplicações analisa e encaminha via rede IP o fluxo de informações nesta. Como exemplo, na hipótese de uma chamada no *contact center* necessitar ser atendida por um agente bilíngüe, o sistema proporciona a identificação e o roteamento (roteamento por *skill*) para aquele disponível no momento. Agentes da central de atendimento poderão estar espalhados pelas diversas localidades da estrutura corporativa, tendo a possibilidade de utilizar-se dos recursos das aplicações mencionadas bem como relatórios de atendimento gerenciados a partir de uma única localidade.

A arquitetura proposta permite o uso de aplicações centralizadas que estarão disponíveis para usuários de todas as localidades da rede. O gerenciamento de todas as plataformas e aplicações das localidades pode ser realizado a partir de um único ponto. Com isto, cria-se a possibilidade da plataforma convergente trabalhar com arquitetura distribuída pela rede IP, fazendo com que seja mais eficiente a utilização de recursos. Tanto para facilitar a implementação de aplicações centralizadas como para compartilhar esses recursos de gerenciamento e processamento de chamadas para todas as localidades. Nesta arquitetura o administrador do sistema terá acesso à interface gráfica de gerenciamento via *web-browser* a partir de qualquer ponto da rede ou remotamente através de um acesso seguro tipo VPN (*Virtual Private Network*).

O sistema proposto prevê a utilização dos parâmetros de *QoS* mencionados no item 6.4.3.3, além das contingências necessárias, seja para o comando, seja para a rede IP, que asseguram a operação ininterrupta do mesmo. Caso o sistema remoto perca a comunicação com o comando do site principal por falha na rede IP, o bastidor remoto acessa imediatamente a rota de contingência por linha analógica para manter-se em plena operação. Por esta linha de

contingência, toda a sinalização com o comando principal se manterá. Nesta situação, os canais de comunicação de voz para ligações entre as localidades ocorrerão através de entroncamentos normais com a operadora, de forma totalmente transparente ao usuário final, que continuará utilizando o sistema independentemente se o bastidor remoto está em operação normal ou em operação de contingência.

A infra-estrutura de rede IP é compartilhada entre os serviços de voz e dados, simplificando e, como decorrência, reduzindo os custos nos contratos de *links* de comunicação com a Operadora de telecomunicações. O exemplo da figura 6.11 mostra a situação entre duas localidades (matriz e escritório regional) interligados entre si de duas formas. Uma, via Rede de Telefonia Pública Comutada (Operadora de telecomunicações) através de links E1 de voz e através da sua rede corporativa de dados (WAN IP). Com o uso da tecnologia de Voz sobre IP nas redes corporativas, as empresas passaram a se utilizar da rede WAN IP para as chamadas telefônicas, tendo, com isto, uma substancial redução nos seus custos de telecomunicações, visto ser a tarifa da rede WAN IP um valor fixo mensal (“*flat*”), independentemente da localidade de origem ou destino. Ou seja, supondo que a matriz esteja localizada em São Paulo e o escritório regional em Manaus, os usuários poderão compartilhar os meios de comunicação efetuando chamadas entre essas localidades via RTPC, pagando tarifa interurbana ou , via rede WANIP, pagando uma tarifa local. Através da programação de rotas de menor custo (LCR – *Least Cost Routing*), o sistema seleciona rotas alternativas para o tráfego de chamadas, seja pela rede convencional ou pela rede IP, definindo ainda qual operadora se utilizar nas chamadas de longa distância para dentro ou fora da rede corporativa, como mostrado na figura 6.12. O compartilhamento da infra-estrutura de rede para o tráfego de voz e dados traz, como vantagem adicional, uma redução nos custos operacionais, visto ser o gerenciamento efetuado por uma mesma equipe técnica para ambos os serviços.

Por se tratar de uma rede híbrida tendo como suporte a rede IP, o usuário passa a ter mobilidade. Usuários de terminais *Wireless LAN* (IEEE 802.11 a/b/g) podem se deslocar livremente de um local para outro (*Handover*) ou entre localidades (*Roaming*) usufruindo da rede de maneira única, como se estivessem na sua localidade de origem.

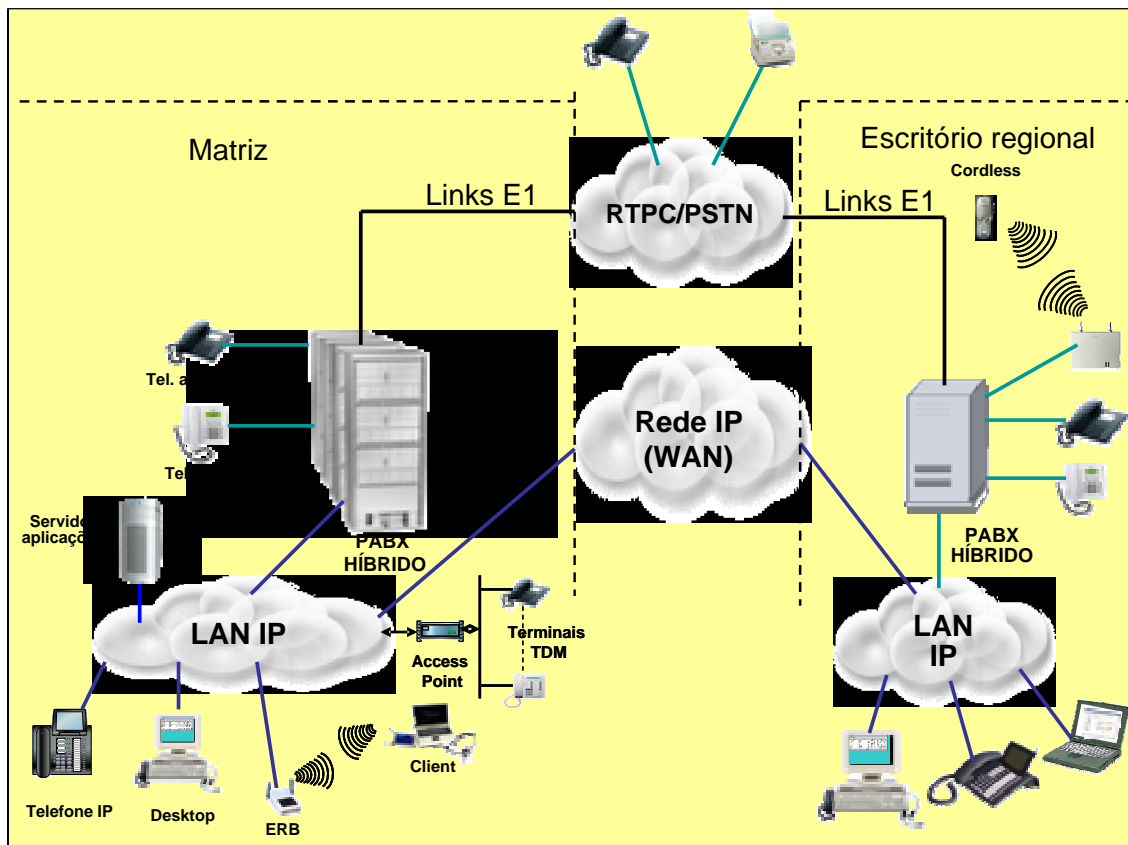


Figura 6.11 – Rede corporativa integrada

Fonte: Elaborada pelo autor

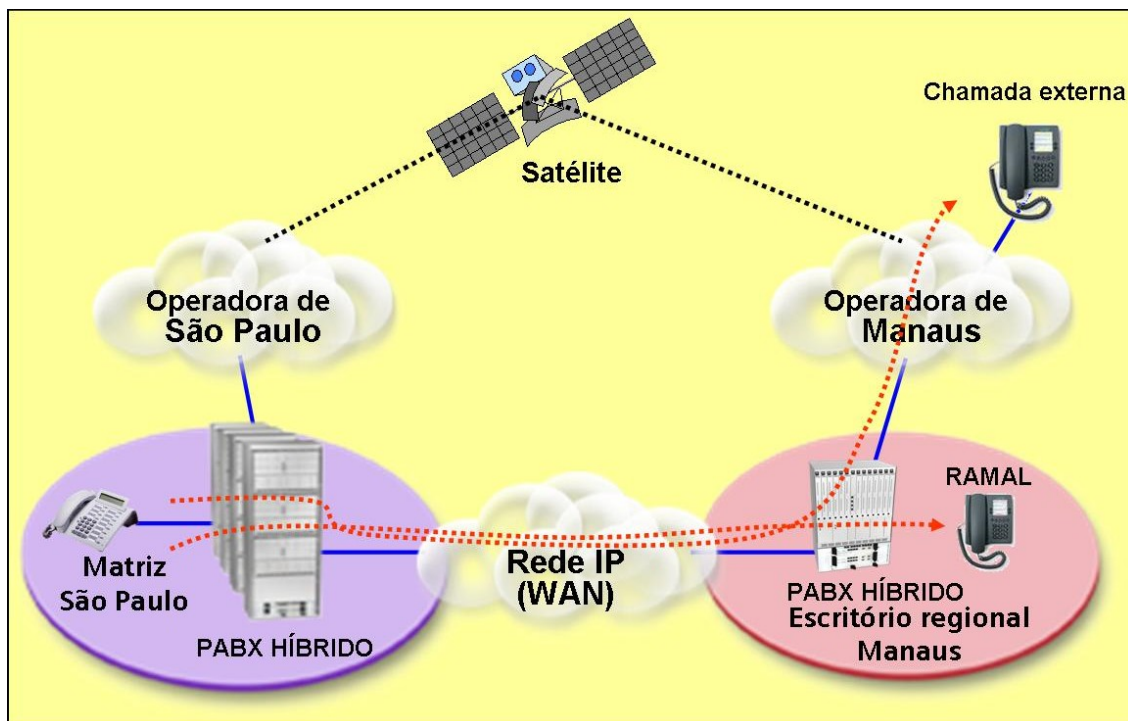


Figura 6.12 – Exemplo de encaminhamento de chamadas via LCR

Fonte: Elaborada pelo autor.

6.5.3 Comentários finais

A adoção do sistema PABX HÍBRIDO mostrado no cenário da figura 6.5, possibilita a constituição de uma rede convergente IP, apresentando como principais benefícios a preservação dos ativos de voz e de dados, integrando-os em uma mesma plataforma, resolvendo sobremaneira as limitações descritas no item 6.5.1. As possibilidades de melhoria nos sistemas legados com o uso da tecnologia IP são muito amplas.

Naturalmente, a definição do tipo de arquitetura a ser utilizada, bem como as intervenções necessárias para tornar os sistemas legados convergentes entre si passa por uma análise técnica, norteadas pelos parâmetros apresentados no corpo deste capítulo.

7 ALTERNATIVA DE REDES CONVERGENTES

7.1 REDE IP PURA

Nos ambientes corporativos, uma alternativa ao processo de migração das plataformas de comunicação TDM para sistemas convergentes, é a adoção de uma nova estrutura composta somente por ativos de rede para o tráfego de voz e dados baseadas no protocolo IP. A comutação na rede IP é feita através de software por meio desses ativos de rede que podem ser constituídos por *Switches*, roteadores, *gateways*, servidores de aplicação e telefones IP. Essa solução não possui estágio TDM para os sinais de voz.

A solução de telefonia IP pura constitui uma central telefônica integralmente IP denominada de PABX IP, simplificada representado na figura 7.1 (FILHO, H. B. – 2005).

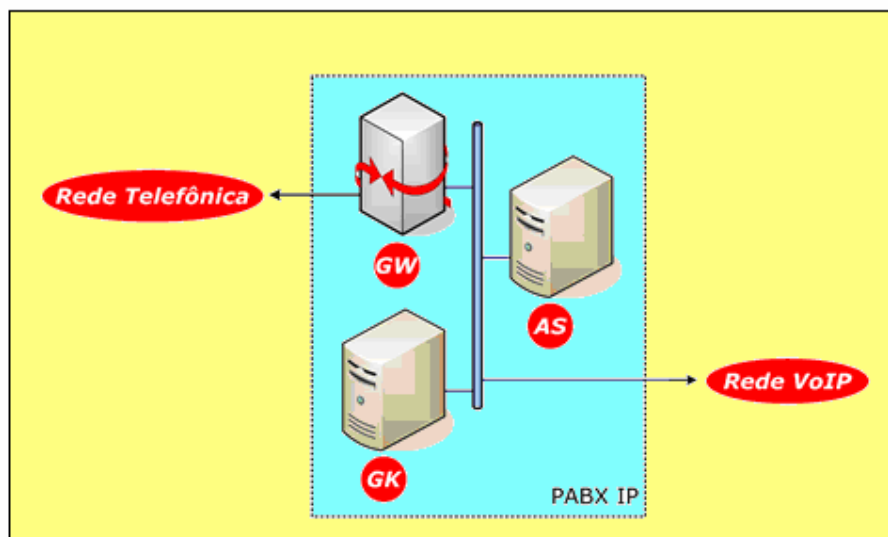


Figura 7.1 – PABX IP – estrutura básica

Fonte: FILHO, H. B., 2005 Adaptada pelo autor.

7.1.1 Elementos do PABX IP

7.1.1.1 Gateway (GW)

É a funcionalidade responsável pela interoperabilidade entre a rede VoIP e o rede telefônica pública. Ela executa a conversão de mídia em tempo real (Voz analógica x Voz digital comprimida) e a conversão de sinalização para as chamadas telefônicas que entram e saem do PABX.

7.1.1.2 Gatekeeper (GK)

É a funcionalidade responsável pelo gerenciamento do conjunto de terminais de telefonia IP, quais sejam: telefone IP, telefone analógico com adaptador VoIP e PC's com soft-phone. Suas principais funções são: executar a tradução de endereçamento dos diversos terminais, controlar o acesso e as chamadas dos terminais na rede e controlar a banda utilizada.

7.1.1.3 Application Server (AS)

É a funcionalidade que fornece os serviços adicionais ao PABX IP. Dentre esses serviços pode ser destacados: caixa postal, unidade interativa de resposta audível (IVR), serviços de agenda telefônica, entre outros.

7.1.1.4 Telefone IP

O Telefone IP é o equipamento responsável pela interface com o usuário do sistema de Voz. Ele executa a conversão da Voz em informação digital comprimida, interage com o PABX para estabelecer e executar a chamada, e realiza a comunicação bidirecional em tempo real com o terminal de destino. Pela sua característica de equipamento de rede IP, ele é um terminal microprocessado com capacidade considerável de processamento.

7.1.2 Aspectos técnicos sobre o sistema

O sistema PABX IP tipicamente se caracteriza como parte de um software “rodando” em um servidor. De maneira idêntica ao PABX híbrido discutido no capítulo 6, este sistema deve apresentar as características de qualidade de serviço na rede (QoS) assegurando assim a qualidade da voz necessária para o bom desempenho do sistema.

7.2 TELEFONIA IP - AMBIENTE CORPORATIVO

Com o crescimento das redes LAN (*intra-office*) e com a adoção crescente do conceito WAN (*inter-offices*) fazendo uso de facilidades do tipo VPN (*Virtual Provider Network*) fornecidas pelas operadoras de serviços de dados, a telefonia IP tem encontrado um grande espaço para a sua implantação no ambiente corporativo, substituindo os PABX's tradicionais pela solução PABX-IP. Suas principais vantagens são:

- Uso de cabeamento comum para voz, vídeo e dados;
- Uso do mesmo grupo de suporte (*helpdesk* e manutenção de TI);
- Mesmo *hardware*;
- Mesmos fornecedores;
- Elimina a limitação geográfica de cabeamento e equipamento;
- Facilita a mobilidade de usuários sem a respectiva reestruturação de localidades e sistemas;
- Integra agendas e outros serviços telefônicos com aplicações baseadas no conceito *Web-browser*.

7.2.1 Telefonia IP - Ambiente corporativo - descrição

O cenário da figura 7.2 mostra uma arquitetura típica para uma corporação com mais de um escritório. Em cada escritório (matriz e as várias filiais) existe uma rede local, constituída pelo cabeamento de dados, pelos servidores de aplicações de dados e de telefonia IP, e pelos diversos terminais que podem ou não possuir as funcionalidades de VoIP, abaixo descritos. (FILHO, H. B. – 2003)

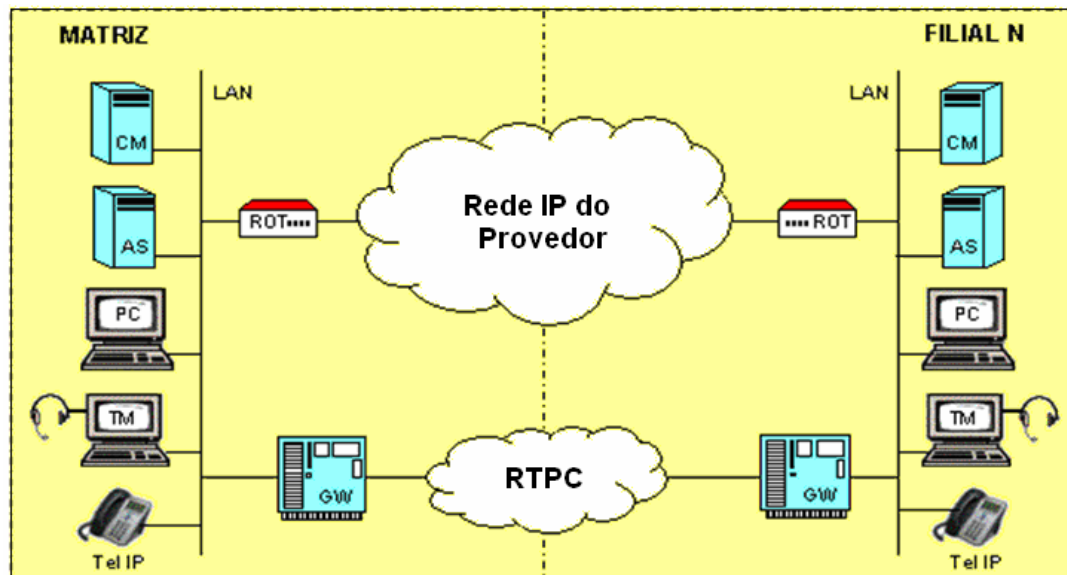


Figura 7.2 – Telefonia IP - Ambiente corporativo

Fonte: FILHO, H. B., 2003. Adaptada pelo autor.

7.2.1.1 Rede Local (LAN)

Em cada escritório (matriz e as várias filiais) existe uma rede local, constituída pelo cabeamento de dados, pelos servidores de aplicações de dados e de telefonia IP, e pelos diversos terminais que podem ou não possuir as funcionalidades de VoIP.

7.2.1.2 Equipamentos terminais

Em cada escritório existem equipamentos terminais de dados tais como microcomputadores (PC), terminais multimídia (TM) e terminais de telefonia IP (Tel IP), todos conectados a uma infra-estrutura comuns de rede de dados.

7.2.1.3 Roteador (ROT)

Equipamento responsável pela interface entre a rede local e o provedor de rede IP. Participa da funcionalidade de VPN, e pode ter adicionalmente as funções de *Firewall* e, em redes de menor porte, de *gateway* para interface com o STFC.

7.2.1.4 Gateway (GW)

Apresenta as mesmas funcionalidades descritas no item 7.1.1

7.2.1.5 Call Manager (CM)

É o equipamento responsável pelo gerenciamento de chamadas. O *call manager* implementa as funções de gatekeeper (GK), gerenciando os elementos que fazem parte do sistema VoIP, e gerencia as chamadas, fornecendo serviços de tradução de endereçamento IP, controle do GW, entre outros. Pode ser implementado através de equipamentos redundantes e backups em locais distintos. Normalmente existe um equipamento principal no escritório matriz (redundante e com backup em outro escritório), que mantém a configuração de toda a rede, e equipamentos secundários nos outros escritórios, que conhecem apenas suas redes internas. As chamadas que envolvam escritórios distintos necessariamente envolvem o equipamento principal localizado na matriz.

7.2.1.6 Application Server (AS)

É o equipamento que fornece serviços adicionais ao sistema VoIP, conforme citado no item 7.1.1.3.

7.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O SISTEMA

A despeito do mencionado no item 7.1.2, os sistemas de telefonia IP tornam-se viáveis na medida em que alguma garantia de qualidade de serviço (QoS) possa ser obtida da rede IP onde eles são implementados. Quando essa rede é usada exclusivamente pelo provedor para fornecimento de serviços de dados e/ou VoIP, com gerenciamento e engenharia de rede adequados, o QoS pode ser ajustado para atender aos requisitos de todos os serviços ofertados, inclusive VoIP com qualidade. Há, entretanto, entre os provedores de serviços, e mesmo no mercado corporativo, a busca por soluções de menor custo para dados e Voz. E nessa busca a Internet, com as suas características de custo baixo e infra-estrutura “pública”, surge como alternativa a ser considerada. A questão principal que se coloca é o QoS da Internet. A arquitetura da Internet é composta por um número muito grande de redes de diversos provedores e outras entidades comerciais ou não, sem um responsável efetivo pelo

controle da banda fornecida ou utilizada e sua conseqüente qualidade de serviço. Para aplicações de tempo real com mídias do tipo áudio (Voz) ou vídeo, não se pode garantir disponibilidade de banda e mesmo a disponibilidade da rede. O aparecimento e a popularização de soluções como *SKYPE* que permite via PC o estabelecimento de uma sessão de comunicação de voz via *INTERNET*, exige o uso de equipamentos com configurações tanto de software e hardware mínimas e de última geração, além da necessidade de uma conexão em banda larga para uma boa qualidade de voz.

7.3.1 Provedores de Serviços de Telefonia IP

Alguns provedores de serviços de Telefonia IP têm conseguido oferecer qualidade de serviço utilizando a Internet, especialmente para chamadas de longa distância. Sua estratégia é voltada para o gerenciamento da qualidade de serviço utilizando várias rotas no *backbone* da Internet. Esses provedores utilizam equipamentos dedicados com aplicações sofisticadas que verificam em tempo real a qualidade de serviço de cada rota e direcionam o tráfego de Voz para a rota que fornece o melhor QoS a cada instante. Esta solução oferece também ao sistema uma característica de disponibilidade de serviço bastante interessante.

7.3.2 Mercado corporativo

No mercado corporativo o uso da *Internet* como meio de transporte para a telefonia IP apresenta algumas ressalvas:

- Contratação de serviço de acesso a Internet de vários provedores, para garantir a disponibilidade e qualidade de serviço;
- Implantação de sistemas sofisticados de gerenciamento dos canais de acesso a internet, a exemplo da estratégia aplicada pelos Provedores de Telefonia IP;
- Aumento do custo de operação da rede (equipamentos e pessoal) devido a maior complexidade do sistema, para garantir a disponibilidade dos serviços de Voz conforme a necessidade dos usuários, além do uso de sistemas de segurança de rede complementares aos existentes, com o objetivo de evitar ataques à rede VoIP.

Desta forma, esta opção pode ser considerada como alternativa para comunicações de Voz cuja finalidade possa prescindir da qualidade e disponibilidade de serviço oferecida pelos sistemas de telefonia convencional ou mesmos pelos sistemas de telefonia IP que utilizam redes IP privadas.

O uso da Internet como meio de transporte de Voz tem alguns casos de sucesso, principalmente nas chamadas de longa distância.

7.4 TELEFONIA IP - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A telefonia IP, usando rede IP ou Internet, tem avançado a largos passos. Novos produtos vêm sendo desenvolvidos pelos fornecedores para viabilizar negócios para os provedores de serviços e soluções alternativas para o mercado corporativo. Os provedores de serviços vêm alterando a arquitetura das redes de telefonia convencional para aplicar soluções de telefonia IP nas ligações de longa distância, através do uso de suas redes IP e de centrais trânsito que se comunicam através de conexões de Voz sobre IP (canais IP). Além dos tradicionais, novos provedores já fornecem serviços de telefonia IP de longa distância usando a infra-estrutura da Internet.

No mercado corporativo a demanda pela convergência das redes de Voz e dados e a necessidade de redução de custos de comunicação vêm pressionando os fornecedores de equipamentos e serviços a viabilizarem essas soluções com custos adequados.

Há ainda que se considerar uma questão final: a da regulamentação do serviço de Voz. No Brasil a regulamentação dos serviços de Voz não especifica a tecnologia a ser usada, e sim o tipo de serviço a ser prestado pelos provedores.

O serviço de Voz é regulamentado através de 2 modalidades:

- STFC (Serviço Telefônico Fixo Comutado), prestado como serviço público de Voz;
- SCM (Serviço de Comunicação Multimídia), prestado como parte dos serviços multimídia.

Essas licenças têm públicos distintos, e não devem ser confundidas entre si. Cada tipo de licença oferece ao provedor um público específico e é dentro desse contexto que ele deve operar os seus serviços, seja usando a tecnologia da telefonia convencional, seja usando a tecnologia VoIP.

Existem, entretanto, requisitos adicionais que diferenciam os serviços e que diferenciam as responsabilidades dos operadores. Para o STFC os requisitos de numeração, cobertura, interconexão, e qualidade de serviços são bastante rígidos e a obtenção da licença é mais complexa. Para o SCM os requisitos são voltados aos serviços multimídia, permitem a interconexão e o uso de numeração, e a obtenção da licença é mais simplificada.

Ressalta-se apenas que a licença SCM não deve ser confundida com o STFC ou com a prestação de serviços de comunicação de massa (*broadcast* ou TV paga).

8 COMENTÁRIOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste capítulo é o de, com base nos capítulos anteriores, apresentar os principais benefícios alcançados com a implantação de uma rede convergente. Dentre os benefícios, a adoção da migração dos sistemas corporativos TDM para plataformas convergentes IP possibilita o estabelecimento de um processo de migração tecnológica sem problemas de continuidade permitindo a alavancagem de infra-estrutura IP baseada em padrões, capazes de entregar *features* aos usuários com a disponibilidade e confiabilidade nos padrões do PABX não convergentes permitindo a interoperação entre equipamentos novos e o legado, convergindo às soluções por circuitos e pacotes. Por último a possibilidade de se utilizar de mobilidade de aplicações através de redes e plataformas de comunicação complementa os destaques da adoção deste processo. Naturalmente, pela proposta desta pesquisa, a utilização dos sistemas TDM legados neste processo de migração tecnológica demonstra-se como uma solução aderente às necessidades de comunicações do ambiente corporativo, sendo este modelo tecnológico de convergência utilizado como referência para a descrição dos benefícios que esta solução possibilita.

8.1 BENEFÍCIOS ALCANÇADOS COM A TECNOLOGIA IP

8.1.1 Redução do custo de ligação (DDD e DDI)

Como mostrado no item 6.5.2, figura 6.11 do capítulo 6 um dos benefícios imediatos que solução PABX HÍBRIDO possibilita é a diminuição nos custos com telecomunicações uma vez que permite o uso da rede IP corporativa nas ligações de longa distância.

8.1.2 Plano de numeração unificado para toda a empresa

É possível criar um plano unificado de numeração para todos os ramais VoIP e também para os terminais telefônicos TDM, mesmo que estejam localizados em outras plantas da estrutura corporativa, dentro ou até mesmo fora do país.

8.1.3 Aumento da produtividade

Usuários podem acessar todos os recursos do sistema de telefonia independentemente de sua localização, aumentando a sua autonomia na rede, com total transparência de facilidades. O PABX HÍBRIDO convergente oferece também integração das mensagens de voz e e-mail, podendo ser gerenciado através do *Outlook* ou a partir de um navegador qualquer.

8.1.4 Redução do custo de operação da rede

A solução de convergência facilita a administração e operação da rede como um todo, por se tratar de apenas uma única infra-estrutura de rede para dados e telefonia. Qualquer modificação ou problema na rede pode ser diagnosticado em tempo real através de ferramentas de gerenciamento, tanto para a telefonia como para a rede de dados. Adicionar ou mover um telefone IP basta apenas ter um ponto de rede.

8.1.5 Integração da empresa

Utilizando a telefonia IP é possível interligar todos os sites da empresa num único sistema de comunicação, utilizando links dedicados ou a própria *Internet*.

8.1.6 Escalabilidade

Funcionalidades de *Plug-and-Play* e uma arquitetura baseada em padrões abertos permitem que expansões e novas aplicações sejam facilmente implementadas e integradas.

8.1.7 Conectividade baseada em padrões abertos

Com uma solução convergente não há dependência tecnológica de um único fornecedor, pois esta tecnologia deve ser baseada em padrões abertos, sendo possível a comunicação entre diferentes fabricantes.

8.1.8 Acesso através da Web

Através de qualquer navegador *Web*, usuários do sistema podem administrar, configurar, acessar o correio de voz ou qualquer outra aplicação a partir de qualquer ponto da *Intranet* ou *Internet*, sem a necessidade de instalar algum software ou baixar *plug-ins*.

8.1.9 Expansão das aplicações de voz

O grande benefício da telefonia IP é a possibilidade de implementar novas aplicações de convergência entre voz e dados. Por exemplo, durante uma sessão *internet* na qual o usuário acessa a página de um *site* de *ecommerce*, e esta disponibiliza um ícone denominado de “*call web*”, que permite o estabelecimento de uma conversação em tempo real com um dos agentes do *callcenter*. Outro recurso disponível nas redes IP é a facilidade “*click-to-call*” (aperte para falar) onde o usuário do seu PC (microcomputador) seleciona com o *mouse* um número telefônico contido na agenda pessoal deste usuário, e automaticamente estabelece uma chamada.

Migrando para a Telefonia IP utilizando a mesma infra-estrutura para dados e telefonia oferece muitos benefícios e vantagens. Muitas empresas estão acreditando que a Telefonia IP é o futuro das telecomunicações e estão implantando os sistemas PABX convergentes para desfrutar dos recursos avançados desta nova arquitetura.

Utilizar a rede IP para interligar todas as unidades da empresa por meio de um PABX convergente possibilita uma grande flexibilidade. Escritórios remotos podem ser incorporados dentro de uma única plataforma global de sistema de comunicação. Trabalhadores remotos podem ter as mesmas funcionalidades de comunicação do que os trabalhadores localizados na matriz, melhorando em muito as capacidades de comunicação dentro da empresa.

Banco de dados, monitoração, gerenciamento, ambiente de desenvolvimento e servidores *Web* estão disponíveis nessas plataformas. Os aplicativos corporativos podem ser facilmente integrados com as aplicações de telefonia no ambiente IP. Isto permite que os operadores do equipamento utilizem ferramentas já disponíveis tais como navegadores, sistemas de gerenciamento, etc., para operar o sistema, resultando em diminuição dos custos de administração e manutenção. Ferramentas de análise e diagnóstico da rede possibilitam localizar e reparar os problemas de rede rapidamente. Novas técnicas de segurança em VoIP estão disponíveis e sendo desenvolvidas para impedir que ataques causem a paralisação de

ambas as redes (voz e dados), sendo este um capítulo complementar a esta dissertação a ser desenvolvido em trabalhos futuros.

Centros de atendimento podem ser distribuídos ou compartilhados entre várias localidades, podendo o fluxo de chamadas ser distribuído de forma conveniente, contemplando algumas características tais como fusos horários, ou com o menor custo de mão-de-obra disponíveis em algumas partes do mundo.

O uso crescente desta tecnologia de convergência de plataformas leva a uma superação crescente das dificuldades técnicas encontradas para a sua implementação com o desenvolvimento de novos padrões de integração, desempenho e confiabilidade dos sistemas.

Os novos sistemas de comunicação baseados na tecnologia IP apresentarão inúmeros recursos, possibilitando aos usuários do sistema uma ampla gama de facilidades.

Com a evolução tecnológica, vislumbra-se dentro do ambiente corporativo uma integração total das redes, onde os serviços de telefonia fixa ou móvel, videoconferência, dados e novas aplicações utilizarão a mesma infra-estrutura de rede e serão comuns a todos os usuários desta. Com isto espera-se uma revolução no processo de telecomunicações dentro das organizações levando a uma nova postura dos usuários diante dos recursos disponíveis, incorrendo conseqüentemente em ganhos de produtividade e redução nos custos de operação e manutenção desses sistemas.

Complementarmente aos itens anteriores os seguintes benefícios podem ser obtidos com a migração dos sistemas TDM para uma plataforma convergente IP com preservação de ativos

- Investimento planejado na nova Rede VoIP, de acordo com as necessidades ou com a obsolescência dos equipamentos da rede de Voz existente.
- Compartilhamento do uso de infra-estrutura comum para Voz e dados.
- Expansões na parte de rede VoIP e alterações de layouts nas instalações prediais tornam-se mais simples, já que se torna necessário apenas implantar ou alterar a infra-estrutura de cabeamento estruturado, conectar os terminais de Voz e continuar a utilizar a rede VoIP.
- Transição gradual para a Operação e Manutenção única tanto para as redes de Voz e dados.
- Aumento gradual na economia de banda nos serviços contratados das redes multisserviços, já que a rede VoIP não necessita de banda dedicada para Voz, como nos sistemas de Voz comutada;

- Mobilidade, permitindo que os usuários da nova rede VoIP possam acessar todas as facilidades configuradas em qualquer ponto da rede, em qualquer localidade, a partir de telefones IP ou de PC's equipados com software *soft-phone* conectados à rede de dados.
- Novos serviços podem ser implementados na nova rede VoIP, de acordo com as necessidades da empresa, que permitem compartilhar serviços de Voz, dados e até imagens no mesmo terminal.

8.2 RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO DE MIGRAÇÃO DOS SISTEMAS CORPORATIVOS TDM PARA PLATAFORMAS CONVERGENTES IP COM PRESERVAÇÃO DE ATIVOS.

8.2.1 Aspectos financeiros – análise de custos

Recomenda-se inicialmente uma avaliação da situação atual do sistema de voz, considerando-se o levantamento dos seguintes dados mensais / anuais:

- **Custo de Serviços de Voz:** contabilizar de forma detalhada os custos de ligações locais, nacionais (DDD) e internacionais (DDI), bem como os custos de circuitos contratados para rede de Voz (caso existam).
- **Custo de Operação do Sistema de Voz:** contabilizar custos de gerenciamento e operação do sistema de Voz, tanto realizados internamente, como através de terceiros.
- **Custo de Manutenção do Sistema de Voz:** contabilizar os custos de manutenção do sistema de Voz, tanto realizados internamente, como através de terceiros.
- **Ativos:** devem ser avaliados os custos do sistema atual, levando em conta a depreciação e os valores de mercado.
- **Custo de Expansão:** devem ser avaliados os custos de expansão do sistema atual, bem como os custos de instalação de novos terminais telefônicos e cabeamento necessário.
- **Tipo de Projeto:** avaliar tanto o projeto para uma IP pura, como para uma rede mista (híbrida), que utilize ativos do sistema atual que ainda estão dentro de sua vida útil.
- **Custo de Serviços de Voz:** com base na demanda atual e futura, estimar os custos de ligações locais, interurbanas e internacionais, bem como os custos de expansão dos circuitos de dados contratados para atender o novo sistema VoIP.
- **Custo de Operação da Rede Corporativa:** estimar o acréscimo nos custos de gerenciamento e operação da rede corporativa atual, tanto realizados internamente, como através de terceiros, para acomodar o novo sistema VoIP.

- **Custo de Manutenção da Rede Corporativa:** estimar o acréscimo nos custos de manutenção da rede corporativa, tanto realizados internamente, como através de terceiros, para acomodar o novo sistema VoIP.
- **Investimento e Expansão:** avaliar os custos dos equipamentos da nova rede VoIP, assim como os custos de futuras extensões e de instalação de novos terminais telefônicos e cabeamento necessário.

8.2.2 Aspectos técnicos de projeto

- **Verificar se a rede de dados não está sobrecarregada** Fazer uma análise da rede de dados, monitorando o tráfego, principalmente a dos *links* WAN. Dependendo da taxa de ocupação, o tráfego de voz pode ser prejudicado, caindo sensivelmente a qualidade de voz. Na implantação de VoIP, você precisa definir claramente muitos fatores, como a utilização do VoIP (incluindo quantidade de ligação ao mesmo tempo, duração) e a qualidade da voz. Em média, um canal de voz ocupa cerca de 35kbps de banda. Esta taxa varia muito em função do codec, do protocolo de sinalização, do tipo de mídia e muitos outros fatores.
- **Definir um protocolo de sinalização: SIP ou H323** - Verificar qual o protocolo de sinalização que o sistema utiliza. O H.323, o qual foi estabelecido pela ITU-T, é amplamente utilizado, principalmente pelas operadoras de telefonia. Por questões de evolução tecnológica as empresas estão caminhando para a utilização em suas redes do protocolo *SIP* (*Session Initiation Protocol*), estabelecido pela *IETF* (*Internet Engineering Task Force*), como o sucessor do H.323. O SIP possibilita um melhor interrelacionamento entre as redes VoIP com um agregado de funcionalidades não disponíveis no H323. Há uma tendência de que tanto fabricantes como operadoras de telecomunicações adotem o SIP como padrão.
- **Definir codecs de alta-qualidade** O tipo de *codec* (codificador/decodificador ou compressão/descompressão) a ser escolhido para converter a voz analógica em voz digital (e fazer a compactação) afeta bastante na qualidade da voz e no consumo de banda por canal de voz. Muitas empresas estão adotando o *codec* G.729 que possui uma boa qualidade e um baixo consumo por canal de voz (em torno de 32kbps). O algoritmo de *codec* já está embutido tanto nos telefones baseados em Hardware ou Software. Os *codec's* baseados em hardware tem um desempenho superior aos baseados em software por possuir um chip (DSP) específico para esta finalidade.

- **Escolher um ou vários provedores** Atualmente existe uma grande variedade de provedores de serviços de telefonia IP que fazem a interligação de uma ligação VoIP para qualquer telefone da rede de telefonia fixa comutada ou celular. É possível utilizar diversos provedores ao mesmo tempo e programar para o sistema sempre utilizar a rota de menor custo.
- **Definir as aplicações VoIP** Os sistemas VoIP oferecem muitas aplicações novas inexistentes nos PABXs tradicionais. É necessário conhecer bem essas aplicações e saber explorar o máximo para trazer grandes benefícios para a empresa.
- **Monitorar a qualidade da voz** Problemas como latência e eco podem prejudicar na qualidade de voz, embora isso não seja muito comum se forem feitos os testes previamente e se o sistema for configurado corretamente.
- **Treinamento/capacitação de técnicos** A tecnologia de convergência de redes exige capacitação contínua dos técnicos de manutenção e operação dos sistemas de telefonia e de tecnologia da informação, além um sistemas de suporte ao usuário (*Help-desk*). É necessário um aprofundamento técnico nos protocolos, arquiteturas e aplicações para explorar as várias potencialidades que esta tecnologia oferece.
- **Proteger o sistema contra ataques** Se o sistema convergente tem conexão direta com a Internet, este se torna vulnerável assim como qualquer outro equipamento de rede. Assim deve-se prever a instalação de sistemas de segurança que assegurem proteção contra eventuais ataques de *hackers*. Uma solução simples seria reservar uma VLAN específica para os telefones e o PABX IP e utilizar outra VLAN para a rede de dados e utilizar VPN (Rede Privada Virtual) ou *links* dedicados para interligar os *sites*.
- **Qualidade de Serviço:** identificar as necessidades de banda e as especificações dos canais de comunicação a serem contratados para garantir a qualidade de serviço dos sistema VoIP, e os custos associados.
- **Nível de Serviço:** identificar as necessidades de redundância, tanto de equipamentos e partes como dos canais de comunicação, e os respectivos custos associados, para garantir um nível de serviço (disponibilidade e MTBF) compatível como o sistema atual.
- **Benefício percebido pelos Usuários:** avaliar os custos indiretos advindos dos benefícios percebidos pelos usuários, tais como a mobilidade, ou seja, a manutenção do acesso ao seu terminal e serviços associados (caixa postal, *soft-phone* através de computador, agenda, etc.) em qualquer instalação predial da empresa, ou até em casa.

Os itens mencionados devem ser corretamente avaliados preferencialmente por uma equipe de consultores especializados no tema de forma a assegurar subsídios mínimos para uma correta tomada de decisão. O estudo deverá indicar quais os investimentos necessários e preferencialmente vir acompanhado por um cálculo de retorno sobre o investimento (ROI).

De posse dos custos avaliados para o novo sistema e dos custos atuais, pode-se realizar a comparação e verificar quais as vantagens alcançadas pela transição para a nova tecnologia. Esses resultados podem inclusive definir que a transição seja feita em fases, onde a substituição dos sistemas ocorre de forma gradual e planejada.

Alguns estudos relativos ao uso da Internet como forma de conexão entre algumas instalações prediais da empresa (ou todas), sempre considerando os fatores segurança e qualidade de serviço, podem ser realizados adicionalmente, caso isto possa expressar uma economia adicional a ser obtida. A contratação de um provedor de serviços VoIP para realizar esta função pode ser outro estudo semelhante a ser realizado que pode trazer também benefícios interessantes.

Para elaborar o projeto final e implantar o sistema é necessário escolher um fornecedor que possa tornar-se um parceiro tecnológico da empresa. A avaliação do fornecedor deve levar em conta os seguintes aspectos:

- **Maturidade Tecnológica:** avaliar a maturidade tecnológica tanto dos equipamentos a serem fornecidos como da tecnologia desenvolvida pelo fornecedor. Além disso deve-se verificar se o sistema atende às normas e recomendações aplicáveis aos sistemas VoIP como indicado no capítulo 6, permitindo, eventualmente, a convivência com sistemas de outros fornecedores, e até com novas tecnologias emergentes.
- **Experiência em Projetos e Implantação:** avaliar a experiência na elaboração de projetos de sistemas VoIP e na sua implantação, buscando inclusive informações de Clientes já atendidos pelo fornecedor.
- **Suporte e Manutenção:** em se tratando de uma tecnologia emergente que pode conter partes ou todo o fornecimento feito por empresas com abrangência global, mas ainda assim sem presença efetiva no país, deve-se avaliar cuidadosamente sua capacidade de oferecer suporte remoto e manutenção local como forma de garantir a disponibilidade dos sistemas.

Feita a implantação do sistema e iniciada a operação pode-se finalmente perceber os resultados alcançados, e o retorno do investimento realizado.

Somente através um estudo detalhado pode levar a implantação de um sistema VoIP ou a manutenção do sistema atual por um período de tempo definido. Afinal, a questão é ponderar todos os fatores necessários para tomar a decisão mais conveniente.

Entretanto, levando-se em conta a tendência cada vez maior de convergência das redes, através das chamadas redes de próxima geração NGN (*Next Generation Networks*), com certeza a implantação desta nova tecnologia caminha na direção crescente de futuras soluções convergentes que podem adicionar dispositivos computacionais e móveis a nova rede., beneficiando ainda mais os usuários do sistema.

8.3 COMENTÁRIOS FINAIS

O tema migração de sistemas de comunicação corporativos TDM para plataformas convergentes IP com preservação de ativos, torna-se amplamente discutido no ambiente corporativo, na busca de uma solução que melhor se adeqüe às necessidades das organizações.

No mundo empresarial estas se vêem cada vez mais pressionadas por redução de custos na tentativa de preservação de suas margens de negócios. Esta situação tão presente nos dias de hoje num mundo totalmente mergulhado na globalização, a tecnologia apresenta-se como um dos pilares de sustentação dessas corporações, pois possibilita, ganhos de produtividade e um maior controle sobre seus custos, aumentando a eficiência dos seus processos. O tripé pessoas, processos e tecnologia tornam-se determinantes para o sucesso e a continuidade dessas organizações. Pessoas preparadas para a constante transição tecnológica, e capacitadas a lidar com as novas formas de trabalho que a tecnologia possibilita, através da identificação e suprimento dos seus *gaps* de conhecimento preenchidos por programas de treinamento e capacitação nessas tecnologias. Isto certamente se refletirá nos ganhos de produtividade mencionados por uma melhor alocação e utilização de recursos que os sistemas baseados em sistemas convergentes IP possibilitam. Também o correto entendimento de como a organização deve funcionar para poder sobreviver aos padrões mercadológicos globais pela identificação dos seus processos internos e suas regras de negócios para que esta possa tornar-se mais ágil e eficiente contribui para uma maior competitividade no mercado. Sem dúvida nenhuma a tecnologia de convergência IP é um dos “*drives*” para o alcance desses objetivos. Basta verificar a crescente preocupação das empresas operadoras de telecomunicações e do mercado corporativo em fornecer produtos e serviços cada vez mais rápidos, eficientes, com qualidade assegurada implementando a integração em suas redes com mecanismos de qualidade de serviços crescentes. Hoje o que se verifica dentro das organizações é cada vez mais uma integração entre os diversos ambientes de comunicações, onde notadamente o tema convergência engloba três aspectos fundamentais: o da convergência das redes de voz e dados pelo uso crescente de voz sobre IP, a convergência de

aplicações, onde as funções de telefonia passam a ser integradas ao ambiente de TI (Tecnologia da Informação), tornando a voz uma aplicação dentro deste e a convergência de terminais, ampliando as possibilidades do uso de equipamentos com funcionalidades adicionais. Como exemplo disto o uso de terminais PDA com aplicações de *softphone*, ou seja um PC com funções de telefonia, onde através de um duplo clique na tela deste PDA estabelece uma chamada. A convergência das redes sem fio (*Wi Fi*) amplia ainda mais essas possibilidades de comunicações na medida em que permite ao usuário mobilidade, liberando-o da rede fixa. Como mostrado no capítulo 6, o usuário pode com o seu terminal deslocar-se livremente nos ambientes corporativos e ter acesso aos recursos. Com isto os colaboradores podem adicionalmente exercer suas funções fora do seu local de origem estando em vários locais, aumentando sua produtividade. Outro aspecto de vital importância nos sistemas corporativos convergentes é o tema segurança em VoIP, que devido a sua amplitude não foi abordado em profundidade neste trabalho, merecendo um capítulo complementar em futuros estudos.

Finalmente, o processo de migração de sistemas corporativos TDM para plataformas convergentes IP com preservação de ativos é parte integrante desta transformação na busca pela eficiência com um melhor gerenciamento de custos uma vez que preserva o investimento e possibilita ganhos de produtividade pelos recursos adquiridos com esta tecnologia. Não se pretendeu imprimir caráter inédito ao tema nem tão pouco esgotá-lo, mas sim compartilhar um pouco da experiência adquirida pelo autor ao longo dos anos de atuação como profissional de telecomunicações no ambiente corporativo.

Espera-se que este trabalho de pesquisa possa de alguma forma contribuir junto aos gestores de telecomunicações, para a tomada de decisão por qual tecnologia adotar no seu ambiente corporativo de comunicações.

REFERÊNCIAS

ADOMO – White paper – Ensure success with your first VoIP application – March 2005 – disponível em www.adomo.com

ALCATEL, IP Telephony Design Guide, White paper ,April 2003

ALENCAR, M. S. Telefonia Digital. São Paulo: Érica, 2.ed. 1999

AVAYA – White paper – Migrating to a converged network – Defining your support requirements and selecting the right professional services company – March 2005 – disponível em www.avaya.com

BELLAMY, J. Digital Telephony. New York: John Willey & Sons, USA 1998

CARHEE, S, SUPERIOR TDM-based Contact Centers today with migration path to IP

CASSAD, J.; WILSEY B. Aprenda em 24 horas TCP/IP. Rio de Janeiro: Campus, 2000

CHOWDHURY, DHIMAN D.- Projetos Avançados de Redes Ip - Roteamento, Qualidade de Serviço e Voz Sobre Ip. Rio de Janeiro: CAMPOS , 2002

CISCO PRESS; BK&POSTER edition (June 28, 2004)

CISCO White Paper - Migrating to IP Communications 2004 Cisco Systems

COMER D. E. . Interligação em rede com TCP/IP. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

CORRADINI, M. S.; SENA, J. A. P. Manual Básico de redes Corporativas Siemens Ltda. 1998

COUCH, L.W. , Digital and Analog Communication Systems , P. Hall 1995

DATAMONITOR – white paper – Pure IP vs. Hybrid IP in the Contact Center – Perspective into he two different approaches – 2004 – disponível em www.datamonitor.com

DAVIDSON, J. ; PETERS, J. Voice over IP Fundamentals : a Systematic Approach to Understanding the Basics of Voice over IP. Indianapolis, EUA: Cisco Press, 2000.

DAVIDSON, J. ; PETERS, J.; GRACELY, B., Voice over IP Fundamentals , P. Hall 2002

ETSI *Technical Report*, “*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON); General Aspects of Quality of Service (QoS)*”, TR 101329 v2.1.1 ETSI (*European Telecommunication Standardization Institute*), capítulos 5 e 6, Junho de 1999.

FERNANDES, N.L.L. Voz Sobre IP, Uma Visão Geral, 2002. Disponível em: www.ufrj.edu.br. Acesso em 22 de fev. 2005.

FERRARI, A.M. Telecomunicações evolução & revolução. São Paulo: Érica 7. ed. 2002

FILHO, H. B. Soluções Corporativas usando VoIP – 2005 disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtelip/default.asp> acesso 24.04.06

FILHO, H.B. Telefonia IP: O que é 2003 <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtelip/default.asp> acesso 24.04.06

Glossário de Termos Técnicos de Telecomunicações (da Telebras). Disponível em www.anatel.gov.br acesso em 23 de abr. 2006.

GOZDECKI, J.; JAJSZCZYK, A.; STANKIEWICZ, R. “*Quality of Service Terminology in IP Networks*”, IEEE Communications Magazine, pags 153 a 159, Março de 2003.

HARTE, L., Introduction to IP Telephony : Why and How Companies are Upgrading Private Telephone Systems to use VoIP Services , P. Hall , 2003

HERSENT, O. Telefonia IP Comunicação multimídia baseado em pacotes. São Paulo: P. Hall 2002.

IDG COMPUTERWOCHE Compendium – IP Convergence –A universal network - Group – April 2004.

IEEE 802.1d – 2004 IEEE standard for local and metropolitan area networks--Media access control (MAC) Bridges (*Incorporates IEEE 802.1t-2001 and IEEE 802.1w*)

IEEE 802.1q- 2005 IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-- Virtual Bridged Local Area Networks (*Incorporates IEEE Std 802.1Q-1998, IEEE Std 802.1u™-2001, IEEE Std 802.1v™-2001, and IEEE 802.1s™-2002*)

IEEE 802.3 – AF – PoE – Power Over Ethernet

IETF – RFC 2474– Request For Comments – Definition of Diffentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers

IETF – RFC 791– Request For Comments – Type of Service - ToS

IETF. SIP : Session Initiation Protocol. Disponível em <<http://www.ietf.org/rfc>

INTEL – Overcoming Barriers to High-Quality Voice over IP Deployments – INTEL White paper – 2003 – disponível em www.intel.com

ITU-T – G107 – SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS International telephone connections and circuits – General definitions The E-model, a computational model for use in transmission planning

ITU-T P.1010 Recommendation ,fundamental voice transmission objectives for VoIP terminals and gateways, 07/2004

ITU-T P.800 Recommendation SERIES P: METHODS FOR SUBJECTIVE DETERMINATION OF TRANSMISSION QUALITY

ITU-T Recommendation G.723.1. GENERAL ASPECTS OF DIGITAL TRANSMISSION SYSTEMS DUAL RATE SPEECH CODER FOR MULTIMEDIA COMMUNICATIONS TRANSMITTING AT 5.3 AND 6.3 kbt/s

ITU-T Recommendation H.320, Narrowband Visual Telephone Systems and Terminal Equipment. 1993.

ITU-T Recommendation H.323, Packet-Based Multimedia Communications Systems. 1998.

ITU-T Recommendation P.800.1. SERIES P: TELEPHONE TRANSMISSION QUALITY, TELEPHONE INSTALLATIONS, LOCAL LINE NETWORKS. Methods for objective and subjective assessment of quality. Mean Opinion Score (MOS) terminology

ITU-T G.711 TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU GENERAL ASPECTS OF DIGITAL TRANSMISSION SYSTEMS TERMINAL EQUIPMENTS

JESZENSKY, P. J. E. , Sistemas telefônicos. São Paulo: Manolo 2003

JOHN Y.Ma, Hoi Y. CHONG, Mark E. Schultheis – Rapid System Engineering Assessment of Voice Over IP Deployment Decisions – Technology Review Journal – Spring/Summer 2005

JOHNSTON, Alan B. SIP understanding the Session Initiation Protocol. P. Hall, 2004.

KUROSE, J. F. ; ROSS, K. W. Redes de computadores e a internet uma nova abordagem. São Paulo: A. Wesley, 2003

Lei Geral de Telecomunicações, Regulamentos, Contratos de Concessão, Termos de Autorização e outros documentos emitidos pelo Ministério das Comunicações ou pela ANATEL. Disponível em www.anatel.gov.br acesso em 23 de abr. 2006.

M. L. Tronco et al, “Voz sobre IP: Implementação e Caracterização dos Principais Parâmetros de Qualidade de Serviço”, artigo, 2001. p1

MARTINS, J. Qualidade de Serviço (QoS) em Redes IP , Princípios Básicos. Disponível em <http://www.jsmnet.com>. Acesso em 24 de maio de 2005.

MATTES, A. , EMMERSON, B. – 21st Century Communications – An executive guide to Communications in the Enterprise. Capstone Publishing Ltd – Oxford OX4 IRE – UK – 2003

MILLER, M. A. , Voice Over IP Technologies: Building the Converged Network , N.York : MET Books 2002

N.E.T., 2001, *Voice Quality Evaluation for Communication Systems*, http://internet.net.com/products/narrowband/white_papers/home.shtml. Acesso em 11 de mar. de 2006

NETO, V.S. ; CARVALHO , F. T. A. Telecomunicações Tecnologia de centrais telefônicas CPA-E, CPA-T, tráfego e sinalização. São Paulo: Érica 1999

OHRTMAN, F., Softswitch : Architecture for VoIP (Professional Telecom) McGraw-Hill Professional; 1 edition Dec. 2002.

OLIVEIRA, S. R. F. – 2005 Solução corporativa VoIP: Caso prático disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialcorpvoip2/default.asp> acesso EM 24.04.06

PICQUENARD, Armel. Telecomunicações Avançadas Sistemas e Tecnologia. Editora Nacional 1978.

PIRES, J.C.L. ; PICCININI M.S. , *Ensaio BNDES* Serviços de telecomunicações: Aspectos tecnológicos – 1997 disponível em <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/ensaio/ensaio5.pdf> acesso em 06de nov. 2005.

RIBEIRO, Marcelo P.; BARRADAS, O.; Telecomunicações - Sistemas Analógico-Digitais,– LTC – Livros Técnicos Científicos. Editora S.A. 1980

RODDY, D ; COOLEN, J. Digital Communication P. Hall 1995

SATO, A.M - Considerações para a implantação de um PABX IP – 2004
<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialpabx/default.asp> acesso em 24.04.06

SHIM, C. Xie, L., Zhang B., Sloane, C.J. – How delay and packet loss impact voice quality in VoIP – Qovia , Inc – 2003 – disponível em www.qovia.com

SIEMENS AG Quality of Service: Protect and Enable Enterprise Business, September 2002

SIEMENS AG, Enterprise-grade Voice over Wireless LAN, White paper 2004 , Information and Communication Networks

SIEMENS COMMUNICATIONS, Whitepaper , benefícios na Migração para Plataformas HiPath 4000, 2005

SIEMENS, A.G. Introdução à comutação digital, Traduzido e adaptado do caderno TOPIC 7, 1988

SILVEIRA, L.M., MATARAZZO, E.A. Modelo OSI: conceitos em uma arquitetura estratificada. Disponível em <http://www.teleco.com.br/tutoriais> Acesso em 23 de maio 2006.

SITOLINO, C. L., ROCHOL, J. Voz sobre IP (VoIP) um estudo experimental – 2002 disponível em www.projetode redes.kitnet

SOARES, L. F. G. ; LEMOS, G.; COLCHER, S. Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM. Rio de Janeiro: Campus, 2. ed. , 1995.

SOARES, L.C; FREIRE, A. V., Redes Convergentes – estratégias de transmissão de voz sobre Frame Relay, ATM e IP – Rio de Janeiro – Alta Books – 2002.

SOTO, O. G. VoIP and broadband technologies – Southern Africa Development Community – Luanda, Angola, October 2005

STALLINGS, W. ; High-speed networks TCP/IP and ATM design principles. New Jersey: P. Hall, 1998

STEIN, Y.; SCHWARTZ, E. *Circuit Extension over IP: The Evolutionary Approach to Transporting Voice and Legacy Data over IP Networks*, white paper, RAD Data Communications. Disponível em http://www.tdmoip.com/wp_ceoip.htm .

SULKI, A., Practical Convergence TEQ Consult Group White Paper - 2002

SULKIN, A. Practical convergence – Migrating to an IP-PBX System – TEQConsult Group – 2002

SULKIN, A., PBX Systems for IP Telephony McGraw-Hill Professional; 1 edition April 2002

TANENBAUM, A. S. Computer Networks. New Jersey: P. Hall, 2000

TELEBRÁS, 220-600-705 - Especificações gerais centrais privadas de comutação telefônica CPCT tipo PABX CPA, emissão 03 Dez. 1987

TELEBRÁS, 220-600-706 - Especificações gerais centrais privadas de comutação telefônica CPCT tipo chefe-secretária, emissão 02 Jun. 1986

TELEBRÁS, 220-600-707 - Especificações gerais centrais privadas de comutação telefônica CPCT tipo distribuidor de chamadas, emissão 02 Jun.1986

TELEBRÁS, 220-600-707 - Especificações gerais centrais privadas de comutação telefônica CPCT tipo KS, emissão 03 Maio 1988

THE ROAD TO IP TELEPHONY : How Cisco Systems Migrated from PBX to IP

TRONCO, M. L. et al, “*Voz sobre IP: Implementação e Caracterização dos Principais Parâmetros de Qualidade de Serviço*”, artigo, 2001. p1

TUDE, E. 2002 – IP O que é disponível em www.teleco.com.br, acesso em 20.3.06

YOUNGBERG, S. - IP/Convergence – Strategies and Technologies. Siemens White paper – 2000 – disponível em www.icn.siemens.com acesso em 24 de maio 2005.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)