

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

ANDRÉ DOMINGUES DE PAULA

**ESTUDO DE GERÊNCIA SNMP EM PABX HÍBRIDOS**

CURITIBA  
2015

ANDRÉ DOMINGUES DE PAULA

## **ESTUDO DE GERÊNCIA SNMP EM PABX HÍBRIDOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Augusto Foronda

CURITIBA

2015

## RESUMO

DOMINGUES DE PAULA, André. **Estudo de gerenciamento SNMP em PABX híbridos**. 2015. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia de Sistemas de Telecomunicações), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Este trabalho tem como objetivo realizar estudo do protocolo de gerenciamento SNMP aplicado em centrais telefônicas privadas híbridas que possuem recursos analógicos, digitais, IP e as funcionalidades que estes equipamentos oferecem, com a finalidade de implementar o protocolo em um sistema real, obter os relatórios que o gerenciamento permite e analisar as informações obtidas.

**Palavras chave:** PABX híbrido. SNMP. Implementação.

## ABSTRACT

DOMINGUES DE PAULA, André. **SNMP management study on hybrid PBX**. 2015. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia de Sistemas de Telecomunicações), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

This work aims to conduct study of SNMP management protocol applied in hybrid private telephone exchanges that have analog capabilities, digital, IP and features that these devices offer, in order to implement the protocol in a real system, get reports that management allows and analyze the information obtained.

**Keywords:** Hybrid PBX. SNMP. Implementation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de blocos da NEC SV8100.....	20
Figura 2: Conexão de linha analógica a um PABX.....	25
Figura 3: Diagrama simplificado de central de comutação digital.....	26
Figura 4: Módulo de interface do usuário e linhas tronco.....	27
Figura 5: Estrutura de quadro PCM.....	30
Figura 6: DDR encaminhado pela operadora e direcionado ao ramal pelo PABX.....	31
Figura 7: Frame E1 CAS.....	33
Figura 8: ISDN Bri e Pri.....	37
Figura 9: Estrutura de link E1 ISDN-PRI.....	37
Figura 10: Pontos de referência ISDN.....	38
Figura 11: Digitalização do sinal de voz em pacotes IP.....	40
Figura 12: Protocolos Voip.....	41
Figura 13: Estrutura e camadas do conjunto dos protocolos mais importantes.....	42
Figura 14: Núcleo do protocolo H.323.....	43
Figura 15: Suite SIP.....	47
Figura 16: Modelo de comunicação entre gerente e agente.....	56
Figura 17: Estrutura das PDUs SNMP.....	57
Figura 18: Modelo arquitetural SNMP.....	57
Figura 19: Árvore da SMI.....	58
Figura 20: Visão geral da árvore da MIB II.....	60
Figura 21: Gabinete LBP22 da MX-One.....	65
Figura 22: Topologia do sistema de telefonia da rede.....	67
Figura 23: Representação da topologia.....	68
Figura 24: Árvore do arquivo MIB da MX-One.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo entre PABX .....	24
Tabela 2: Sinalização multifrequencial DTMF .....	28
Tabela 3: Características de interface 75 $\Omega$ .....	31
Tabela 4: Características da interface 120 $\Omega$ .....	32
Tabela 5: Sinalização R2 Digital.....	33
Tabela 6: Sinalização MFC enviada de um PABX para a PSTN.....	34
Tabela 7: Sinalização MFC enviada da PSTN para uma PABX.....	35
Tabela 8: Grupos I e II.....	35
Tabela 9: Grupos A e B.....	36
Tabela 10: Tabela de endereços de rede.....	69

## LISTA DE SIGLAS

ADPCM	Adaptive Differential Pulse-Code Modulation
AF	<i>Assured Forward</i>
AVVID	Architecture for Voice, Vídeo and Integrated Data
BE	BestEffort
CAC	<i>Call Admission Control</i>
CBWFQ	Class-Based Weighted for Queueing
CCS	<i>Common Channel Signalling</i>
CNG	<i>Comfort Noise Generator</i>
CPA	Controle de Programa Armazenado
CS	<i>Class Selector</i>
DID	<i>Direct Inward Dialing</i>
DSCP	<i>DiffServ Code Point</i>
DSP	Processadores Digital de Sinais
DTMF	Dual-Tone Multi-Frequency
DTX	<i>Discontinuous Transmission</i>
EF	<i>Expedited Forwarding</i>
FCC	<i>Federal Communication Commission</i>
FCS	<i>Frame Check Sequence</i>
FXS	<i>Foreign eXchange Station</i>
HDB3	<i>High Density Bipolar With 3</i>
HDLC	<i>High-Level Data Link Protocol</i>
ICMP	<i>Internet Control Message Protocol</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LAPD	<i>Link Access Procedure on the D-channel</i>
LLQ	Low Latence Queueing
MC	Multipoint Controller
MCU	Multipoint Controls Unit
MFC	Multi Frequencial Compelida
MOS	<i>Mean Opinion Score</i>
MGU	Media Gateway Unit
MP	Multipoint Control Unit
MP-MLQ	Multiple-Maximum Likelihood Quantization
MPLS	<i>Multi-layer Protocol Label Switching</i>
OID	<i>Object Identifier</i>
PABX	<i>Private Automatic Branch Exchange</i>
PCM	Modulação por Código de Pulso
PDU	<i>Protocol Data Unit</i>
POE	<i>Power Over Ethernet</i>
PQ	Priority Queue
PPP	<i>Point-to-Point Protorcol</i>
QOS	Quality of Service
RTCP	<i>Real Time Controler Protocol</i>
RTP	<i>Real Time Protocol</i>
RTSP	<i>Real Time Streaming Protocol</i>
SAP	Session Announcement Protocol

SDP	<i>Session Description Protocol</i>
SMI	<i>Structure of Management Information</i>
SNMP	Simple Network Management Protocol
TFTP	<i>Trivial File Transfer Protocol</i>
TSE	<i>Telephone Server)</i>
TSW	<i>Telephone Switch)</i>
STFC	Serviço Telefônico Fixo Comutado
TCP	Transmission Control Protocol
TDM	<i>Time Division Multiplex</i>
TOS	<i>Type of Service</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
VAD	<i>Voice Activity Detector</i>
WFQ	Weighted Fair Queueing



## LISTA DE ACRÔNIMOS

ACELP	Algebraic-Code-Excited Linear Prediction
ANATEL	<i>Agencia Nacional de Telecomunicações</i>
BER	<i>Basic Encoding Rules</i>
CAS	Sinalização de Canal Associado
CS-ACELP	<i>Conjugate Structure, Algebraic-Code-Excited Linear Prediction</i>
COBIT	<i>Control Objectives for Information and related Technology</i>
FIFO	First In First Out
ITIL	<i>Information Technology Infrastructure Library</i>
LAN	Local Area Network
LD-CELP	<i>Low-Delay, Code-Excited Linear Prediction</i>
MBONE	Multicast Backbone
MEGACO	<i>Media Gateway Control Protocol</i>
MIB	<i>Management Information Base</i>
OSI	<i>Open Systems Interconnection</i>
SIP	Session Initiation Protocol
URA	<i>Unidade de Resposta Audível</i>
VLAN	Virtual Local Area Network
VOIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>
WAN	Wide Area Network

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	PROBLEMA.....	12
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
1.3	OBJETIVOS.....	13
1.3.1	Objetivos Gerais.....	13
1.3.2	Objetivos Específicos.....	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
2.1	EQUIPAMENTOS HÍBRIDOS.....	17
2.1.1	Arquitetura.....	18
2.1.2	Componentes Principais.....	21
2.1.3	Características.....	23
2.1.4	Comparativo.....	24
2.2	ENTRONCAMENTO.....	24
2.2.1	Tronco Analógico.....	25
2.2.2	Tronco Digital.....	29
2.3	VOIP.....	39
2.3.1	Protocolos.....	41
2.3.2	CODECS.....	49
2.3.3	Qualidade de Voz.....	51
2.4	PROTOCOLO SNMP.....	54
2.4.1	Arquitetura.....	55
2.4.2	Estrutura de Dados.....	58
2.4.3	MIB.....	59
2.5	OBJETOS GERENCIÁVEIS DO PABX HÍBRIDO.....	61
<b>3</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO.....</b>	<b>64</b>
3.1	O SERVIDOR DE TELEFONIA.....	64
3.2	EQUIPAMENTO DE LABORATÓRIO.....	66
3.3	TOPOLOGIA.....	67
3.4	OBTENÇÃO DE RELATÓRIOS.....	69
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido à complexidade dos dispositivos de sistemas de telecomunicações e sua grande área de abrangência, ferramentas de gerencia remotas são amplamente utilizadas em redes de comunicações.

Para garantir a qualidade esperada do serviço, o protocolo aberto de redes SNMP (*Simple Network Management Protocol*), apresenta características de gerenciamento que os grandes fabricantes de equipamentos de rede e telecomunicações implementam em seus sistemas e apresentam interface de comunicação e gerenciamento que permite coletar, gerar e gerenciar informações remotamente.

Os sistemas híbridos têm como proposta oferecer a confiabilidade dos serviços convencionais da telefonia analógica somada com os recursos da tecnologia IP (*Internet Protocol*), utilizando a infraestrutura pré-existente, que propõem um sistema de comunicação avançado de alto desempenho e flexível com a convergência dessas duas tecnologias, combinando soluções dos recursos analógicos e digitais e capacidade de inter-operar em qualquer rede IP. Também permitem a migração de redes separadas para rede IP de maneira gradual.

Entre os recursos que a nova tecnologia dos equipamentos PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), os híbridos oferecem o suporte ao gerenciamento utilizando o protocolo SNMP sobre a rede IP, que dispõem de características que permitem monitorar e manter o sistema, coletar informações sobre os dispositivos, gerar informações sobre a qualidade dos equipamentos e dos links, e permitem previsões de possíveis falhas com gerenciamento proativo e informações para revisar o projeto de rede e sua arquitetura.

Dentre as funções mais importantes do gerenciamento para o PABX híbrido se destacam a sua capacidade e flexibilidade de administrar o sistema, o gerenciamento de falhas e a atualização do software do sistema.

O estudo do protocolo aberto SNMP será direcionado para aplicações com PABX híbridos, opção de comunicação corporativa de médio e grande porte, seja qual for o objetivo de uma organização governamental ou privada, sempre será necessário a disponibilidade e eficiência do sistema de telecomunicações.

## **1.1 PROBLEMA**

O processo de migração dos sistemas de telecomunicações nos ambientes corporativos para a convergência de voz e dados em uma mesma infraestrutura, vem de encontro com as novas preocupações das empresas que geralmente acompanha um planejamento que busca a redução de custos, melhor eficiência operacional e aumento da produtividade e competitividade.

Constatou-se que a melhoria e modernização nos serviços e equipamento de Tecnologia da Informação e telecomunicações estão diretamente relacionados ao aumento da produtividade e eficiência por proporcionar relevantes ganhos de tempo, velocidade nas ações das empresas, confiabilidade e disponibilidade dos dados e das comunicações. As TIs e telecomunicações tornaram-se fundamentais para o desenvolvimento e evolução organizacional, da economia e da sociedade.

O acompanhamento tecnológico no ambiente corporativo no que tange as comunicações, faz parte também deste avanço dos meios de transmissão. O PABX híbrido se apresenta como solução viável para a empresa implantar tecnologias que permitam maior controle do fluxo de informação e aproxima distâncias geográficas, mas que também não se pretenda substituir totalmente a infraestrutura legada.

Nesta realidade, monitorar e gerenciar os sistemas de comunicação e identificar os principais parâmetros de desempenho é imprescindível. O propósito de estudar o gerenciamento de PABX híbridos é devido ao grande espaço que estas centrais privadas estão ocupando nos meios corporativos e ao grande impacto no sistema gerencial, que envolve todos os setores e implica na utilização da tecnologia de maneira a atender a necessidade em relação aos aspectos físicos e administrativos de uma organização.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Considerando um ambiente heterogêneo e a importância do gerenciamento dos dispositivos que formam uma rede IP, o PABX híbrido possui um sistema de gestão que permite o gerenciamento de incidentes e problemas, seu registro, suporte e classificação dos alertas, investigação, diagnóstico e detectar a

origem do incidente e subsequente resolução e prevenção: produção de informações gerenciais, controle do problema e do erro e prevenção pró-ativa de problemas.

Um sistema gerencial também deve possuir um gerenciamento de mudanças que assegura a utilização dos componentes nos serviços de telecomunicação em termos de eficácia em relação ao propósito e em atender a necessidade das comunicações.

O gerenciamento de configuração que fornece controle direto dos equipamentos que melhoram a capacidade e qualidade dos fornecedores de serviços, de maneira econômica e efetiva, complementa um sistema de gestão que permite aos gerentes avaliar os riscos e controlar os investimentos em telecomunicações.

A utilização do protocolo de gerência de redes SNMP, por meio de um gerente, realiza a coleta de dados e o tratamento através de requisições e obtendo respostas do agente, os equipamentos gerenciados que também se utilizam de mecanismo de segurança capaz de gerar notificações quando alguma condição anormal de operação ocorre (TANEMBAUM, 1997).

Estes conceitos de gerência evidencia a relevância de utilizar metodologias de gestão de TI que permite avaliar e parametrizar os dados de gerenciamento do PABX híbrido, a partir de bases de informações gerenciáveis que contém valores variáveis de operação em um dado instante, que são disponibilizadas pelos fabricantes com a implementação do agente nos equipamentos gerenciáveis conforme suas características, porém muitas das informações obtidas através do protocolo SNMP são coincidentes de maneira proposital em função da importância de seu conteúdo para o sistema de gerenciamento.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivos Gerais**

Estudar os elementos gerenciáveis de equipamentos de telecomunicações com tecnologia digital e analógica, em específico os PABX

híbridos. Descrever suas funcionalidades, a partir de diferentes características de tecnologias utilizadas pelos fabricantes, avaliar e parametrizar os dados de gerenciamentos, com uso do protocolo SNMP.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Como os agentes de gerenciamento são implementados pelos fabricantes em seus equipamentos, conhecer o funcionamento do protocolo SNMP e suas características na utilização em PABX híbridos torna-se fundamental para o estudo de gerenciamento destes equipamentos.

Descrever as etapas de implementação de gerenciamento SNMP de maneira a compreender o conteúdo das informações obtidas através de requisições ou notificações, a partir de uma Base de Informação Gerenciável.

Analisar os diferentes dados gerenciáveis e recursos utilizados para a comunicação analógica e digital e parametrizar dispositivos monitorados em função sua relevância para a gerência e tecnologias empregada.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os benefícios de gerenciamento de rede SNMP são conhecidos pela interoperabilidade das redes, alertas sobre eventos e possíveis problemas, captura de dados essenciais para a eficiência da comunicação, possibilidade de gerar gráficos dos eventos de rede e comparativos. A ideia inicial do protocolo era dar suporte e manutenção somente dos equipamentos que proporcionavam conectividade e controle de trechos de comunicação como *router*, *switch*, etc. Verificada suas vantagens, o gerenciamento foi sendo incorporados a outros equipamentos que se conectavam a rede que não estão diretamente relacionando com seu funcionamento, como impressoras, estações de trabalhos, nobreak e outros.

Devido às soluções de gerencia proprietárias possuírem interfaces e protocolos fechados, específicos e incompatíveis com equipamentos de outros fabricantes, o SNMP se apresenta como protocolo padrão na gerencia de redes e as empresas desenvolvedoras de tecnologia de redes baseado em TCP/IP, implementam o agente SNMP em seus dispositivos (Gerenciamento de Redes: Estudos de Protocolos, 1997).

Os PABX híbridos estão preparados para o tráfego IP, em sua maioria com agente SNMP implementado, faz parte de um domínio de elementos gerenciáveis, que produz informações relevantes como status e estatísticas importantes para o funcionamento do hardware e sistema, e se adapta muito bem a topologias de rede heterogênea (NEAX, 2004).

A capacidade de gerenciamento de redes do protocolo SNMP, através de sua arquitetura formada por estação de gerenciamento, entidades gerenciáveis e base de dados gerenciáveis, permite remotamente o controle de limiares pré-definidos para evitar anomalias e falhas nos dispositivos e componentes, também controlando dados usados na evolução ou reconfiguração da capacidade adequada de recursos de sistemas e rede, descritos no processo de gerencia de desempenho e capacidade, conforme os padrões de boas práticas referentes ao uso da TI previstos na ITIL/COBIT (*Information Technology Infrastructure Library/Control Objectives for Information and related Technology*), que também gerencia mudanças através das atividades de evolução de rede e sistemas, relacionadas com aumento

de capacidade, atualização de versões ou rearranjos da topologia (Processo de Gerenciamento Baseado em ITIL/COBIT, 2014).

O tratamento dos requisitos orientados aos usuários, o gerenciamento rede aplicável à central telefônica híbrida é o modelo funcional, cujas aplicações são definidas no modelo OSI (*Open Systems Interconnection*), em que cada área é definida um conjunto de funções. A gerencia de configuração vai tratar do estado da rede, links e terminais. A gerencia de desempenho analisa a vazão e taxa de erro dos recursos de rede. A gerencia de falhas gere os eventos de comportamento anormal, hardware e sistema, também de maneira assíncrona. As gerencias de contabilidade e segurança também se aplicam aos PABX híbridos, mas não serão abordadas neste trabalho (Gerência de Redes de Computadores e de Telecomunicações, 2014)

A identificação de eventos no sistema, seus componentes e objetos gerenciados torna-se importante para tratamento dos dados geridos pelo agente SNMP e definição dos limiares das variáveis encontradas nas bases de informação gerenciáveis. Informações de códigos e instalação de hardware, software do sistema, licenças instaladas e dados de VOIP, (*Voice over Internet Protocol*), são encaminhados para o gerente (NEC, 2011).

Como alguns dos objetos de grande relevância para o gerenciamento do sistema são os *traps*, alarmes que podem informar ao gerente o status do sistema como o *coldstart* ou de *link-down* ou possuir uma tabela *EnterpriseSpecific*, que são códigos específicos definidos pelo fabricante, que podem disponibilizar informações mais detalhadas dos equipamentos, como falhas ou remoção de placas, falha e reestabelecimento de energia, tráfego de rede IP excedeu o limite de banda, entre outros. Com requisições o gerente pode receber dados baseados nos grupos da Mib-II, *System*, *Interface*, *Address Translation*, IP, ICMP (*Internet Control Message Protocol*), TCP, UDP (*User Datagram Protocol*) e SNMP, além das variáveis fornecidas pelas Mib's (*Management Information Base*) proprietárias (NEAX, 2004, SIEMENS, 2006, NEC, 2011).



## 2.1 EQUIPAMENTOS HÍBRIDOS

No mercado de centrais PABX e ramais telefônicos, o Brasil está bastante atrasado, mesmo comparando com outros países da América Latina. No final da década passada os grandes fabricantes estimaram que o país possuía cerca de 85% de telefones analógicos e estes apostavam num intenso ciclo de migração destes terminais indo direto para o IP puro, dessa forma pulando a etapa do analógico para digital.

Mas como consequência da reserva de mercado e dos custos elevados da tecnologia IP foi o impeditivo para que essa migração ocorresse da forma direta como era estimado, como sugere Rodrigo Uchoa, diretor de desenvolvimento de novos negócios da Cisco (Para a Cisco, o país migra do PABX analógico direto para o IP, 2008).

Um estudo realizado em 2012 pela Siemens Enterprise Communications sobre o Estado das Comunicações nas Empresas confirma que as comunicações nas empresas estão em transição do PABX para o IP, das instalações locais para a nuvem e que as infraestruturas IP genuínas geram para as organizações uma economia de 43% em relação ao PABX tradicional.

Revelou também que a mobilidade está cada vez mais comum no ambiente de trabalho e leva as empresas a se adaptarem à tecnologia de computação em nuvem e que questões relacionadas como o tamanho as equipes e a formação de pessoal muitas vezes adiam a migração para a plataforma de comunicação unificada.

Foram entrevistados mais de 1100 integrantes de empresas com mais de 500 funcionários nos Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, China, Índia, Brasil, Rússia e Suécia e 91% dos entrevistados informaram que a método mais comum é o uso da comunicação IP ao lado de sistemas legados de PABX (Estudo da Siemens mostra que soluções de comunicação IP proporcionam economia de 43% para empresas, 2012).

O presidente da Leucotron Marcos Goulart afirma que é perceptível que a migração está ocorrendo, mas percebe que as empresas, principalmente as de médio porte, optam mais pelos terminais híbridos do que pelo IP puro e um dos fatores por essa opção é o alto custo e velocidade da transmissão de dados,

atribuindo o ritmo da migração em função da evolução da infra-estrutura (Leucotron: cresce a demanda por PABX híbrido, 2008).

Estas informações comprovam a popularidade dos PABX híbridos em grande parte das empresas que vem de encontro com a necessidade das comunicações em tempo real móveis, simplificação e aumento de produtividade a usuários finais, interconexões e redução de custos.

### **2.1.1 Arquitetura**

Os PABX híbridos possuem a arquitetura semelhante a um PABX tradicional que permite que o equipamento trabalhe com ramais e troncos analógicos, ramais e troncos digitais, além da interface para ligações móveis.

A arquitetura de um PABX tradicional é formada pelos seguintes componentes (Tutoriais VOIP: PABX IP, 2004):

- Controlador de processo: que executa o software de comunicação que opera todas as funcionalidades do sistema;
- Módulos: que são placas de interfaces que fazem a interligação de com dispositivos de ponta analógicos ou digitais e placas de interface de diferentes tipos que fazem a comunicação da com o serviço telefônico fixo comutado (STFC);
- Módulo de interconexão: que permitem a interconexão de portas em diferentes módulos; e
- Dispositivos de ponta: que são utilizados para acessar as funcionalidades do sistema e podem ser analógicos e digitais.

Para se caracterizar PABX híbrido, o equipamento precisar ter uma arquitetura que permita realizar ligações sobre uma rede de dados IP, fazendo dessa forma a convergência da rede de dados com a rede de telefonia, que além de permitir que o equipamento trabalhe com ramais e troncos analógicos, ramais e troncos digitais e ligações móveis, trabalhe também com ramais e troncos IP.

A arquitetura de um PABX híbrido é formada pelos seguintes componentes (Tutoriais VOIP: PABX IP, 2004):

- Controlador de processo: o software é executado a partir de um sistema operacional padrão;

- Módulos: que são placas de interfaces que fazem a interligação de com dispositivos de ponta analógicos ou digitais e placas de interface de diferentes tipos que fazem a comunicação da com a STFC;
- Gateway: são interfaces que convertem a sinalização e o canal de voz para IP, fazendo a integração com a rede STFC e telefones analógicos, digitais e IP;
- Módulo de interconexão: que permite a interconexão de portas em diferentes módulos, inclusive do gateway; e
- Dispositivos de ponta: que são utilizados para acessar as funcionalidades do sistema e podem ser analógicos, digitais e IP.

Em sistemas de maior porte, a arquitetura pode ser distribuída ao invés de centralizada. O controlador de processo pode ser um servidor de comunicação em um equipamento separado, podendo ser virtualizado ou não, o gateway também pode ser um equipamento conectado na rede IP assim como os módulos de interconexão pode ser realizado a partir da própria rede IP.

Segue abaixo diagrama de bloco que exemplifica um modelo de arquitetura e sua explicação:

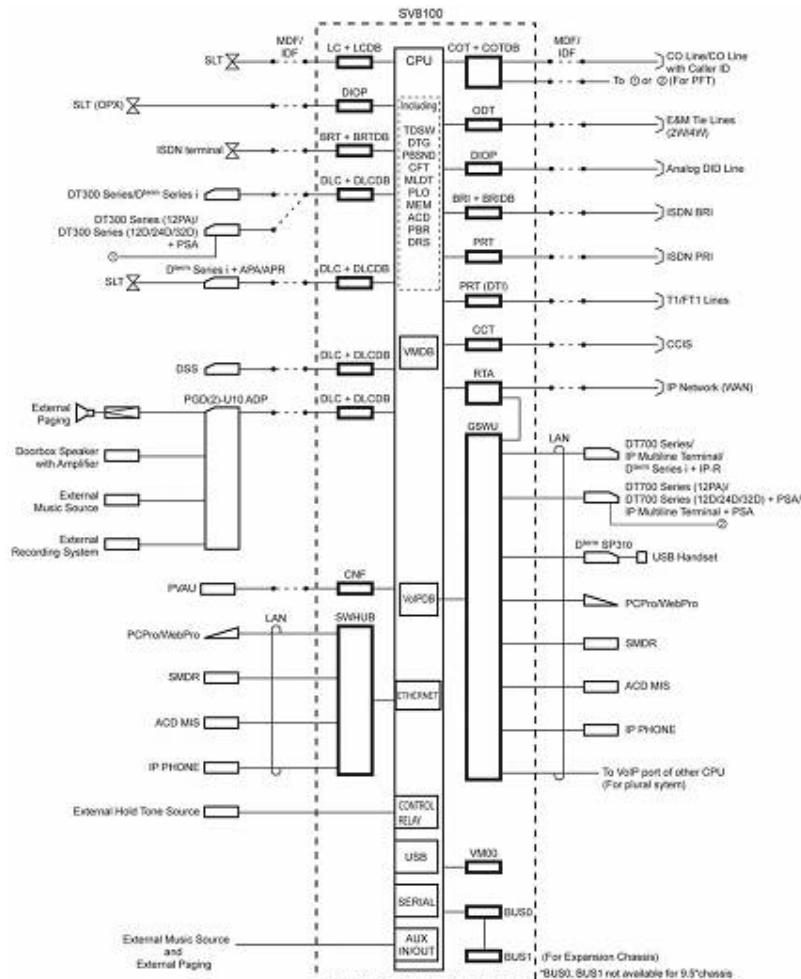


Figura 1: Diagrama de blocos da NEC SV8100 (Fonte: NEC SV8100 – System Hardware, 2010).

O Diagrama de blocos mostra as placas que podem ser instaladas no gabinete e o número de canais que é suportado.

Verifica-se que o componente principal possui diversos serviços inclusos nela como chave de divisão de tempo, gerador de tom digital, conferência de tronco, memória principal, distribuidor automático de chamadas, receptor e encaminhador de chamadas internas, dispositivo de registro servidor.

Ao lado esquerdo são conectadas as placas para serviço interno como placa de ramais, que possui o distribuidor principal e intermediário de quadros, com recursos para discagem direta a ramal e interface de terminal ISDN (*Integrated Services Digital Network*), interface para terminal digital, utilizado para conectar aparelhos digitais proprietários, como as mesas operadoras e os consoles de seleção de estação direta, assim como reprodução externa de som, microfone com amplificador, fonte de música externa e gravação externa de som.

Também possui placa de ponte de conferência com pacotes de aplicação de voz, funcionalidades com a interface *ethernet*, que pode utilizar uma placa *switch*, que conecta o gerenciador, tarifador, distribuidor automático de chamada através de sistema de gerenciamento de informação e IP fone.

A CPU disponibiliza também serviços internos como controle de relê, reprodução externa e fonte de música externa.

No lado direito, o diagrama demonstra as interfaces que farão conexão com o mundo exterior, começando pela placa tronco analógica que dispõe de recurso de distribuição principal e intermediária de quadros e transferência em caso de falha de energia, entroncamento através de linha de interligação, dispositivo de discagem direta a ramal analógico, ISDN com acesso básico e primário e entroncamento com protocolo proprietário.

Na conexão WAN disponibiliza tecnologia POE (*Power Over Ethernet*) Gigabit que permite utilizar terminais digitais, proprietários, software de gerenciamento remoto, tarifador remoto, distribuidor automático de chamada através de sistema de gerenciamento de informação e IP fone remotos e conexão para vários sistemas.

Utilizando conexão serial permite interligar mais gabinete para ampliação do sistema.

### **2.1.2 Componentes Principais**

Os PABX híbridos devem estar em conformidade com a Parte 68 da FCC (*Federal Communication Commission*) que regula a conexão direta de equipamentos terminais para a Rede de Telefonia Pública Comutada (PSTN) e instalações dos de propriedade dos fabricantes de telefonia fixa, usados para fornecer serviços de linhas privadas, além de prover padrão em relação a compatibilidade do aparelho auditivo, controle de volume, frequência pra discagem e critérios técnicos para fiação interna, conectores, etc. (FCC, Part 68).

Por serem equipamentos de Classe A, ou seja, os que se destinam para serem instalados em estações de telecomunicações, também devem estar em conformidade com a Parte 15 da FCC, no que se refere a equipamentos que usa e pode irradiar energia de radiofrequência e são exigidos ensaios de compatibilidade

eletromagnética pela ANATEL (*Agencia Nacional de Telecomunicações*), que abrange emissão, imunidade e resistibilidade (Resolução Anatel nº 442, 2006).

Os principais componentes do PABX híbrido são listados abaixo com suas descrições de funcionamento e características (NEC SV8100 – System Hardware, 2010):

- Placa Base: Placa que possui slots universais para conexão de outras placas, geralmente acoplada ao gabinete;

- Placa CPU: Somente uma placa cpu controla todo o sistema, todas outras placas conectadas a placa base, memórias e software principal. Geralmente possui interfaces como ethernet, serial COM e/ou USB, entrada e saída de áudio e slot para *Compact Flash*, que são utilizados para comunicação LAN, WAN e VOIP, tarifação, atualização, gravação de mensagens de áudio e atendimento automático, além de possuir slots para conexão de outros dispositivos auxiliares;

- Memória de Expansão: Necessário quanto utilizado com grande número de portas e liberação de facilidades, sendo que o software principal inicialmente é carregado nela;

- Cartão de Sistema de Resposta à Voz: *Compact Flash* necessário para correio de voz e URA (*Unidade de Resposta Audível*);

- Placa de Ramal Analógico: Placas com número de portas variável para conectar terminais telefônicos analógicos, aparelho de fax e modem analógico;

- Placa de Ramal Digital: Também disponível com número de portas variável para conectar terminais digitais, mesa operadora, consoles, etc.;

- Placa de Tronco Analógico: Utilizada para conectar com a rede PSTN através de TDM (*Time Division Multiplex*);

- Placa de Tronco Digital: Utilizada para conecta com a rede PSTN através de entroncamento ISDN ou CAS através de canal E1.

- Placa VOIP: Necessária para soluções VOIP, que possui número de canais variável, geralmente disponibilizados por aquisição de licença. Possui porta Ethernet 10/100/1000 M para pacotes RTP (*Real Time Protocol*)/RTCP (*Real Time Controler Protocol*), além de codecs.

Pode possuir placas como entroncamento GSM, atuação de sensores, *routers*, *switches*, conferencia ou ainda outras utilizadas em países com padrão diferente ao europeu.

### 2.1.3 Características

O que caracteriza uma central telefônica como híbrida é a possibilidade do PABX utilizar uma placa interface que é responsável pelo processamento das informações de rede, protocolos de acesso e conexões com a rede LAN e WAN. Geralmente responsáveis pelos canais VOIP e pelo processamento dos sinais de voz e sua conversão em pacote de dados dentro da rede.

Através desta interface as informações referentes à voz são transmitidas pela rede local ou pela internet, utilizando o protocolo H323 ou SIP, que além de utilizar a estrutura da rede de telefonia existente, é possível utilizar a rede de dados para realizar e receber chamadas pelos telefones H323 ou SIP, por softphones em computadores ou dispositivos móveis como smartphones, funcionando como gateway de voz TDM e IP.

Em relação ao suporte em processamento de sinais, pode possuir as seguintes características (Intelbrás Manual Placa Base ICIP30 Placa Codec ICIP30 Impacta220, 2013):

- Controle adaptável e fixo de *jitter buffer* tecnologia de ocultação de perda de pacotes;
- Codificação digital de voz: GSM Full Rate 6.10, G.711 PCM (A-law e u-law) e G729AB, G.726 (ADPCM), Detecção de Atividade de Voz (VAD), Geração de Ruído de Conforto (CNG), Cancelamento de eco (LEC - G.168-2002, até 128ms) e Controle Automático de Ganho (AGC); e
- Sinalização DTMF (*In-Band*, RFC 2833 e SIP INFO).

Esta interface geralmente é responsável por fornecer outras funcionalidades, tais como (Siemens HiPath 3000 – HiPath Gateway - HG 1500V3.0 - Networking IP, 2004):

- Prover entroncamento IP e ramais IP;
- Juntadores IP tronco-a-tronco e proxy (operadora VOIP);
- Suportar VLANs;
- Atualização de firmware;
- Suportar configuração via navegador web;
- Proteção do sistema via firewall;
- Controle de licenças;

- Controle de tráfego;
- Conexão com bilhetador;
- Monitor E1;
- Geração de logs locais e remotos;
- Registro de um endereço DNS dinâmico;
- Indicação de prioridade de mensagens em relação a outras (QoS (*Quality of Service*), protocolo IP Precedence);
- Detecção de brute force attack; e
- Gerenciamento do sistema via protocolo SNMP.

### 2.1.4 Comparativo

Para podermos visualizar melhor as diferenças e semelhanças entre os tipos de PABX, tradicional, híbrido ou IP, segue abaixo uma tabela com as principais características de cada um deles (Tutoriais VOIP: PABX IP, 2004).

**Tabela 1: Comparativo entre PABX (Fonte: Tutoriais VOIP: PABX IP, 2004).**

	PABX Tradicional	PABX Híbrido	PABX IP
<b>Comutação</b>	Por circuito	Por circuito e por pacotes	Por pacotes
<b>Arquitetura</b>	Centralizada	Centralizada ou distribuída	Distribuída
<b>Topologia</b>	Estrela	Estrela e backbone	Backbone
<b>Instalação elétrica</b>	Par de fios	Par de fios e qualquer nó da rede TCP/IP	Qualquer nó da rede TCP/IP
<b>Capacidade</b>	Limitado ao hardware	Limitado ao hardware, largura de banda e licenças	Limitado a largura de banda e licenças
<b>Escalabilidade</b>	Complexo (depende do hardware)	Complexo para analógico ou digital e fácil para IP	Fácil (adicionar novos servidores / licenças)
<b>Convergência</b>	Nenhuma (voz e dados em redes separadas)	Média (voz em rede de voz ou rede de dados)	Total (voz e dados em uma única rede)
<b>Conectividade</b>	Nenhuma	Total (gateway TDM/IP)	Total (utiliza o mesmo protocolo)
<b>Flexibilidade</b>	Pouca (requer mudança física)	Média (requer mudança física ou utiliza qualquer nó da rede)	Grande (utiliza qualquer nó da rede)
<b>Aplicação</b>	Limitada aos recursos tradicionais de voz	Aplicações baseadas em software	Aplicações baseadas em software
<b>Novas aplicações</b>	Precisa de interfaces ou placas	Pode precisar de interfaces, placas ou somente programação	Somente programação
<b>Redundância</b>	Não existe	Não existe	Servidores configurados como backup
<b>Configuração do sistema</b>	Complexa	Média (normalmente baseado em web)	Média (normalmente baseado em web)
<b>Interconexão</b>	Não suporta	Vários PABX através de VPN/WAN	Vários PABX através de VPN/WAN
<b>Integração com PC</b>	Bilhetagem e configuração	Integrado	Integrado

## 2.2 ENTRONCAMENTO

O entroncamento vai interligar os sistemas privados à rede pública de telecomunicações e/ou a outros sistemas privados, sendo os mais utilizados no

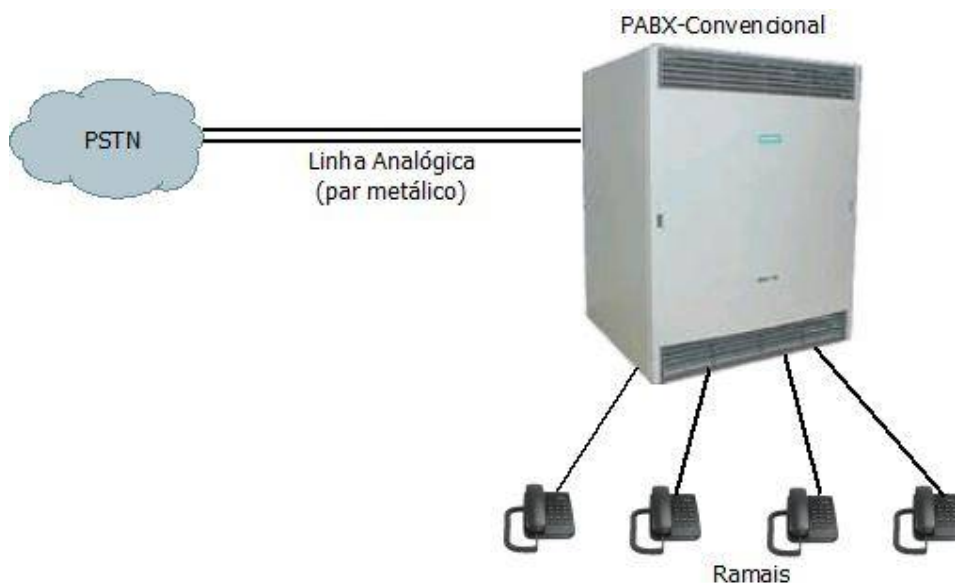


Brasil as linhas analógicas, o tronco E1 R2-MFC, conhecido como sinalização de Canal Associado (CAS), o E1 ISDN acesso primário que compõe a Telefonia Convencional. Por ser síncrona possui alta qualidade e pouco atraso nas transmissões, não necessitando de retransmissões e a forma de conexão através de comutação por circuitos é sua principal característica, que uma vez estabelecida permanece ativa durante todo o tempo da chamada.

A Telefonia IP fornece uma forma alternativa de entroncamento aos sistemas existentes e deve prover as mesmas funcionalidades e qualidades da Telefonia Convencional, oferecendo uma comunicação inteligível e interativa (Digivoice, 2013), porém utilizando características diferentes, como a comutação por pacotes.

### 2.2.1 Tronco Analógico

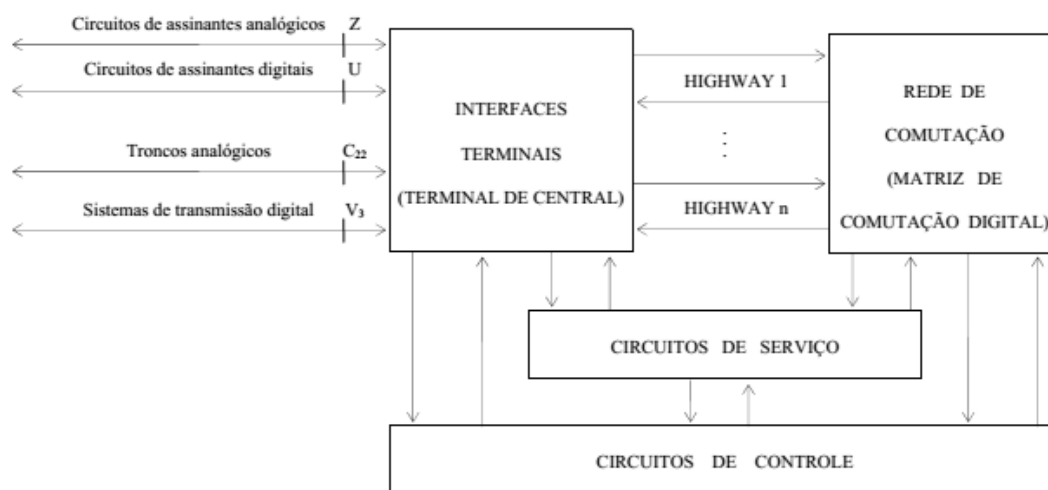
O tronco analógico é um par metálico disponibilizado pelas operadoras de Telefonia Convencional através de uma central CPA (Controle de Programa Armazenado) que é conectada ao PABX através de interface própria para conectar este tipo de tronco, usando a terminologia FXS (*Foreign eXchange Station*).



**Figura 2: Conexão de linha analógica a um PABX (Fonte: Troncos Analógicos e Troncos Digitais – Digivoice, 2014)**

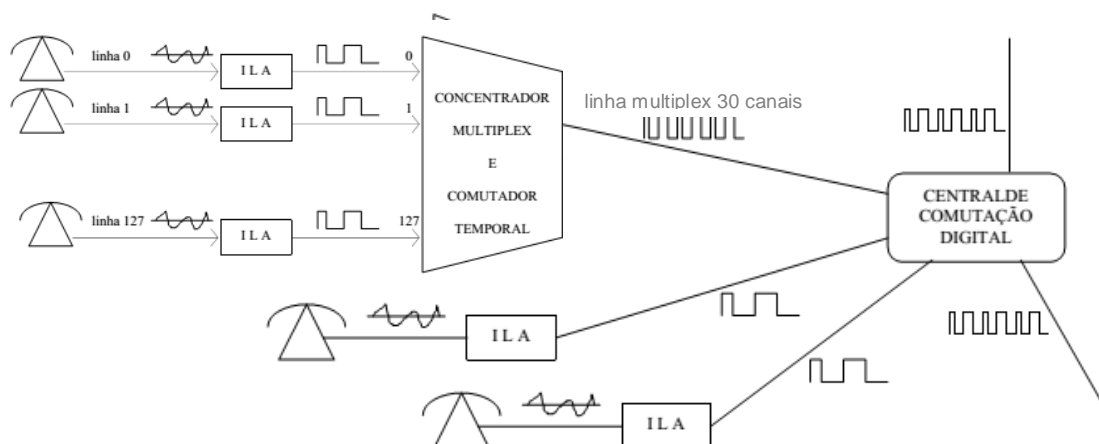
Através das Interfaces Terminais das CPA's, os troncos analógicos são fornecidos pela interface Z que utiliza sinalização por corrente contínua, destinadas

para conexão de linha analógica de assinante à central, tendo todas as funções do circuito de assinante convencional, sendo a mais indicada como entroncamento analógico a interface C22 que possui como sinalização de linha a sinalização usuário-rede e tem as funções do circuito tronco convencional podendo ser conectada a uma interface Z de outra central. Esta interface é acrescida das funções de conversão A/D e D/A, inserção de sinalização, e conversão de 2 para 4 fios (Resolução ANATEL nº 390, 2004).



**Figura 3: Diagrama simplificado de central de comutação digital (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).**

Quando a interface é de assinante, geralmente é utilizada a concentração de tráfego pois somente uma pequena parcela dos assinantes utilizam simultaneamente o telefone. Neste caso é comum utilizar-se uma concentração de 128 linhas de assinante para 30 canais PCM (Modulação por Código de Pulso). Nas linhas tronco a multiplexação é feita sem concentração de tráfego, sendo que todas as interfaces terminais geralmente podem realizar a comutação temporal durante a multiplexação (Curso de Telefonia Digital - ETFSC UNED/SJ, 2014).



**Figura 4: Módulo de interface do usuário e linhas tronco (Fonte: Curso de Telefonia Digital - ETFSC UNED/SJ, 2014).**

Com exceção dos níveis relativos nominais, perda de retorno e simetria longitudinal, as características elétricas da interface Z são (Resolução ANATEL nº 390, 2004):

A impedância nominal da CPCT, vista nos acessos da interface Z, deve ser de  $900 \Omega$  resistivos.

Por intermédio da interface Z como tronco unidirecional em CPCT (Centrais Privadas de Comutação Telefônica) com DDR (Discagem Direta a Ramal), deve ser possível a realização das seguintes funções:

I – transmissão bidirecional de sinais analógicos na faixa de frequência de 300 Hz a 3.400 Hz, com nível máximo de  $3,14 \text{ dBm}_0 \pm 0,3 \text{ dB}$ ;

II – sinalização de linha por corrente contínua nas chamadas de entrada;

III – supervisão da condição de livre ou ocupado;

IV – alimentação de  $-48 \text{ V} \pm 4 \text{ V}$  para a central telefônica, com capacidade de corrente para conexão com linhas de comprimento entre 0 e 3 km e cabo de 0,4 mm (resistência de  $280 \Omega/\text{km}$  e capacitância de  $50 \text{ nF}/\text{km}$ ).

A sinalização de linha por corrente contínua na chamada de entrada é caracterizada por:

I – detecção da variação de intensidade da corrente no enlace;

II – alimentação de -48 Vcc na linha e inversão da polaridade dessa alimentação.

Com as mesmas exceções, as características elétricas da interface C22 são (Resolução ANATEL nº 390, 2004):

A impedância nominal da interface C22 deve ser de 900  $\Omega$  resistivos.

Por intermédio da interface C22, deve ser possível a realização das seguintes funções:

I – transmissão bidirecional de sinais analógicos na faixa de frequência de 300 Hz a 3.400 Hz, com nível máximo de 3,14 dBm0  $\pm$  0,3 dB;

II – sinalização de chamada de saída decádica por abertura/fechamento de enlace ou multifrequencial DTMF;

III – sinalização de chamada de entrada, em CPCT sem DDR, por detecção do sinal de chamada;

IV – supervisão da condição de livre ou de ocupado.

A CPCT deve enviar sinalização decádica, por abertura/fechamento de enlace, para a central de comutação por meio de pulsos retangulares com frequência de 10  $\pm$  1 Hz, relação abertura/fechamento entre 1,5/1,0 e 2,5/1,0 e pausa interdigital entre 700 ms e 1.300 ms.

Deve enviar também sinalização multifrequencial DTMF por meio de pares de frequências transmitidos simultaneamente com as seguintes características:

I – codificação de caracteres de acordo com o quadro de sinalização multifrequencial DTMF;

II – nível de emissão do grupo de frequências baixas de -10 dBm0  $\pm$  3 dB e do grupo de frequências altas de -8 dBm0  $\pm$  3 dB;

III – tolerância de cada frequência de  $\pm$  1,5% de seu valor nominal;

**Tabela 2: Sinalização multifrequencial DTMF (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).**

<b>Frequência (Hz)</b>	<b>1209</b>	<b>1336</b>	<b>1477</b>	<b>1633</b>
<b>697</b>	1	2	3	A
<b>770</b>	4	5	6	B

852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

IV – duração mínima do sinal de 50 ms;

V – distorção harmônica e de intermodulação 20 dB abaixo do nível da frequência fundamental correspondente, na faixa de 300 Hz a 3.400 Hz;

VI – as frequências altas devem ter um nível  $2 \pm 1$  dB acima do nível das frequências baixas;

VII – pausa interdigital de  $200 \pm 50$  ms, admitindo-se tempos menores, porém não inferiores a 50 ms, mediante acordo com a prestadora.

### 2.2.2 Tronco Digital

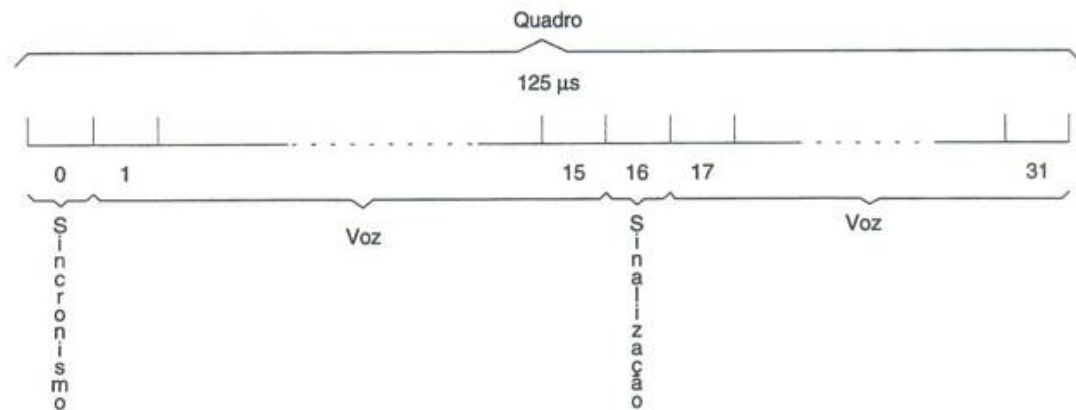
Os troncos digitais consistem em transmitir as vibrações acústicas da voz propagada analogicamente em um sistema digital através de um processo de digitalização do sinal sonoro analógico.

A conversão do sinal analógico para sinal digital ocorre em 3 etapas: amostragem, responsável por retirar amostras discretas do sinal original, quantização, que refina o sinal amostrado e codificação, que transforma o sinal quantizado em sinal binário.

Em um sistema de Multiplexação por Divisão de Tempo, a técnica de modulação e codificação denominada PCM utiliza um sistema de codificação de 8 bits por amostra, com frequência de amostragem de 8000 amostras por segundo definida pela teoria de Nyquist, que multiplicada pela codificação de 8 bits, obtém uma taxa de transmissão de 64 kbits por segundo.

No Brasil utiliza-se o padrão europeu, o sistema PCM30 e as portadoras E1 de 2048 Mbit/s, comportam 32 canais de 64 Kbit/s, sendo 30 canais transportam informação útil como som, dados e imagem, 1 canal para sincronização e mais 1 canal, que dependendo da sinalização utilizada, pode ser canal de sinalização, cujo significado depende da direção e estado da chamada ou canal de dados que trafega dados responsáveis pelas informações de canais, como protocolo de transmissão de dados.

Segue abaixo que a estrutura de um quadro PCM.



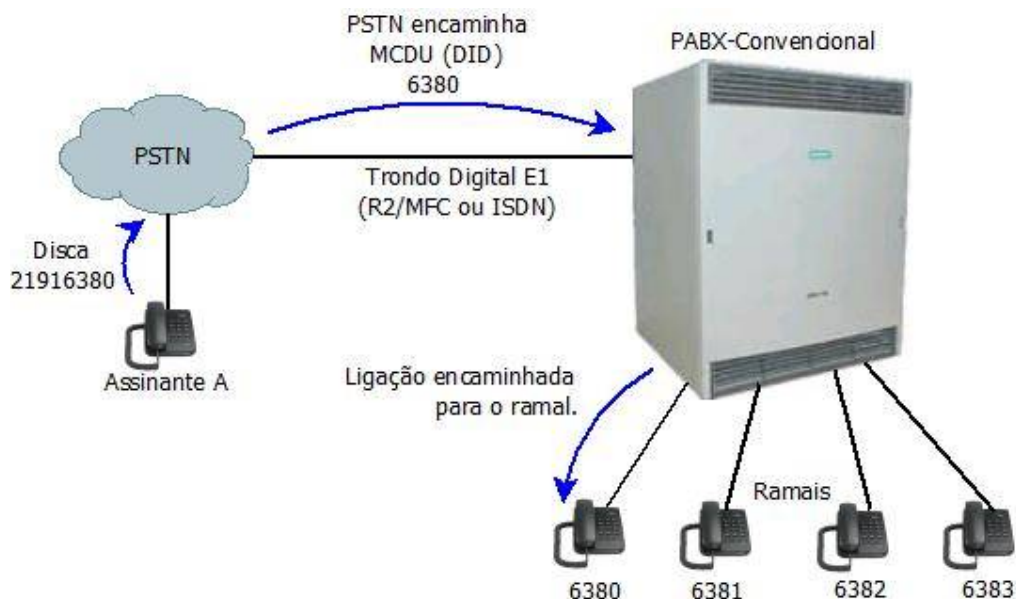
**Figura 5: Estrutura de quadro PCM (Fonte: Apostila PCM – Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Rio Grande do Norte, 2015).**

Conhecidos como E1 ou fluxo de 2 Mega, tem como funcionalidades principais fornecer até 30 linhas, encaminhar a identificação do assinante chamador por padrão e um DID (*Direct Inward Dialing*) utilizado normalmente para uso como DDR.

As prestadoras de serviços de telefonia quando entregam um tronco digital E1 encaminham o DID, também conhecido neste caso como MCDU (Milhar, Centena, Dezena e Unidade).

O DID é fornecido pela operadora em faixas de numeração que poderão ser utilizados como serviços ou DDR e como na telefonia analógica é possível agrupar para busca automática as linhas e definir um número piloto, no entroncamento digital normalmente define-se um número como o tronco chave.

PABX convencional que ao receber um DID executa as tarefas de encaminhar a chamada para um destino programado, como um ramal direto ou para um serviço como uma telefonista, URA ou uma fila (Troncos Analógicos e Troncos Digitais – Digivoice, 2014).



**Figura 6: DDR encaminhada pela operadora e direcionada ao ramal pelo PABX (Fonte: Troncos Analógicos e Troncos Digitais – Digivoice, 2014).**

O link E1 possui interface com impedância nominal de  $75\Omega$  ou  $120\Omega$ , com algumas diferenças nas características elétricas em relação a tensão de pico de um pulso e espaço, conforme segue abaixo:

#### Características da interface $75\Omega$

**Tabela 3: Características de interface  $75\Omega$  (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).**

Número de pares em cada sentido de transmissão	Um par coaxial
Impedância nominal	$75\Omega$ , resistivo, desbalanceado
Tensão de pico de um pulso	$2,37\text{ V} \pm 0,237\text{ V}$
Tensão de pico de um espaço	$0\text{ V} \pm 0,237\text{ V}$
Duração nominal de um pulso	244 ns
Relação entre amplitudes dos pulsos positivo e negativo, no ponto médio de um pulso	0,95 a 1,05
Relação entre as larguras dos pulsos positivo e negativo, em 50% da amplitude nominal	0,95 a 1,05

A perda de retorno na entrada a 2.048 kbit/s em função da frequência deve ter os seguintes valores mínimos:

- I – de 51 kHz a 102 kHz: 12 dB;
- II – de 102 kHz a 2.048 kHz: 18 dB;
- III – de 2.048 kHz a 3.072 kHz: 14 dB.

## Características da interface 120Ω

**Tabela 4: Características da interface 120Ω (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).**

Número de pares em cada sentido de transmissão	Um par simétrico
Impedância nominal	120Ω, resistivo
Tensão de pico de um pulso	3,0 V ± 0,3 V
Tensão de pico de um espaço	0 V ± 0,3 V
Duração nominal de um pulso	244 ns
Relação entre amplitudes dos pulsos positivo e negativo, no ponto médio de um pulso	0,95 a 1,05
Relação entre as larguras dos pulsos positivo e negativo, em 50% da amplitude nominal	0,95 a 1,05

A perda de retorno na saída a 2.048 kbit/s em função da frequência deve ter os seguintes valores mínimos:

I – de 51 kHz a 102 kHz: 6 dB;

II – de 102 kHz a 3.072 kHz: 8 dB.

Os troncos digitais a 2.048 kbit/s podem usar as sinalizações por canal associado com sinalização de linha E&M pulsada, E&M contínua ou R2 digital, e sinalização entre registradores 5C e sinalização de acesso digital DSS1 para acesso primário RDSI.

A taxa de transmissão de bits deve ser de 2.048 kbit/s ± 50 ppm e o código de linha utilizado deve ser o código de alta densidade de pulsos HDB3 (*High Density Bipolar With 3*) (Resolução ANATEL nº 390, 2004).

**2.2.2.1 CAS**

O entroncamento digital é um sistema que permite trafegar com vários tipos de sinalizações, sendo a mais comum a R2-MFC, também chamada de CAS (*Channel Associated Signalling*), sinalização associada ao canal devido a ao canal de áudio incluir a sinalização MFC (*Multi Freqüencial Compelida*).

O quadro R2-MFC possui o primeiro canal de sincronismo, quinze canais de voz com sinalização de registro MFC, responsável por informar o número de origem de uma chamada e o número de destino da chamada para que a prestadora de serviços possa encaminhar a ligação, um canal de sinalização de linha R2, responsável pela informação do estado da linha, se está em uso, livre,



bloqueado, chamando, desconectando uma chamada, e mais quinze canais de voz com sinalização de registro MFC, conforme pode ser verificado na figura abaixo (Curso de Telecom - Sinalização E1 R2-MFC e ISDN, 2001):

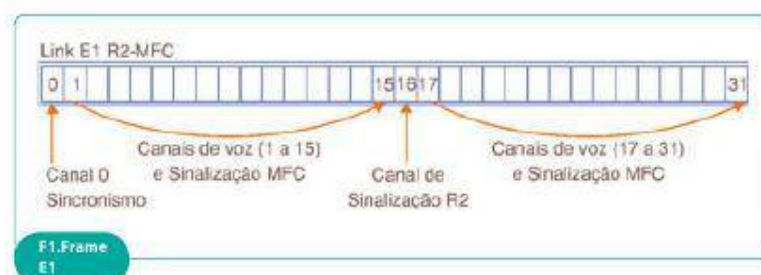


Figura 7: Frame E1 CAS (Fonte: Curso de Telecom - Sinalização E1 R2-MFC e ISDN, 2001).

A sinalização R2 digital utiliza dois canais de sinalização para cada sentido de transmissão do circuito, indicando as fases da chamada e a sinalização da condição de operação e/ou ocupação dos equipamentos de comutação.

Através dos dados obtidos nos canais de sinalização é possível identificar as fases da chamada, como circuito livre, ocupação, chamada em progresso, atendimento, conversação, desligamento e situações especiais (Curso de Telecom - Sinalização E1 R2-MFC e ISDN, 2001).

#### Sinalização R2 digital

Tabela 5: Sinalização R2 Digital (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).

Fase da chamada	Significado	Canais de sinalização			
		$a_f$ F	$b_f$ F	$a_b$ B	$b_b$ B
Circuito livre	Circuito disponível	1	0	1	0
Ocupação	Ocupação	0	0	1	0
	Confirmação de ocupação	0	0	1	1
Chamada em progresso	Chamando assinante	0	0	1	1
Atendimento	Atendimento	0	0	0	1
Conversação	Conversação em andamento	0	0	0	1
Desligamento	Desligar para trás	0	0	1	1
	Desligar para a frente	1	0	0/1	1
	Confirmação de desconexão	1	0	1	0
	Desconexão	0	0	0	0

	forçada				
Situações especiais	Falha	1	1	1	0
	Confirmação de desconexão forçada	1	0	0	0
	Bloqueio	1	0	1	1
	Desbloqueio	1	0	1	0

LEGENDA:

- a) F indica sentido para a frente (*forward*) em relação ao sentido do tráfego da chamada.
- b) B indica sentido para trás (*backward*) em relação ao sentido do tráfego da chamada.

A sinalização MFC são tons multifrequenciais formado por duas frequências em que cada sinal transmitido em um sentido depende da resposta do sentido oposto.

A troca de sinalização é dividida em sinais para frente (a para b) e sinais para trás (b para a), respeitando uma sequência pré-estabelecida. Considerando “a” sendo um PABX e “b” sendo a PSTN, segue abaixo a tabela de frequências:

Sinalização MFC enviada de um PABX para a PSTN

**Tabela 6: Sinalização MFC enviada de a para b (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).**

Sinal de a	1.380 Hz	1.500 Hz	1.620 Hz	1.740 Hz	1.860 Hz	1.980 Hz
1	x	x				
2	x		X			
3		x	X			
4	x			x		
5		x		x		
6			X	x		
7	x				x	
8		x			x	
9			X		x	
10				x	x	
11	x					x
12		x				x
13			X			x
14				x		x
15					x	x

## Sinalização MFC enviada da PSTN para um PABX

Tabela 7: Sinalização MFC enviada de b para a (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).

Sinal de b	1.140 Hz	1.020 Hz	900 Hz	780 Hz	660 Hz	540 Hz
1	x	x				
2	x		X			
3		x	X			
4	x			x		
5		x		x		
6			x	x		
7	x				x	
8		x			x	
9			x		x	
10				x	x	
11	x					x
12		x				x
13			x			x
14				x		x
15					x	x

Os sinais para frente possuem o Grupo I que define principalmente os dígitos enviados, utilizados para determinar o número de destino e origem de uma chamada e Grupo II que representa principalmente a categoria do terminal que está originando a chamada, e os sinais para trás possuem o Grupo A que apresenta o reconhecimento/solicitação do recebimento do sinal para frente e Grupo B definindo o estado da chamada, conforme segue abaixo nas tabelas:

## Sinais dos Grupos I e II

Tabela 8: Grupos I e II (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).

Grupo I	Grupo II
I-1: Dígito 1	II-1: Terminal de acesso comum
I-2: Dígito 2	II-2: Terminal de acesso com tarifação especial
I-3: Dígito 3	II-3: Equipamento de manutenção
I-4: Dígito 4	II-4: Telefone de Uso Público para chamada local
I-5: Dígito 5	II-5: Telefonista
I-6: Dígito 6	II-6: Equipamento de comunicação de dados
I-7: Dígito 7	II-7: Telefone de Uso Público para chamada local e longa distância nacional
I-8: Dígito 8	II-8: Chamada a cobrar
I-9: Dígito 9	II-9: Chamada de longa distância internacional terminada
I-10: Dígito 0	II-10: Reserva

## Sinais dos grupos A e B

**Tabela 9: Grupos A e B (Fonte: Resolução ANATEL nº 390, 2004).**

<b>Grupo A</b>	<b>Grupo B</b>
A-1: Enviar o próximo dígito	B-1: Acesso livre com tarifação (1)
A-2: Necessidade de supressor de eco no destino ou enviar o 1º dígito enviado	B-2: Acesso ocupado (2)
A-3: Preparar para recepção de sinais do grupo B	B-3: Terminação de rede com Código de Acesso mudado
A-4: Congestionamento (3)	B-4: Congestionamento (3)
A-5: Enviar categoria e Código de Acesso do acesso chamador	B-5: Acesso livre sem tarifação
A-6: Reserva	B-6: Acesso livre com tarifação e colocar retenção sob controle do acesso chamado
A-7: Enviar o dígito N-2	B-7: Terminação de rede com Código de Acesso vago ou negado o recebimento de chamada a cobrar
A-8: Enviar o dígito N-3	B-8: Acesso fora de serviço
A-9: Enviar o dígito N-1	B-9: Reserva

Uma chamada de entrada deve possuir no mínimo os seguintes sinais:

I – sinais para a frente: I-1 a I-10, II-1 a II-8 e II-10 (conforme Tabela XXXx);

II – sinais para trás: A-1, A-3, A-4, A-5, B-1, B-2, B-4, B-5 e B-6 (conforme Tabela xxxx+1) (Resolução ANATEL nº 390, 2004);

### 2.2.2.2 ISDN

Como no Brasil segue o modelo Europeu de telefonia, existe dois tipos de ISDN, de acesso básico que possui dois canais B de 64kbit/s e um D de 16kbit/s sobre a linha do assinante, destinado ao uso doméstico ou pequenas empresas, e de acesso primário com 30 canais B de 64kbit/s e um canal D com 64kbit/s sobre um enlace PCM tipo E1, para uso corporativo.

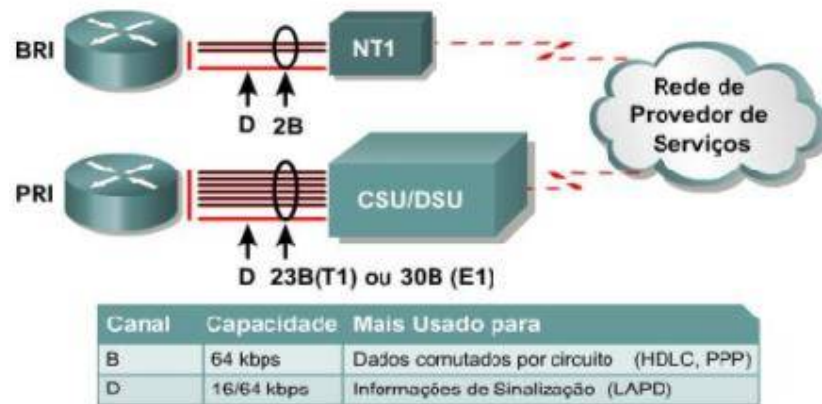


Figura 8: ISDN Bri e Pri (Fonte: Cisco – Qualidade de serviço de voz sobre IP, 2008).

Criado para garantir uma transmissão digital no loop dos provedores WAN utilizando o cabeamento de telefonia existente, a PSTN garante comunicação fim-a-fim do ISDN.

As principais vantagens da RDSI é transmissão de dados, voz e vídeo em diferentes canais portadores, configuração de chamadas e taxa de transferência de dados dos canais B mais rápidas que as conexões mais rápidas por modems analógicos e pelo o canal B ser apropriado para enlaces negociados PPP (*Point-to-Point Protocol*) ou HDLC (*High-Level Data Link Protocol*) (Tutorial sobre ISDN, 2008).

Pelo canal B trafega informações de tráfego do usuário e pelo canal D e, diferente do CAS, trafega outras informações dos canais B como protocolo de transmissão de dados, tipo de equipamento, além de informações de interesse da companhia telefônica, como taxas, data e horas de conexão entre outros, desta forma sendo denominado CCS (*Common Channel Signalling*) (Curso de Telecom - Sinalização E1 R2-MFC e ISDN, 2001).

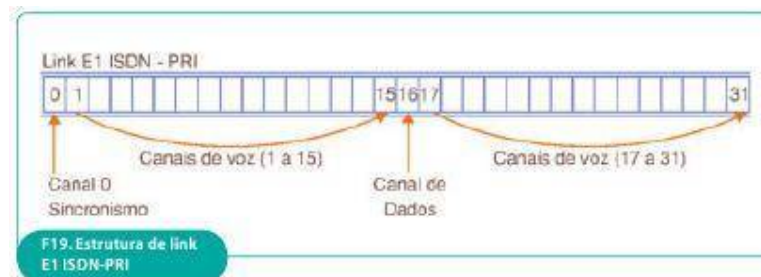
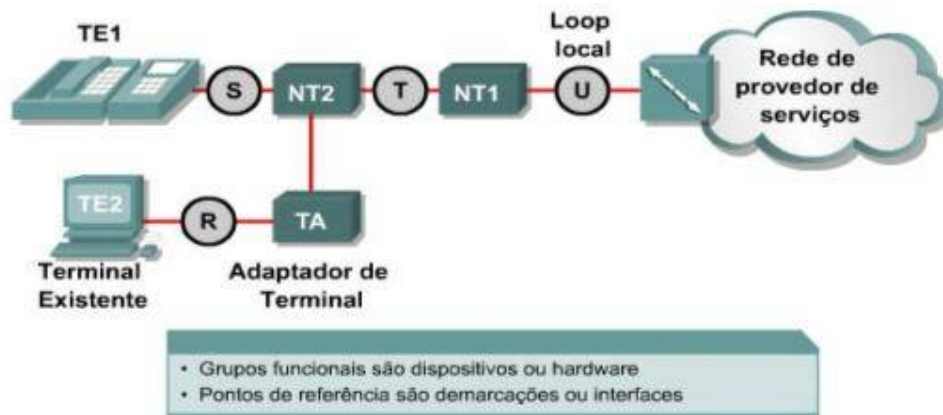


Figura 9: Estrutura de link E1 ISDN-PRI (Fonte: Curso de Telecom - Sinalização E1 R2-MFC e ISDN, 2001).

Para conexão dos dispositivos, as interfaces precisam ser bem definidas e em uma configuração da RDSI possui quatro pontos de referência que buscam a definição quanto a repartição de funcionalidades e inteligência mapeadas em cada segmento da rede, que permite uma especificação modular do sistema, flexibilidade de implantação com diferentes fornecedores de equipamentos e de implantação para o operador de rede (Arquitetura Funcional do Sistema de Sinalização Nº 7).



**Figura 10: Pontos de referência ISDN (Fonte: Cisco – Qualidade de serviço de voz sobre IP, 2008).**

O ponto de referência R é a conexão entre o Equipamento Terminal tipo 2 sem uma interface ISDN nativa e um Adaptador de Terminal compatível.

O ponto S significa a conexão de um dispositivo de comutação do cliente Terminal de Rede tipo 2 ao Equipamento Terminal tipo 1 que é um dispositivo de interface ISDN nativa que permite comunicação entre vários tipos de equipamentos do cliente.

O ponto T possui a mesma interface do ponto S que conecta Terminal de Rede tipo 2 no Terminal de Rede tipo 2, que é um conversor de 4 para dois fios.

O ponto U faz referência a conexão do Terminal de Rede tipo 1 a rede ISDN da companhia telefônica (Tutorial ISDN, 2008).

O modelo de comunicação no acesso da RDSI é baseado no modelo de referência OSI de acordo com os padrões ITU-T e utiliza a Camada Física, Camada de Enlace e Camada de Rede.

A Camada Física utiliza recomendações I.430 para ISDN BRI e I.431 para ISDN PRI que definem as características de formato e canal de acesso básico primária respectivamente da interface da rede do usuário nos pontos de referência R/S.

A Camada de Enlace utiliza os padrões Q.920 a Q.923 que descrevem os termos gerais o protocolo LAPD (*Link Access Procedure on the D-channel*) que tem o objetivo de transportar informações entre a camada 3 para interface da rede ISDN do usuário usando o canal D (Recomendação ITU Q.920), especifica a estrutura de quadro, procedimentos de elementos, formato de campos e procedimentos para funcionamento adequado do LAPD (Recomendação ITU Q.921), em complemento a anterior a Q.922 especifica padrões para a camada suportar a portadora de serviço em modo de quadro no plano do usuário e a recomendação Q.923 especifica uma função que é usada para rede de serviço OSI chamada Função de Sincronização e Coordenação em termos de inter-relação entre primitivas do limite superior e inferior da FSC, para prover comunicação de um Circuito Virtual Comutado e um Circuito Virtual Permanente.

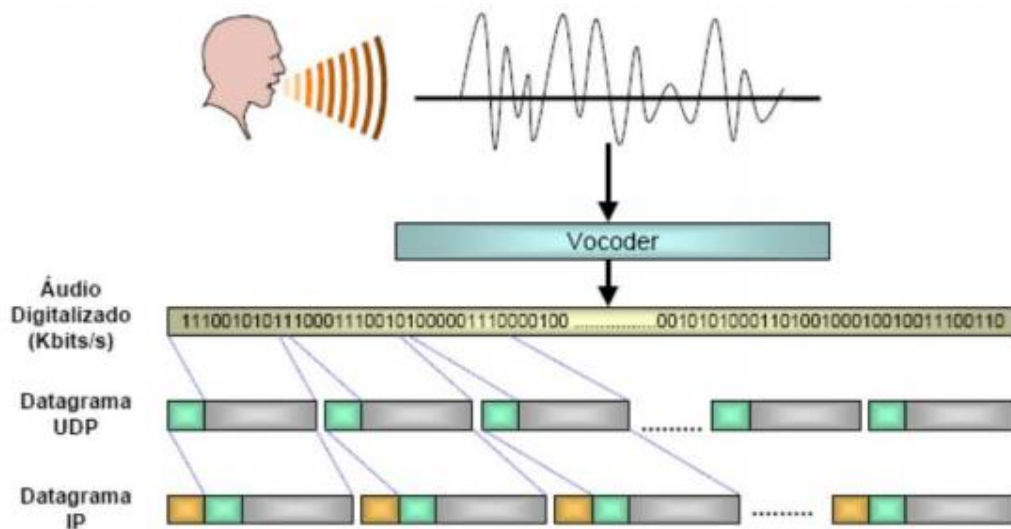
A Camada de Rede é definido as especificações de conexões comutadas por circuitos, por pacotes e de usuário-a-usuário, definidas na recomendação Q.930 que descreve os termos gerais do canal D nesta camada, funções e protocolos empregados através de uma interface ISDN do usuário e na recomendação Q.931 que aborda especificações e procedimentos para o estabelecimento, manutenção e encerramento de conexões de rede na interface ISDN da rede do usuário, definidos em termos de trocas de mensagens através do canal D (Tutorial ISDN, 2008).

## **2.3 VOIP**

Voip é uma tecnologia para comunicação de voz em tempo real, transmitindo os sinais de voz por pacote de dados sobre uma rede de dados, que

utiliza um conjunto de protocolos Voip e um conjunto de protocolos da rede de dados IP (Tutorial Banda Larga e Voip, 2003).

Para transmitir sinais de voz na rede de dados, a voz passa pelo empacotamento que consiste em inserir amostras ou quadros processados pelo codificador (CODEC) em pacotes que trafegam pela rede IP através dos roteadores. <Manual ICIP30 Intelbras>



**Figura 11: Digitalização do sinal de voz em pacotes IP (Fonte: Blog.ccna.com.br - Qualidade de Serviço, 2008).**

A comunicação por voz via Voip pode ser realizada entre dispositivos compatíveis com recursos de áudio próprios, utilizando programas específicos com acesso limitado a usuários que possuam compatíveis, considerado como Serviço de Valor Adicionado, não é regulado pela Agência Reguladora Brasileira.

É considerada serviço de telecomunicações pela Agência quando a comunicação Voip pode ser realizada de forma irrestrita, com acesso a usuários de outros serviços de telecomunicações e numeração específica, recurso este objeto de controle pelo órgão regulador (Anatel - Serviços de Voz Sobre IP).

A telefonia IP consiste no fornecimento de serviços de telefonia utilizando a rede IP, utiliza os protocolos Voip e hardwares dedicados que permite a digitalização dos sinais analógicos, compressão, empacotamento, transmissão e



interoperabilidade da comunicação de voz por pacotes de dados com a rede de telefonia pública.

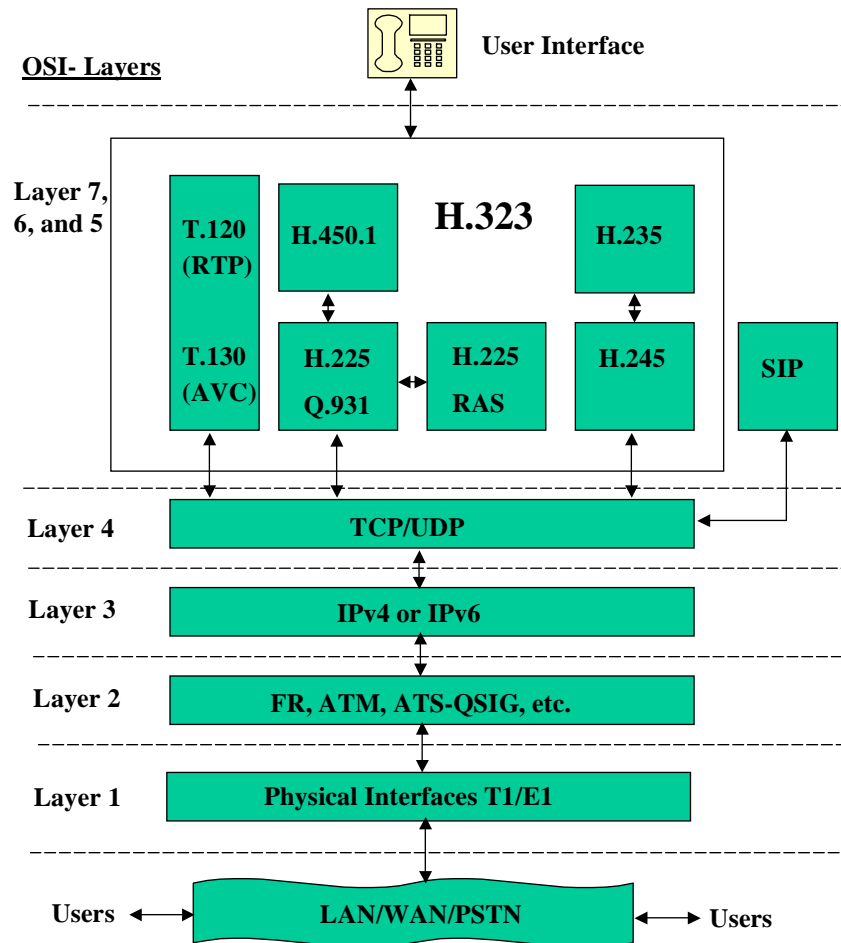


Figura 12: Protocolos Voip (Fonte: Tutorial Banda Larga e Voip, 2003).

### 2.3.1 Protocolos

Dentre os vários protocolos existentes para a comunicação, será dado destaque para os protocolos Voip de áudio, que disponibilizam os pacotes de dados para sejam transportados através dos protocolos de transporte pela rede IP, conforme segue abaixo:

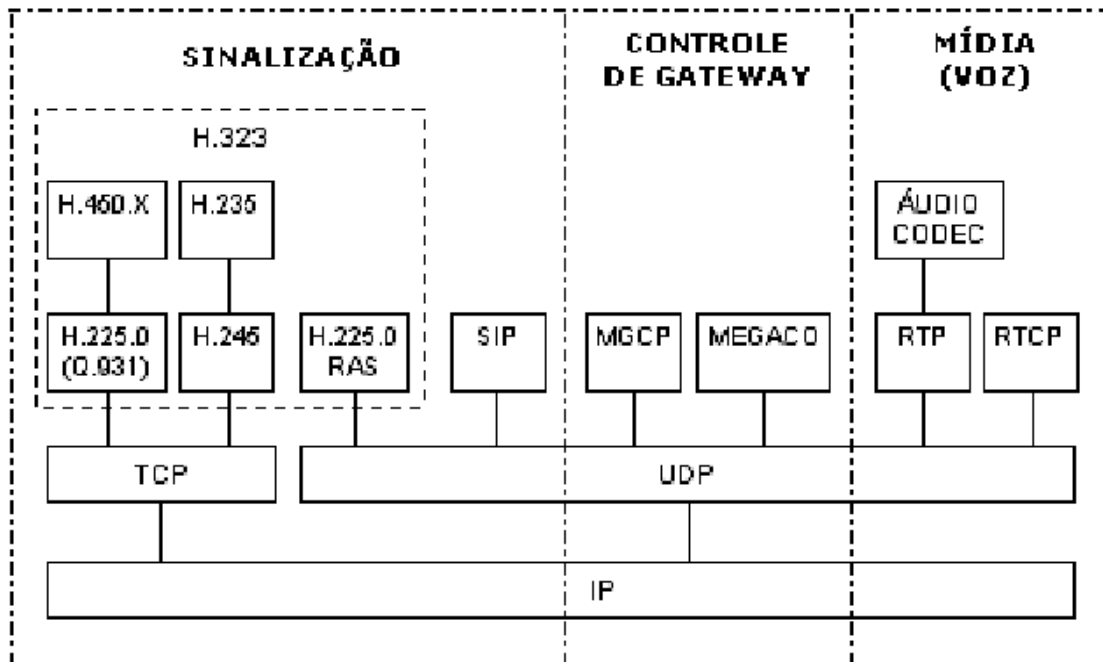


Figura 13: Estrutura e camadas do conjunto dos protocolos mais importantes (Fonte: Tutorial Banda Larga e Voip, 2003).

### 2.3.1.1 H.323

O protocolo H.323 É um conjunto de protocolos para sinalização e controle que descrevem terminais e outras entidades que fornece serviços de comunicação multimídia, como voz, vídeos e/ou dados em tempo real, através de redes que não fornecem Qualidade de Serviço (*Quality of Service*) como as redes IP.

Enquanto o suporte de áudio é mandatório, a comunicação de dados e/ou vídeos é opcional. Pode ser usado como ponto-a-ponto, multiponto ou configurações de broadcast (Recomendação ITU-T H.323 v7, 2009).

Abaixo segue figura com arquitetura do núcleo do protocolo H.323:

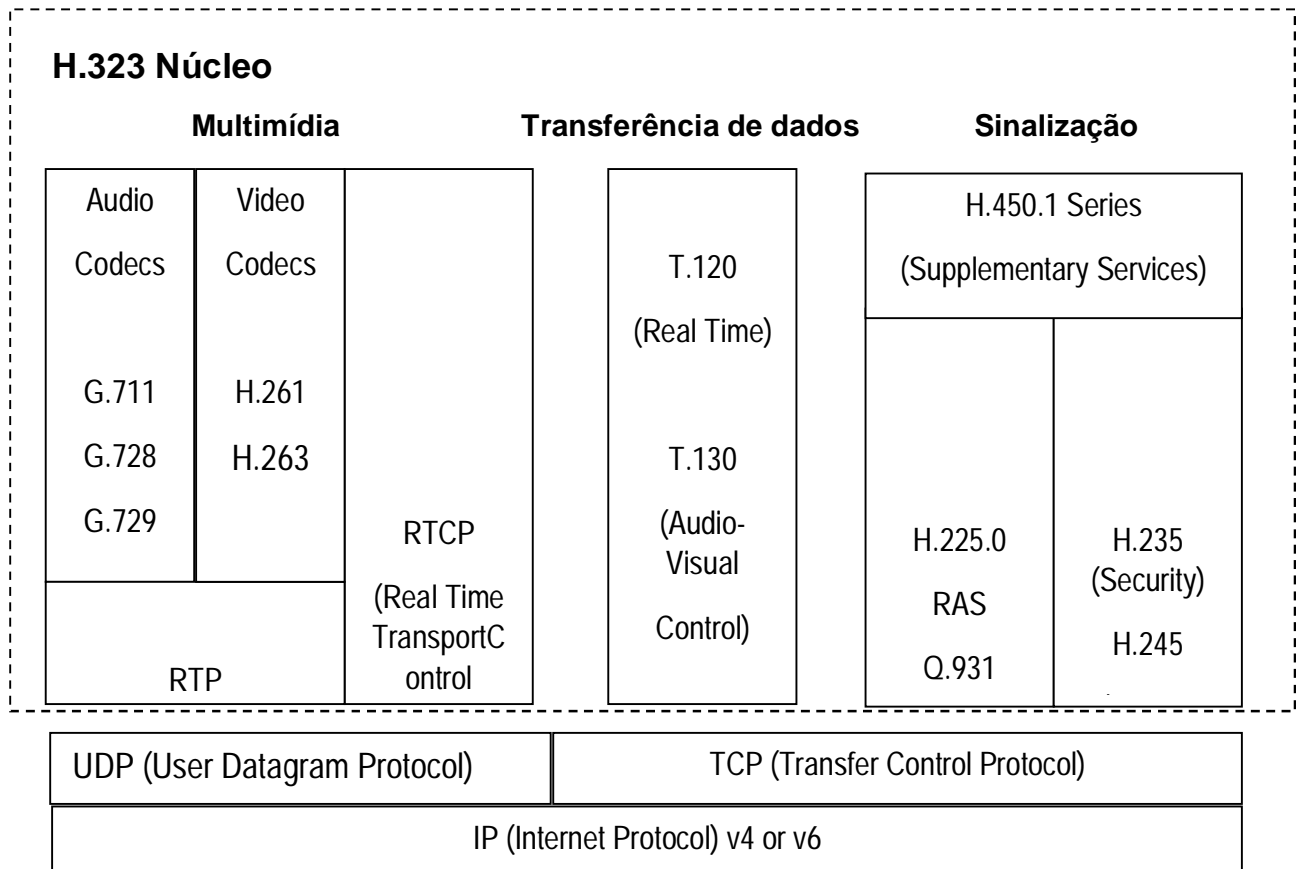


Figura 14: Núcleo do protocolo H.323 (Fonte: Tutorial Banda Larga e Voip, 2003).

A estrutura do H.323 é completa e inclui especificações de terminais, gateways entre uma rede H.323 e outras redes de voz e vídeo, *gatekeeper* que realiza registro de terminais, admissão de chamadas entre outras funções e blocos funcionais como MCU (*Multipoint Controls Unit*), MC (*Multipoint Controller*) e MP (*Multipoint Control Unit*).

O Protocolo também descreve outros protocolos de comunicação usados entre os elementos da estrutura como o H.245 para sinalização das chamadas e H.245 para controle de chamadas (Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes, 2002).

### **2.3.1.1.1 H.225.0**

Esta recomendação descreve padrões de sinalização e empacotamento de áudio, vídeo, dados e controle de informação baseada em rede de pacote de dados que podem ser gerenciados para fornecer serviços de conversação em equipamentos H.323 (Recomendação ITU-T H.225.0-200912-I, 2009).

A sinalização da chamada é definida por um conjunto de mensagens no formato Q.931 com a finalidade de estabelecer e finalizar chamadas que são trocadas entre os equipamentos envolvidos na chamada.

O controle de equipamento na rede é realizado por um conjunto de mensagens para funcionalidades RAS, responsável pelo registro, admissão e status dos equipamentos na rede.

Permite comunicação entre *gatekeepers* através de conjunto de mensagens para esta sinalização específica, que estabelece o processo de sinalização e controle de chamadas entre zonas distintas (Tutoriais VOIP: PABX IP, 2004).

### **2.3.1.1.2 H.245.0**

O protocolo de controle para comunicação multimídia H.245.0 especifica sintaxes e semânticas das mensagens de informações de terminais e procedimentos para negociação dentro da banda no início ou durante a chamada.

Essas mensagens são de capacidade de transmissão e recepção, modo de preferência a partir da recepção final, sinalização por canal lógico e controle e indicação, utilizados são para garantir a comunicação de dados audiovisual confiável (Recomendação ITU-T H.245-201105-I, 2009).

O protocolo H.235 é responsável pela encriptação, autenticação e segurança para terminais que usam o protocolo H.245 para comunicação ponto-a-ponto e multiponto.

Os serviços adicionais como transferência, redirecionamento de chamadas, atendimento simultâneo, chamada em espera identificação de chamadas e outros são padronizados pelo protocolo H.450 (Tutoriais VOIP: PABX IP, 2004).

### **2.3.1.1.3 RTP/RTCP**

O protocolo RTP fornece serviços de entrega fim-a-fim em tempo real de fluxo de dados de voz e vídeo em *unicast* e *multicast*,

Define um modo de formatar pacotes IP que transportam dados isócronos que incluem serviços de identificação de *payload*, número sequencial, *timestamping* e monitoramento de entrega, geralmente executados em UDP para fazer uso de multiplexação e *checksum* (RFC 1889).

Em uma rede que usa multiplexação estatística transmite dados em tempo real ocorre o *jitter* e o RTP tem a finalidade de que os receptores compensem o *jitter* e a perda de sequência de pacotes.

Em uma Sessão RTP cada participante usa dois endereços de transporte UDP, sendo uma porta para o fluxo RTP e outra para as mensagens RTCP.

O protocolo RTCP geralmente é usado com RTP com a função mais importante de transporte de algum retorno sobre a qualidade da transmissão, transmite periodicamente transporte relativos de controle de uma sessão RTP, mas podem incluir informações dos participantes da chamada como nomes, e-mail, etc. (Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes, 2002).

### **2.3.1.2 SIP**

O Protocolo de Inicialização de Sessão é um protocolo de controle da camada de aplicação para criar, modificar e terminar sessões com um ou mais participantes, que incluem chamadas telefônicas, distribuição multimídia e conferência multimídia.

Convites são usados para criar sessões que permitem que os participantes cheguem a um acordo sobre um conjunto de tipos de mídias compatíveis.

O SIP utiliza servidores proxy para ajudar a rotear as solicitações para a localização atual do usuário, mantendo um único identificador visual externo, que independente de sua localização na rede, transparentemente suporta mapeamento de nome e serviço de redistribuição, permitindo a mobilidade.

Os serviços de estabelecimento e término de comunicação multimídia que o SIP deve suportar são a localização que determina o sistema final a ser utilizada na comunicação, a disponibilidade do usuário que verifica a vontade da parte chamada para iniciar a comunicação, configuração de sessão que estabelece parâmetros de sessão (*ring*) e gerenciamento de sessões que inclui transmissão e término das sessões.

Para construir uma arquitetura multimídia completa, o SIP deve ser usado em conjunto com outros protocolos que inclui o RTP para transporte de dados em tempo real fornecendo retorno de QoS, o RTSP (*Real Time Streaming Protocol*) para controlar a entrega de streaming de mídia, o MEGACO (*Media Gateway Control Protocol*) para controlar *gateways* para a PSTN e o SDP (*Session Description Protocol*) para descrever a sessão de multimídia (RFC3261).

Como a sintaxe das mensagens é independente do protocolo de transporte, o TCP é utilizado quando a mesma conexão pode ser usada para todos os pedidos e respostas SIP ou uma nova conexão TCP pode ser usada para cada transação e com UDP o endereço e a porta a serem usados para os pedidos e respostas SIP estarão contidos no parâmetro de cabeçalho através do pedido SIP. Se nenhuma porta for especificada no endereço SIP, a conexão do TCP e UDP como padrão é feita pela porta 5060. Segue abaixo figura do conjunto de protocolos que SIP utiliza:

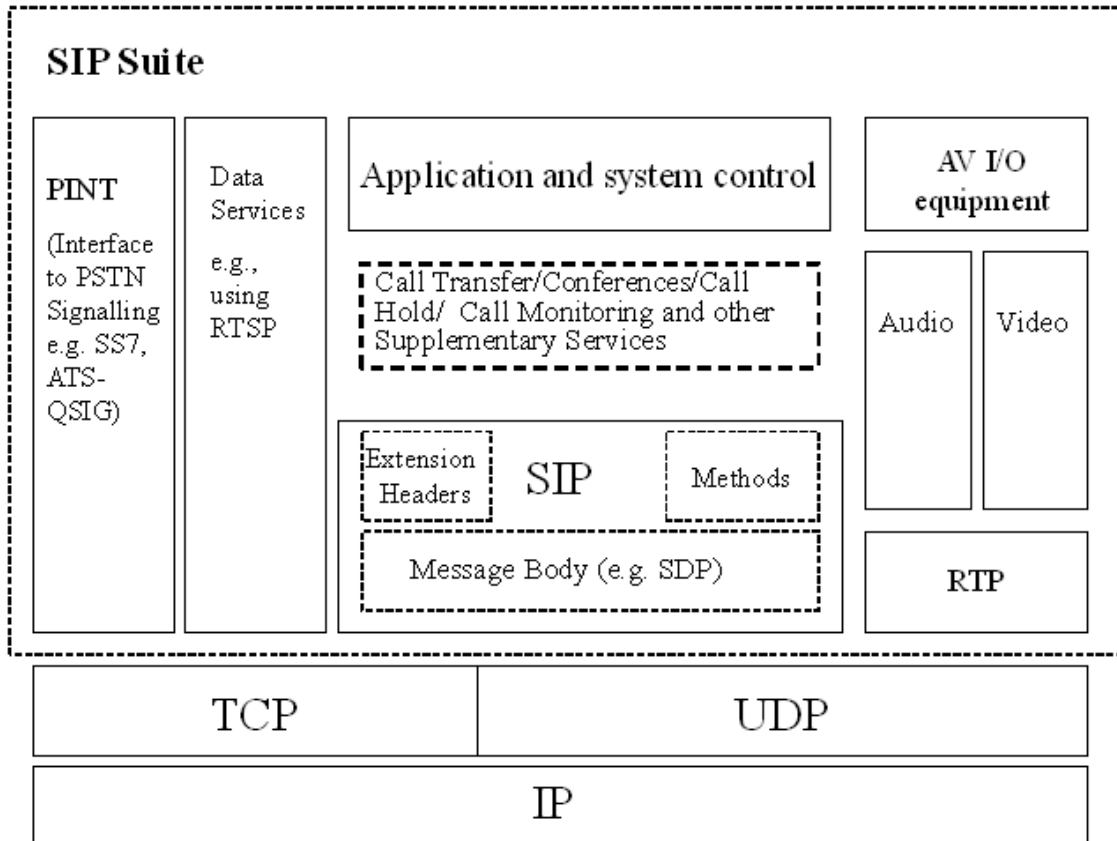


Figura 15: Suite SIP (Fonte: Tutorial Banda Larga e Voip, 2003).

O SIP define tipos de mensagens de pedidos (REQUEST) e respostas (RESPONSE) que compartilham o mesmo formato.

Os pedidos SIP são enviados do terminal cliente para o terminal servidor e podem usar vários métodos, entre eles o REGISTER que envia informações sobre identificação e localização do usuário, o INVITE para convidar um novo participante para uma sessão, o BYE encerra a participação de uma sessão, o ACK é enviado pelo usuário que mandou o INVITE para avisar que uma mensagem RESPONSE foi recebida, o CANCEL é enviado para interromper um pedido enquanto o servidor ainda não tiver mandado uma resposta final e o cliente envia um pedido OPTIONS para o servidor saber suas capacidades.

Um servidor SIP responde a um pedido com uma ou mais respostas e é dividido em seis categorias de código de status, com formato 1xx Informativo de pedido recebido e continuando a processar o pedido, mensagens provisórias que não finalizam a transação, sendo a maioria das respostas finais no formato 2xx

dizendo que a ação foi recebida, entendida e aceita com sucesso, 3xx de redirecionamento informando que uma ação adicional deve ser tomada para completar o pedido, 4xx informa erro de cliente, pois o pedido contém sintaxe inválida ou não pode ser efetuado no servidor que responde, 5xx informa erro no servidor e 6xx falha global, que finalizam a transação SIP (Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes, 2002).

#### **2.3.1.2.1 SDP**

O Protocolo de Descrição de Sessão descreve sessões multimídia para efeito de sessão de anúncio, sessão de convite e outras formas de iniciação de sessão multimídia, que o principal objetivo é definir uma sintaxe padrão para informações que o receptor precisa saber.

Informações como o endereço de *multicast* usado pela sessão, a porta de destino UDP, os codificadores de áudio usado pela sessão, algumas sobre a sessão como nome ou breve descrição, informação para contato e programa de atividades.

A descrição de sessão SDP pode ser transportada usando métodos de transporte dependendo do contexto, com o SAP (*Session Announcement Protocol*) na MBONE (*Internet Multicast Backbone*), o RTSP para aplicações de fluxo em tempo real e o SIP para configura comunicação ponto-a-ponto ou multiponto.

Quando o *payload* do RTP é dinâmico somente tem significado em associação com uma sessão em particular descrita no SDP, diferindo do *payload* estático que seu significado do é completamente definida no perfil (Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes, 2002).

#### **2.3.1.2.2 RTSP**

O Protocolo de Streaming em Tempo Real é um protocolo da camada de aplicação para o controle de entrega de dados com propriedades de tempo real e fornece estrutura extensível para permissão controlada, para entrega de dados em



tempo real sob demanda, destinado para controle de fornecimento de dados a múltiplas sessões, proporcionando um meio de escolha de canais de entrega como UDP, *multicast* UDP e TCP e opção de mecanismo de entrega baseado em RTP.

Estabelece e controla um ou muitos fluxos contínuos de mídia como áudio e vídeo, sincronizados no tempo, mas a operação não depende do mecanismo de transporte (Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes, 2002).

### **2.3.1.2.3 MEGACO**

O Protocolo de Controle de Mídia Gateway é utilizado para controlar *gateways* monolíticos ou distribuídos em vários equipamentos, aplicados a *gateways*, controlador multiponto (MCU) e unidade interativa de resposta audível (IVR).

Possui também uma interface para diversas sinalizações de rede de circuito comutado, incluindo sistema de sinalização de tom, ISDN, ISUP, QSIG e GSM (RFC 3525).

### **2.3.2 CODECS**

No sistema de transmissão de voz sobre IP onde é crítica a demanda por banda, antes do fluxo de áudio e vídeo serem transportado pelo RTP, os Codificadores e Decodificadores de voz são responsáveis pela digitalização dos sinais analógicos e compressão da voz.

Antes da realização de uma chamada deve haver uma negociação de codec que, para aceitar um convite de uma chamada o receptor deve possuir a mesma codificação presente no cabeçalho do RTP do remetente, caso contrário o sistema deverá possuir um *Proxy* de Transcodificação.

São algoritmos executados em Processadores Digital de Sinais (DSP,s), que são processadores que foram otimizados para operações frequentes encontradas nestes algoritmos, em que operações nos DSP's que demanda uma

operação uma única instrução e um único ciclo de *clock*, em um processador pode exigir várias instruções e seria executado em vários ciclos de *clock*.

Em codificação de voz e vídeo as ferramentas matemáticas mais utilizadas no processamento digital de sinais são a transformada Z, filtros digitais e predição linear (Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes, 2002).

A maneira mais simples de digitalizar os dados analógicos é com o codec G.711, que usa uma escala semilogarítmica chamado PCM compandido e serve para aumentar a resolução de sinais de baixa amplitude, consiste em um fluxo de 64 kbit/s em que cada amostra é codificada como um octeto, portanto o comprimento de quadro é de 125 $\mu$ s.

Existe dois tipos de escala, a A-law é o padrão europeu e a  $\mu$ -law é o americano, que diferem apenas de algumas constantes. O G.711 é usado em redes ISDN e em *backbones* telefônicos digitais, que apesar de ter uma qualidade muito boa, uma parte do espectro da voz acima de 4 KHz ainda é cortada. O G.722 fornece uma codificação digital de melhor qualidade de 7KHz do espectro de áudio.

Especificado em código C tanto em ponto fixo como ponto flutuante, o G.723.1 é um codec de tecnologia patenteada, que possui comprimento de quadro de 30ms e previsão de 7,5 ms, possui o modo de operação a 6,4 Kbit/s, sendo que cada quadro requer 189 bits que são alinhados para 20 octetos e modo de operação a 5,3Kbit/s com quadro de 158 bits alinhados para 20 octetos. Os modos de operação podem mudar dinamicamente a cada quadro sendo os dois modos obrigatórios em sua implementação.

Para modelar o sinal de voz, o modo da taxa de bits mais elevada usa MP-MLQ (*Multiple-Maximum Likelihood Quantization*) e o de menor taxa de bits usa o ACELP (*Algebraic-Code-Excited Linear Prediction*).

O G.723.1 realizar compressão de silêncio, para isso possui detecção de presença de voz, transmissão descontínua e capacidade de geração de ruído de conforto, sendo o silêncio codificado em quadro de quatro octetos muito pequenos, a uma taxa de 1,1Kbit/s.

O codec G.726 utiliza a técnica de ADPCM (*Adaptive Differential Pulse-Code Modulation*) para codificar um fluxo de bits G.711 em palavras de dois, três ou quatro bits, que faz sua taxa de bits variar em 16, 24, 32 ou 40kbit/s, que no

tratamento da qualidade da voz atinge uma pontuação MOS (*Mean Opinion Score*) de 4,3, usada como referência para qualidade telefônica.

Utilizando a técnica de codificação otimizada para voz LD-CELP (*Low-Delay, Code-Excited Linear Prediction*), o G.728 alcança pontuação MOS semelhantes ao G.726, com uma taxa de bits de somente 16 kbit/s. Os codificadores CELP modelam especificamente sons de voz comparando a forma de onda a ser codificada com um conjunto de modelos de forma de onda buscando aquele que melhor coincide e transmite apenas alguns parâmetros como a frequência fundamental da voz e o índice daquele que melhor coincidir.

Patenteado e especificado em código C em ponto flutuante, o G.729 usa a técnica de codificação CS-ACELP (*Conjugate Structure, Algebraic-Code-Excited Linear Prediction*) que produz quadros de 80 bits codificando 10 ms de fala a uma taxa de 8 kbit/s e esquema de previsão de 5 ms, atingindo uma pontuação MOS de 4,0.

Com duas versões, o G.729 tem o tamanho de quadro de 10 ms e esquema de previsão de 5 ms, exige cerca de 20 MIPS (Milhão de instruções por segundo) para codificação e 3 MIPS para decodificação. O G.729A é uma versão menos complexa que precisa de 10,5 MIPS para codificação e 2 MIPS para decodificação.

A compressão de silêncio que o G.729 realiza possui os componentes VAD (*Voice Activity Detector*) responsável por detectar quando o usuário está falando e quando está em silêncio, o DTX (*Discontinuous Transmission*) que é a capacidade de um codec de não transmitir quadros quando o VAD detecta silêncio e o CNR (*Comfort Noise Generator*) para recriar algum tipo de ruído de fundo no momento que o VAD detecta silêncio aleatório a partir de um nível deduzido durante a fala (Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes, 2002).

### **2.3.3 Qualidade de Voz**

A transmissão de voz sobre uma rede de dados exige que a qualidade de voz seja semelhante aos serviços de telefonia da PSTN e para isso é utilizado um conjunto de algoritmos designados pela *Quality of Service*, que fornece vários níveis

de tratamento para os diferentes tráfegos da rede, com o propósito de otimizar o uso da banda passante, provendo um tráfego fim-a-fim eficaz e econômico.

O QoS garante a transmissão de voz em alta qualidade priorizando os pacotes de voz em relação ao tráfego da rede em ambos os canais, sinalização e áudio, a fim de determinar os requisitos para a VOIP de largura de banda compensadora, latência e variação do sinal.

Para fornecer um serviço de rede melhor e mais previsível, o QoS provê os recursos de suporte de largura de banda dedicada, aprimora as características de perda, impede e gerencia o congestionamento, modela o tráfego da rede definindo prioridades. (Cisco – Qualidade de serviço de voz sobre IP, 2008).

Os fatores que determinam a qualidade de transmissão são a latência, o *jitter*, perda de pacotes e banda passante.

A latência ou *delay* é o tempo gasto outro procedimento de dados, como propagação, serialização, encaminhamento, entre outros, é subdividido em sensível ou não ao tráfego. Sua recomendação prevê um atraso de 150 ms ponta-a-ponta de uma via para tráfego em tempo real de alta qualidade.

O *jitter* ou variação de *delay* é a variação do atraso entre os pacotes consecutivos, que através das técnicas de compressão e técnicas de *delay* o *jitter* pode ser suavizado, pois reduzindo o *delay* tornando uma variação menor possível, reduz também o tempo de entrega dos pacotes. Os *buffers* de variação de sinal são eficientes em variações de atraso menores que 100 ms.

Mesmo que por vezes as perdas de pacotes sejam inevitáveis, o QoS possui mecanismos de controle de perda de dados como Controle de Bits com Erros, que no TCP existe um controle de FCS (*Frame Check Sequence*) minucioso garantindo menores taxa de erros, controle de falta de espaço em uma fila que ajuda durante o ajuste incorreto do pacote com *jitter* e o CAC (*Call Admission Control*) que é a técnica mais adequada para evitar perdas de pacotes. Para evitar que ocorra erros audíveis o padrão requer que a perda de pacote seja inferior a 1 por cento.

A *bandwidth* refere-se ao número de bits por segundo suportada pela banda, sendo considerado gargalo por determinar a quantidade de dados, voz ou vídeo que trafega, por isso é recomendável utilizar técnicas de *bandwidth* para otimizar os processos de entrega dos pacotes, utilizando normas de enfileiramentos

extras para garantir o equilíbrio no percentual de transporte de dados (Blog.ccna.com.br - Qualidade de Serviço, 2008).

Para fornecer QoS o dispositivo de rede deve ser capaz de identificar e agrupar pacotes específicos em um processo chamado de classificação de pacotes, em que depois que o pacote é classificado ele deve ser marcado estabelecendo bits designados no cabeçalho IP.

A marcação é alterar o valor do DSCP (*DiffServ Code Point*) que, a nível de IPv4, fica num sub-campo do campo ToS (*Type of Service*), chamado DS Field que acopla o DSCP.

A classificação é a designação de um grupo para alocar diversos tipos de modelagem de QoS englobando além da marcação, mecanismos de enfileiramento, controle de descarte de pacotes, entre outros.

Os valores que podem ser alocados no DS Field podem ser expressos de uma forma mais abrangente como CS (*Class Selector*) que determina o valor da prioridade de modo linear, BE (*BestEffort*) serviço de Melhor Esforço que trata todo pacote como igual importância, EF (*Expedited Forwarding*) usado em aplicações de baixa latência, IP Precedence apresenta grande compatibilidade de com o CS e inclui o BE, o AF (*Assured Forward*) é mais específico que o CS por conseguir tratar o nível de descarte e Decimal Valor que é um valor de 0 a 63 que abrangem todos os valores que o CS e o AF podem formar (Blog.ccna.com.br - Qualidade de Serviço, 2008).

As classes são grupos que capacitam os pacotes a determinar um lugar na fila, através de dois tipos de mecanismo de enfileiramento, o *Hardware Queueing* conhecido como TxQ que é uma fila de transmissão que usa o hardware e sempre o mecanismo FIFO (*First In First Out*) e somente quando a esta fila fica cheia o *Software Queueing* é acionado, que é um tipo de enfileiramento com grande gama de opções que auxiliam e organizam os pacotes nas filas.

Dentre as filas baseadas em software, os principais mecanismos usados para voz são o WFQ (*Weighted Fair Queueing*) um algoritmo de *hashing* coloca fluxos em filas separadas onde pesos são utilizados para determinar quantos pacotes são atendidos por vez, sendo estabelecido relevância ao definir valores de precedência do IP e DSCP sendo o menos indicado, o IP RTP *Priority*, conhecido

por PQWFQ por conter uma fila PQ (*Priority Queue*) e o grupo de WFQ, indicado para arquitetura AVVID (*Architecture for Voice, Vídeo and Integrated Data*) da Cisco, garante banda e proporciona a menor latência, e o enfileiramento LLQ (*Low Latence Queueing*) que possui uma fila PQ e um grupo CBWFQ (*Class-Based Weighted for Queueing*), garante banda e proporciona a menor latência para além das portas UDP/RTP, indicado para aplicações real-time e arquitetura AVVID, sendo o mais utilizado.

O QoS utiliza a modelagem do tráfego para enviar o tráfego em intermitências curtas em uma taxa de transmissão definida, e possui os mecanismos *IntServ* que são serviços integrados que se baseia no conceito de fluxo unido com uma sinalização ao longo do caminho que o pacote percorrer, o *DiffServ* são serviços diferenciados que usa a marcação para classificar e tratar cada pacote independente, o *BestEffort* e o MPLS (*Multi-layer Protocol Label Switching*) que é um protocolo que une todas as funcionalidades de QoS como *IntServ+DiffServ*, integra de forma inteligente um pré-roteamento realizado pelo *Label Switching*, é implementado nos *switches* da camada 3 ou roteadores de alto porte ( Cisco – Qualidade de serviço de voz sobre IP, 2008).

## 2.4 PROTOCOLO SNMP

Como a maioria das redes é formada por equipamentos como *host*, servidores, *switch*, *router*, impressora e PABX, de diferentes fabricantes, para que seja possível o gerenciamento da rede é necessário que uma estação de gerenciamento se comunique com os diversificados componentes através de informações rigidamente especificadas.

O modelo SNMP de uma rede gerenciada consiste em nós gerenciados, estações de gerenciamento, informações de gerenciamento e um protocolo de gerenciamento.

Para que os equipamentos sejam gerenciados através do SNMP é necessário que este nó seja capaz de comunicar na rede informações de status e executar um processo de gerenciamento SNMP.

Denominado agente SNMP, possuem um banco de dados local contendo uma ou mais variáveis chamadas de objetos que descrevem seu estado e histórico e atuam em sua operação.

A maior parte do modelo SNMP define quem vai gerenciar, o que vai ser gerenciado e o modo como essa informação será transportada, descrevendo informações exatas com riqueza de detalhes de cada tipo de agente e definindo o formato a ser aplicado a essas informações (TANEMBAUM, 1997).

O protocolo SNMP permite monitorar a rede constantemente, utilizando um modelo organizacional com arquitetura hierárquica e relações entre elementos de rede agente e gerente, o modelo de informação usa a ASN.1 como linguagem de definição de objetos padronizada, com regras de codificação, SMI (*Structure of Management Information*) para definir a estrutura de dados SNMP e a MIB que é o conjunto de objetos fornecida numa estrutura de dados e o modelo de comunicação define a BER como sintaxe de transferência (Apostila Gerencia e Programação em Redes).

#### **2.4.1 Arquitetura**

O modelo de operação do SNMP chamado *fetch-store* consiste em um modelo de leitura e escrita de variáveis mantidas no agente que utiliza as primitivas básicas GET para obter o valor de uma variável mantida no agente, GET-NEXT que permite caminhar nas variáveis em tabelas de tamanhos desconhecidos, SET para alterar o valor de uma variável e TRAP para o agente informar o gerente sobre eventos extraordinários.

Na comunicação entre o agentes e gerentes é utilizada a técnica de *polling* que é uma interação *request/response*, como *get* e *set* em que um gerente solicita ou envia a um agente informações sobre valores de diversos elementos que constam em sua MIB e a técnica de *event-reporting*, como o *trap* em que o gerente fica esperando a chegada de informações enviadas por iniciativa do agente.

O modelo *Trap Directed* define que o software de gerência não segue um modelo cliente-servidor convencional pelo fato de com as operações *get* e *set* a estação de gerenciamento se comporta como cliente e o dispositivo a ser analisado

como servidor e com a operação *trap* ocorre o inverso sendo o agente agindo como cliente (Gerência de Redes de Computadores e de Telecomunicações, 2014).

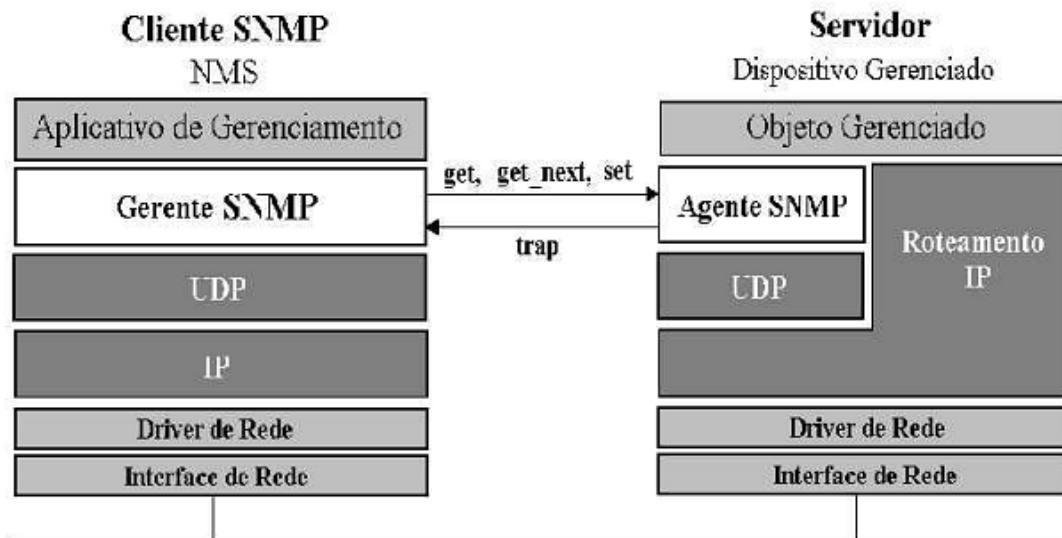


Figura 16: Modelo de comunicação entre gerente e agente (Gerência de Redes de Computadores e de Telecomunicações, 2014).

Para um gerente ou agente executar uma função de SNMP o primeiro evento na pilha de protocolos é o aplicativo de SNMP que fornece serviço para o usuário final que pode enviar uma requisição ou resposta a uma solicitação, passando para o UDP que permite comunicação entre dois hosts usando a porta 161 para *request/response* e 162 para *trap*, a camada de IP tenta fornecer o pacote de SNMP ao destino, conforme especificado no endereço IP. O último evento que o pacote SNMP passa é o controle pela camada MAC para ser entregue ao destino final (MAURO e SCHMIDT, 2001).

Operações SNMP são chamadas de PDU (*Protocol Data Unit*) e cada Unidade de Dados de Protocolo é formado pelo preâmbulo, cabeçalho e corpo SNMP, conforme verificado abaixo:



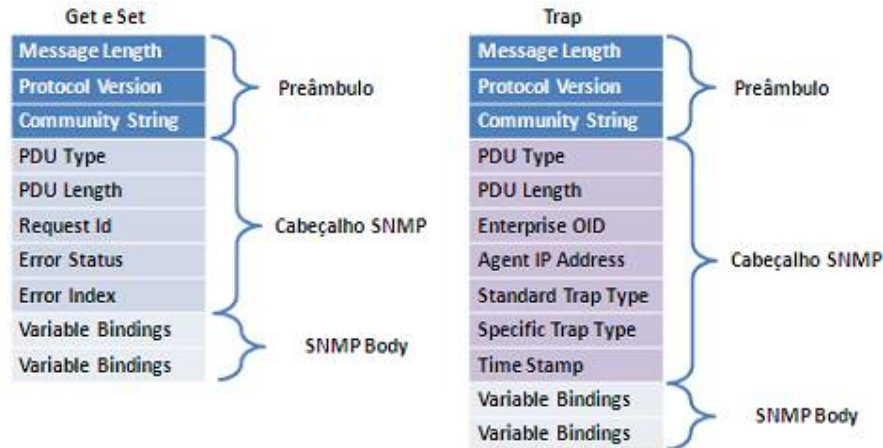


Figura 17: Estrutura das PDUs SNMP (Unicamp - Treinamento de Gerencia de Redes, 2012).

Como existe esta relação entre elementos de rede gerente e agente, o modelo arquitetural é definido pela coleção de estações de gerenciamento e elementos de rede que possuem agentes de gerenciamento. A este modelo é inserido o PABX híbrido ou somente IP.

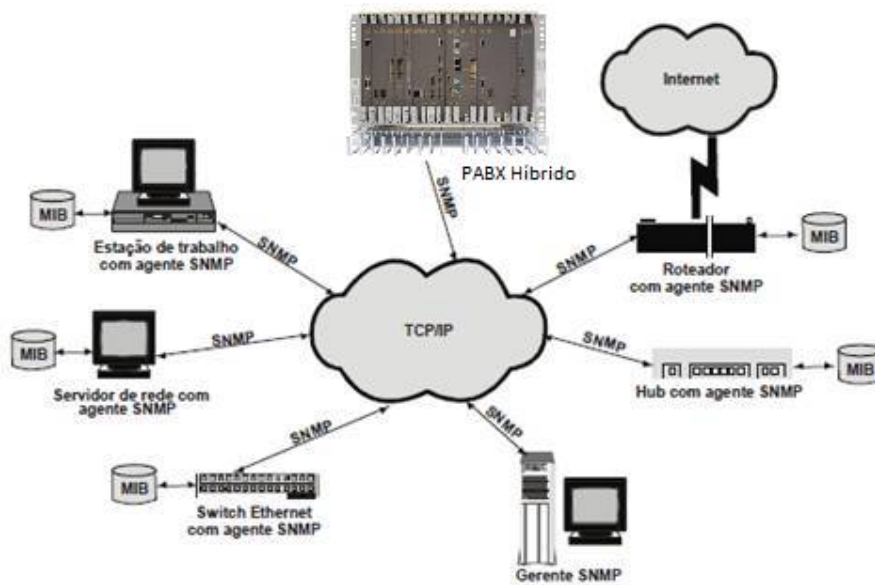


Figura 18: Modelo arquitetural SNMP (Fonte: Gerenciamento e Monitoramento de Rede II: Gerenciamento SNMP (adaptado), 2012).

## 2.4.2 Estrutura de Dados

A SMI estabelece a forma de representação das informações definindo com exatidão como os objetos gerenciados são nomeados e especifica os respectivos tipos de dados associados, podendo ser compreendida como uma descrição lógica das informações, composta por nomes dos objetos gerenciados definidos através dos identificadores de objetos OIDs (*Object Identifier*), sintaxe de dados seguindo os padrões ASN.1 e sintaxe de transferência seguindo as regras da BER (*Basic Encoding Rules*).

Os objetos gerenciados possuem um único OID numérica e nome em texto associado e são organizados em hierarquia de árvore, atribuindo os nomes do SNMP com um ID de objeto formado por uma sequência de números baseada nos nós da árvore (MAURO e SCHMIDT, 2001).

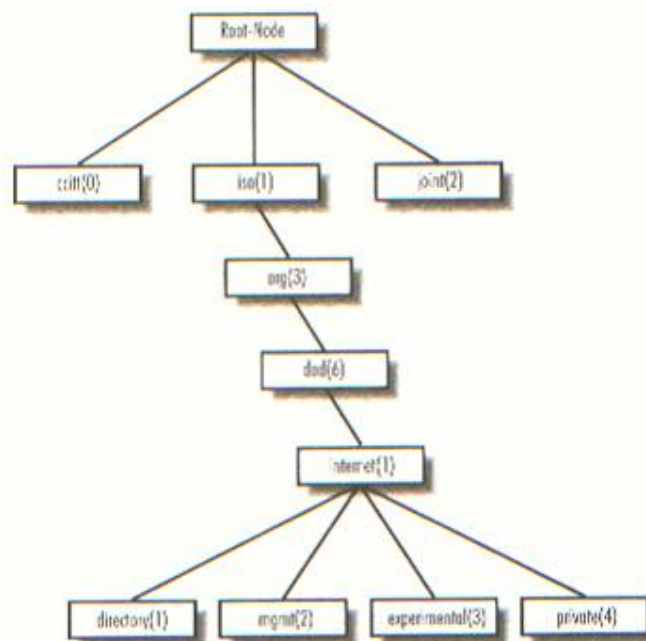


Figura 19: Árvore da SMI (Fonte: SNMP Essencial, 2001)

O tipo de dado de um objeto de um objeto gerenciado é definido por um subconjunto do ASN.1 que especifica o modo de como os dados são representados e transmitidos no contexto SNMP.

Em uma estrutura genérica começa fazendo uma chamada a macro MODULE-IDENTITY que fornece o nome o endereço do implementador, histórico

de revisão, entre outras informações administrativas, seguida pela macro OBJECT IDENTITY que faz referência ao tipo de objeto na árvore, define uma sintaxe com o conteúdo do objeto, como INTEGER inteiro de 32 bits, OCTET STRING *string* de bytes, OBJECT IDENTIFIER para localização de outro objeto na MIB, entre outros, segue definindo a acessibilidade *read-only* somente leitura, *read-write* leitura e escrita *write-only* somente escrita ou *not-accessible* não acessível, e posteriormente representa a situação do objeto da MIB basicamente como *Mandatory* que devem ser implementados em todos os agentes ou *Optional* que pode ou não ser implementado.

A através do método BER define o modo de codificação de decodificação dos objetos para que sejam transmitidas na rede, que com uma única instância de um objeto gerenciado é codificada em uma única *string* de octetos. (MAURO e SCHMIDT, 2001).

### **2.4.3 MIB**

A Base de Informações de Gerenciamento é o conjunto de objetos definida por uma coleção de variáveis que faz parte do componente chave da Aplicação Agente e seus valores dependem da funcionalidade do dispositivo e de quais recursos ou serviços o agente deverá gerenciar.

Utiliza a linguagem ASN.1 e possui modelo estruturado em árvore para, cada nó agrupa um conjunto de objetos relacionados que descrevem a informação mantida nos agentes.

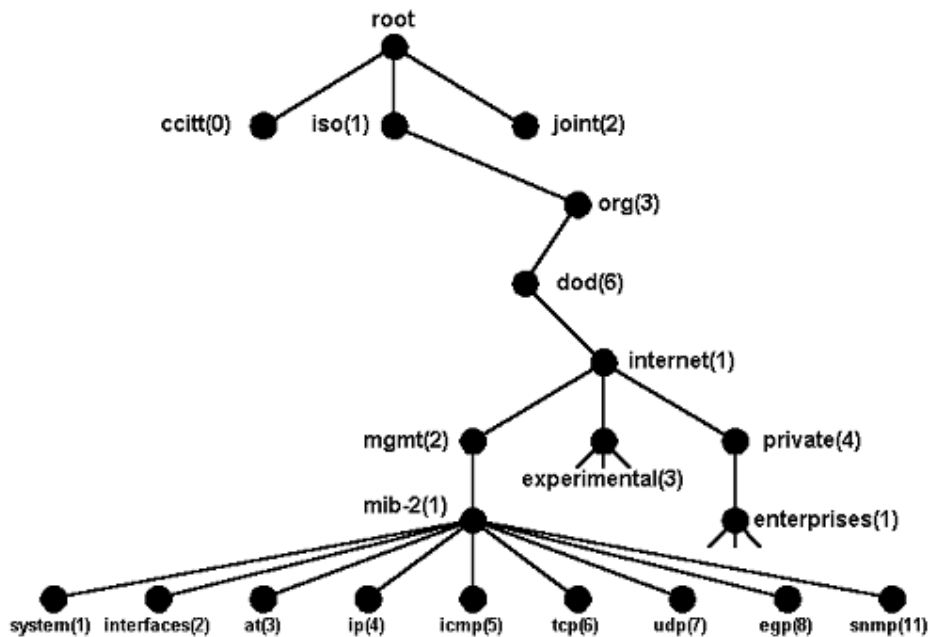


Figura 20: Visão geral da árvore da MIB II (Fonte: Unicamp - Treinamento de Gerencia de Redes, 2012).

A MIB II descrita como iso.org.dod.internet.mgmt.mib-2 ou 1.3.6.1.2.1 é reconhecida padrão e todos os agentes devem suportar, mas geralmente os agentes suportam mais MIBs, desenvolvidas para o tipo de equipamento ou software. Estas MIBs proprietárias ficam abaixo de iso.org.dod.internet.private.enterprises ou 1.3.6.1.4.1 (Unicamp - Treinamento de Gerencia de Redes, 2012).

### 2.4.3.1 Objetos Gerenciáveis da MIB II

Definida pela RFC 1213 possui dez categorias em que cada uma delas corresponde a um nó:

O grupo *System* disponibiliza informações como nome do dispositivo, fabricante, o que o hardware e o software contém, onde está localizado, função, horário da última inicialização e dados do implementador.

Os adaptadores da rede são gerenciados pelo grupo *Interfaces* que controla o número de pacotes e bytes enviados e recebidos da rede, número de descartes, de difusões e o tamanho da fila de saída, assim como número de

interfaces presente no sistema, tabela de informações sobre cada interface e outros componentes.

O grupo AT foi descontinuado e o IP monitor o tráfego IP recebido e emitido pelo nó e possui diversos contadores que controlam o número de pacotes descartados por diversas razões, fornecendo estatísticas sobre fragmentação e remontagem de dados, assim como tabela de endereçamento IP e de roteamento IP.

No que se refere a mensagem de erro IP, o grupo ICMP o número total de mensagens ICMP recebida, número de mensagem com erros específicos como de checksums ou de tamanho, com destinos inacessíveis ou recebidas com tempo excedido.

O grupo TCP monitora o número atual e acumulado de conexões abertas, segmentos enviados e recebidos e diversas estatísticas de erro, estado da conexão TCP, endereço IP local para esta conexão, número da porta remota.

Os componentes do grupo UDP fornecem o número total de datagramas UDP entregues aos usuários UDP, para os quais não houve aplicação na porta do destino, datagramas enviados, tabela contendo informações sobre ouvintes UDP, endereço IP, porta local e informações de um determinado ouvinte.

O grupo EGP é destinado para roteadores compatíveis com protocolo de gateway externo e o SNMP se destina ao cálculo sobre a operação do próprio SNMP, como número total de mensagens de entrada e saída do protocolo SNMP para o serviço de transporte, entregue com versão não suportada, erros ASN.1 ou BER e PDUs entregues a outros componentes (TANEMBAUM, 1997).

## 2.5 OBJETOS GERENCIÁVEIS DO PABX HÍBRIDO

Cada fabricante define os objetos que serão permitidos realizar a coleta de informação, desta forma possuindo características para cada tipo de equipamento.

Através de uma MIB privada permite a aplicação SNMP obter *requests* muito específicos com informações completas dos PABX, receber *traps* que podem ser usados com alarme via SNMP, que quando desencadeado o equipamento

reporta para aplicação SNMP e alterar com *sets* o valor das variáveis contidas nos objetos gerenciados (NEC SV8100 - Manual SNMP Release 6, 2011).

Os valores das variáveis dos objetos recebidos pelo gerente SNMP contidas nos *requests*, não se limitando aos objetos descritos, além das informações da MIB II, possui informações de hardware e versões como CPU, software principal do CPU, memória, dados de DSP, buffers, placas que compõe o sistema, release do software, backup, falhas e licenças.

Informa status do sistema de telefonia, dos componentes do sistema, de tráfego, descrevem as interfaces indicando local, slots, portas, como placas troncos, de ramais, de rede, *media gateways* entre outros. Para as interfaces que possuem conectividade com a rede IP, como placa de rede, *media gateway*, DSP, é informado o tipo, endereço de rede, máscara de subrede, *gateway* e endereço MAC.

Os dados de troncos são interligados com os de rotas e definem o tipo, sinalização, identificação, posição, endereços físico e lógico, operação e status.

Relaciona o operador ao tipo de equipamento, a identificação de porta e posição ou endereço IP, status de operação e tráfego, assim com as informações de *logging* de chamadas (*Telephony Server SNMP Support and Alarm Notification – MX-ONE 5.0*, 2012).

Implementado com menor frequência, os *sets* permitem alterar data e hora do sistema, definir o nome da porta do ramal, configurar para portas analógicas ou digitas, ativar, desativar e o modo de identificação de chamadas, duração do dígito DTMF e pausa, categorizar ramal para realização de chamadas, o tipo de discagem do juntor, o tipo de sinalização de progresso de chamada do juntor, ativar o juntor como saída, entrada ou bidirecional (Intelbrás Manual Placa Base ICIP30 Placa Codec ICIP30 Impacta220, 2013).

Dispõe também funcionalidade de atualizar o estado de erro do dispositivo e com ajuda de servidor TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) realizar download de software e definir os parâmetros de reinicialização para as configurações guardadas na memória não volátil e se esta está em condições possíveis para a realização de atualização (Siemens HiPath 3000 – HiPath Gateway - HG 1500V3.0 - Networking IP, 2004).

Os *traps* enviados pelo agente são eventos como alteração de status dos objetos que possuem suas informações coletadas pelo gerente e/ou processos realizados através dos *sets*.

### 3 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do sistema de gerenciamento SNMP em PABX híbridos foi realizado em um ambiente de laboratório, que será para verificar os requisitos de hardware e software, instalação e configuração para fazer as requisições e obter os relatórios de respostas, o qual será analisado.

Para que seja possível a implementação, é necessário um sistema telefônico híbrido com recurso SNMP, softwares de configuração e administração, dispositivos analógicos e digitais e IP, dispositivos de rede, sistemas de energia, e um servidor que terá o papel de gerente e que será instalado as ferramentas SNMP para enviar e receber os PDUs.

Nesta implementação foi utilizada o servidor de comunicação MX-ONE 5.0 da Aastra que é um sistema telefônico que possui duas arquiteturas, o TSW (*Telephone Switch*) que é um sistema híbrido combinando TDM e IP e o TSE (*Telephone Server*) que é um sistema puramente IP, através de SIP e H.323 (Servidor de Comunicação MX-ONE 5.0 – Administração, 2014).

#### 3.1 O SERVIDOR DE TELEFONIA

O servidor de comunicação MX-One pode ser implementado como um sistema central com múltiplos servidores e *multi-gateway* ou distribuir os componentes do sistema sobre uma rede mais ampla como uma WAN e podem ser interconectados por uma rede de sinalização inteligente permitindo que os usuários usufruam de uma rede global de voz.

O *MX-One Telephone System* é dividido em dois componentes principais, o *MX-One Telephone Server* que é o servidor de comunicação, parte principal da solução, formado por um PC Intel standard com HD, placas de rede, teclado, monitor e memórias e software de controle de chamadas baseado em Linux e a MGU (*Media Gateway Unit*) que contém placas virtuais para fornecer recurso VOIP, interfaces físicas para entroncamento ISDN, providencia RTP/RTCP, aloja



recursos DSP para tratamento de tons e conferência, comutador de pacotes para os telefone SIP e H.323, atuando como *converter media* entre diferentes protocolos.

Além do servidor e da MGU (*Media Gateway*), para que esta arquitetura suporte instalações que demandem ramais TDM e digitais, são necessárias placas complementares que são anexadas ao gabinete denominado LBP que possui slots determinados para cada tipo de placa, além do sistema de refrigeração e retificação da tensão. A solução também prevê servidor proprietário denominado ASU-E (*Aastra Server Unit-Embedded*) que também é anexado ao LBP (Servidor de Comunicação MX-ONE 5.0 – Administração, 2014).

A imagem abaixo ilustra um gabinete LBP22 que possui dois magazines, placas de ramais, etc. e um único ASU-E.

### ***MX-ONE Classic LBP22***



**Figura 21: Gabinete LBP22 da MX-One (Fonte: Servidor de Comunicação MX-ONE 5.0 – Administração, 2014).**

A capacidade de um servidor é de até 15 *Media Gateways*, 64 fluxos E1 e 15 mil usuários distribuídos em ramais IP, digitais e analógicos. O sistema permite até que sejam interligados até 124 servidores, 1860 *Media Gateways*, 7936 fluxos E1 e 500 mil usuários (Servidor de Comunicação MX-ONE 5.0 – Administração, 2014).

### 3.2 EQUIPAMENTO DE LABORATÓRIO

Para a implementação foram utilizados seguintes hardwares e softwares:

- 2 Gabinetes LBP22: 19 pelegadas e 7 Us de altura;
- 2 Placas MGU: para realizar chamadas gateway e conexão RDSI e CAS;
- 2 Placas MFU: para sinalização MFC, emissor e receptor de tom e DTMF receptor;
- Retificador Proteco: que fornece a tensão de -48 Vdc e corrente máxima 30A;
- Baterias: mantém o sistema em funcionamento em case de falta de energia.
- Fan Unit: ventilador de arrefecimento forçado;
- Rack 40Us: onde foi fixado os gabinetes, fan unit e retificador;
- 1 Aparelho IP Aastra 686i;
- 2 Aparelhos IP Aastra Dialog 4422;
- Servidor Dell: CPU Intel dual Core, 8Gb, HD 500Gb;
  - VMWare: máquinas virtuais para instalação dos SO e *Telephone Servers*;
  - *Telephone Servers*: servidores de telefonia; e
  - Sistema operacional: Suse Linux Enterprise Server 10 SP4.
- Estação de trabalho: CPU i5, 8Gb, HD 500Gb, e
  - Sistema operacional: Window 7 Enterprise; e
  - Mib Browser iReasoning.
- 2 Switches: Cisco Catalyst 2900 Poe.

### 3.3 TOPOLOGIA

Abaixo segue a estrutura topológica física que mostra a forma em que o Sistema de Telefonia se conecta na rede, destacando o tracejado a conexão do PABX na rede IP, vermelho uma rede ISDN e verde uma rede IP, ilustração com imagens representando os equipamentos utilizados com destaque as placas *Media Gateway* e a topologia lógica que descreve os endereços de rede do sistema.

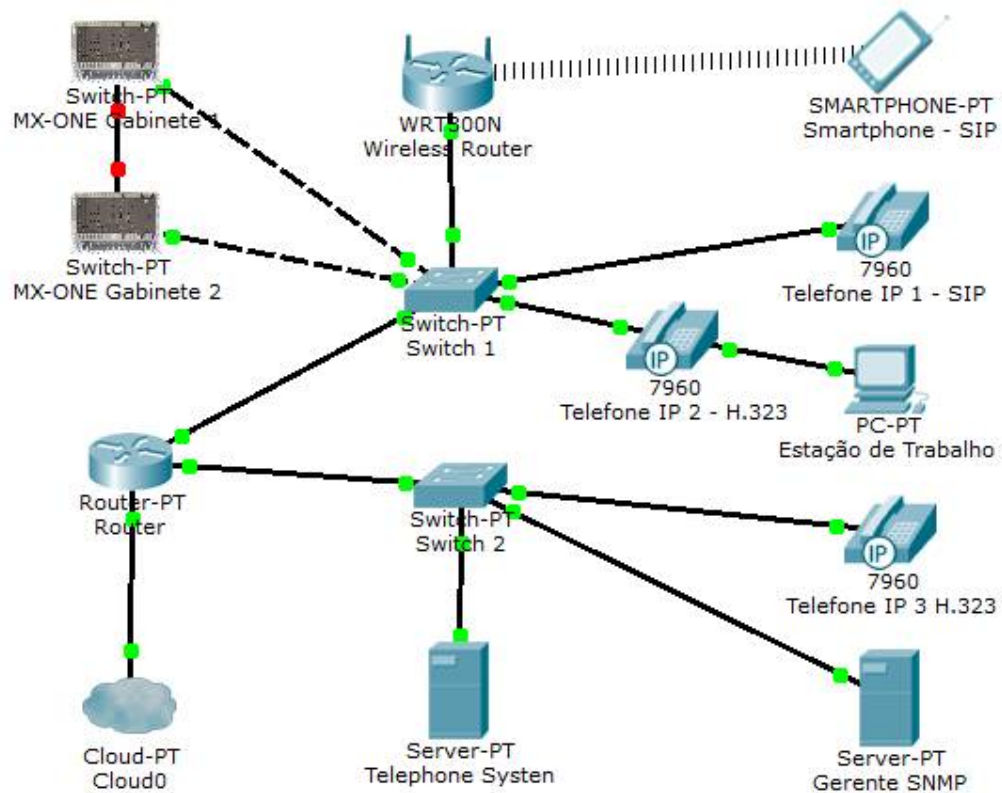


Figura 22: Topologia do sistema de telefonia da rede (Fonte: Autoria própria).

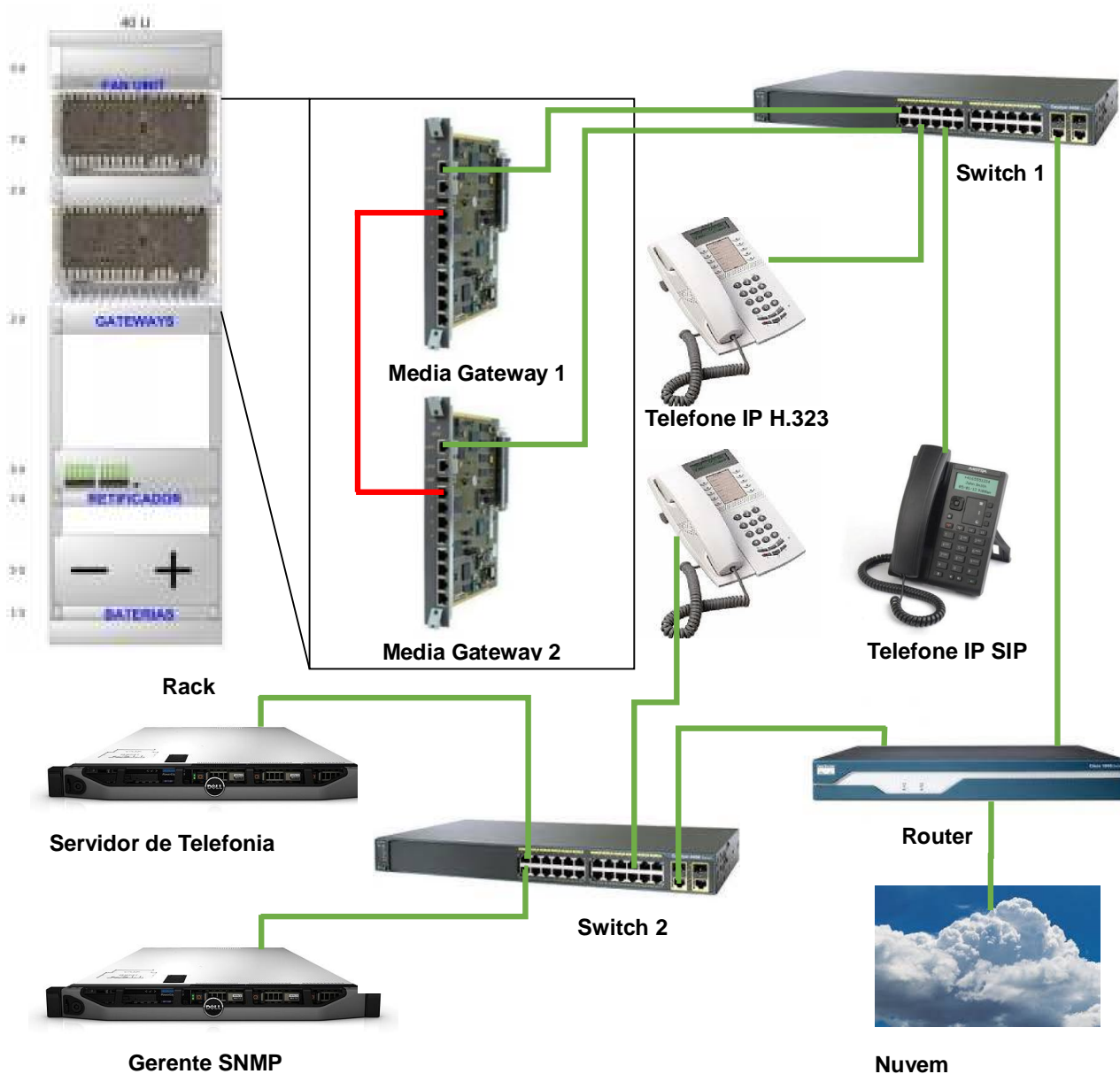


Figura 23: Representação da topologia (Fonte: Autoria própria).

**Tabela 10: Tabela de endereços de rede (Fonte: Autoria própria).**

Equipamento	Interface	Endereço de Rede	Máscara de Rede	Gateway
Mx-One 1	Media Gateway FastEthernet	172.26.72.13	255.255.0.0	172.26.8.1
Mx-One 2	Media Gateway FastEthernet	172.26.72.11	255.255.0.0	172.26.8.1
Switch 1	FastEthernet	172.26.8.10	255.255.0.0	172.26.8.1
Switch 2	FastEthernet	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1
Servidor de Telefonia	Telephone System 1 FastEthernet	192.168.32.50	255.255.255.0	192.168.3.1
	Telephone System 2 FastEthernet	192.168.32.51	255.255.255.0	192.168.3.1
Gerente SNMP	FastEthernet	192.168.13.87	255.255.255.0	192.168.3.1

### 3.4 OBTENÇÃO DE RELATÓRIOS

Para implementação do sistema de telefonia da topologia apresentada foi necessário a instalação de 2 máquinas virtuais no servidor de telefonia, para instalação do sistema operacional do Linux Suse Server 10 SP4 com o *Telephone System Software* fornecido pelo fabricante, definindo o LIM1 e LIM2 e os principais parâmetros de rede como endereços IP, máscara de rede, *gateway* e nome de *host*.

Com o *Telefone System* instalado e iniciado, através de linha de comando foi realizada a programação do sistema com plano de numeração, definindo faixa de ramal, registrando ramal analógico e IP, criando rotas e troncos.

Após a realização dos testes de funcionamento, com o protocolo já instalado no sistema operacional, o SNMP foi configurado através da definição do endereço IP do gerente e comunidade no arquivo `etc/snmp/snmpd.conf`, no mesmo

diretório o arquivo snmp.conf define informações de localização da MIB, onde o arquivo opt/eri\_sn/etc/snmp/MX-ONE-TS-ALARM-MIB.txt foi copiado.

O gerente SNMP obteve o relatório através de software iReasoning Mib Browser, no qual foi carregado o arquivo MIB definindo os objetos que terão suas informações coletadas, configurado o IP do agente e realizado o comando *GetNext* apontando para o OID do arquivo carregado, recebendo os *request* enviado pelo agente.

OID = .1.3.6.1.4.1.11268.2.8.1    tsAlarm

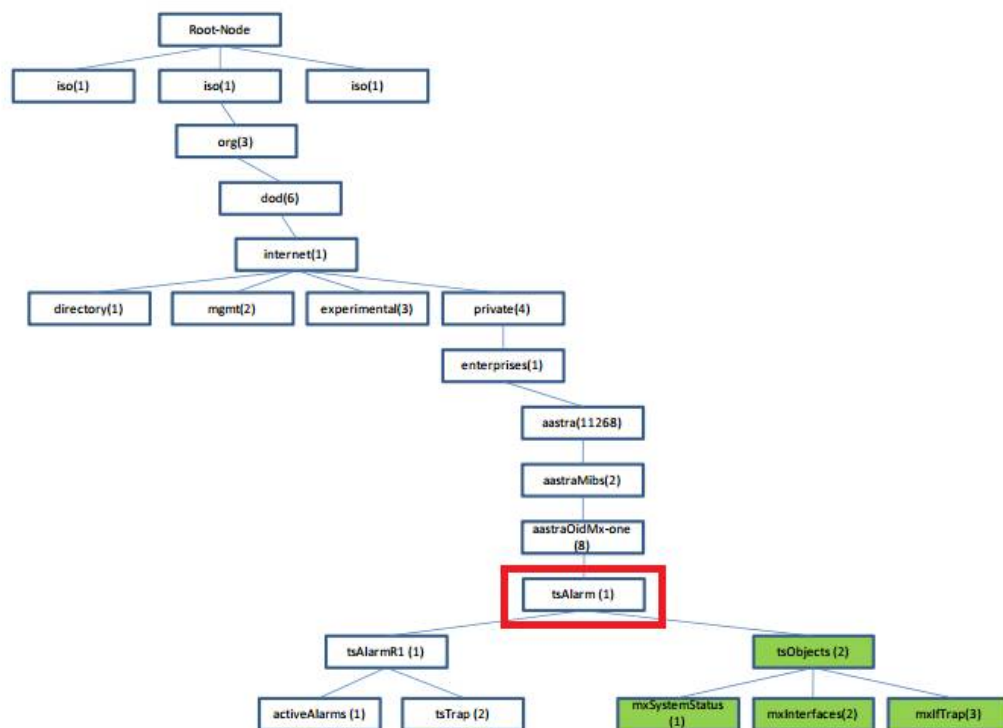


Figura 24: Árvore do arquivo MIB da MX-One (Capítulo 10 – SNMP Servidor de Comunicação MX-ONE5.0 – Avançado, 2012).

## 4 ANÁLISE DE DADOS

Como o protocolo de gerência obtém informações detalhadas de determinados objetos, o relatório que o gerente SNMP recebeu é um arquivo com 721 linhas contendo informação coletadas remotamente dos objetos gerenciáveis do agente, obedecendo os objetos definidos no arquivo MX-ONE-TS-ALARM-MIB.txt em relação aos recursos disponíveis e configurados do Sistema de Telefonia. Devido grande parte das linhas serem identificação e indexação utilizado pelo próprio protocolo SNMP para cada objeto gerenciado, serão analisados os *requests* mais importantes:

mxalStatus.0	Critical
mxalFrom.3457	Lim 1, Unit SLP60
mxalFrom.3585	Lim 1, Unit SLP60
mxalFrom.3713	Lim 1, Unit TLP30
mxalFrom.3841	Lim 1, Unit SLP60
mxalFrom.3969	Lim 1, Unit SLP60
mxalFrom.4097	Lim 1, Unit TLP30
mxalSeverity.3457	major
mxalSeverity.3585	Critical
mxalSeverity.3713	normal
mxalSeverity.3841	major
mxalSeverity.3969	Critical
mxalSeverity.4097	normal
mxalWhere.3457	Equ 1A-2-00-0 Lim 1, Unit SLP60
mxalWhere.3585	Equ 1A-2-00-0 Lim 1, Unit SLP60
mxalWhere.3713	Equ 1A-2-20-0 Lim 1, Unit TLP30
mxalWhere.3841	Equ 1A-2-10-0 Lim 1, Unit SLP60
mxalWhere.3969	Equ 1A-2-10-0 Lim 1, Unit SLP60
mxalWhere.4097	Equ 1A-2-20-0 Lim 1, Unit TLP30
mxalExplanation.3457	DIGITAL TRUNK, LOSS OF SIGNAL, Addinfo: 32768
mxalExplanation.3585	DIGITAL TRUNK, LOSS OF FRAME SYNCHRONIZATION, Addinfo: 32768
mxalExplanation.3713	DIGITAL TRUNK, LOSS OF FRAME SYNCHRONIZATION, Addinfo: 32775
mxalExplanation.3841	DIGITAL TRUNK, LOSS OF SIGNAL, Addinfo: 32769
mxalExplanation.3969	DIGITAL TRUNK, LOSS OF FRAME SYNCHRONIZATION, Addinfo: 32769
mxalExplanation.4097	DIGITAL TRUNK, BIT ERROR IN FRAME

SYNCHRONIZATION WORD, Addinfo: 32775

mxalNoticed.3457	no
mxalNoticedNote.3457	-
mxRelease.0	14.170.8
mxLimWhere.1	mxone-lab-std
mxLimIp.1	192.168.32.51
mxlimBackupStatus.1	Ok
mxlimBackupInfo.1	current backup: 20140926113009
mxLimStatus.1	running
mxRouteIndex.1	1
mxRouteIndex.3	3
mxRouteIndex.10	10
mxRouteIndex.250	250
mxRouteType.1	ISDN
mxRouteType.3	ISDN
mxRouteType.10	MFC
mxRouteType.250	SIP
mxRouteDescr.1	Private route
mxRouteDescr.3	Private route
mxRouteDescr.10	Private route
mxRouteDescr.250	Private route
mxRouteBearerCap.1	001100
mxRouteBearerCap.3	001100
mxRouteBearerCap.10	001100
mxRouteBearerCap.250	000100
mxTrunkRouteNo.2101249	1
mxTrunkRouteNo.2101250	1
mxTrunkRouteNo.2101251	1
mxTrunkRouteNo.2101252	1
mxTrunkRouteNo.2101253	1
mxTrunkRouteNo.6295553	3
mxTrunkRouteNo.6295554	3
mxTrunkRouteNo.6295555	3
mxTrunkRouteNo.6295556	3
mxTrunkRouteNo.6295557	3
mxTrunkRouteNo.20975617	10
mxTrunkRouteNo.20975618	10
mxTrunkRouteNo.20975619	10
mxTrunkRouteNo.20975620	10
mxTrunkRouteNo.20975621	10
mxTrunkRouteNo.524292097	250



mxTrunkWhere.2101249	Equ 1A-2-00-1
mxTrunkWhere.2101250	Equ 1A-2-00-2
mxTrunkWhere.2101251	Equ 1A-2-00-3
mxTrunkWhere.2101252	Equ 1A-2-00-4
mxTrunkWhere.2101253	Equ 1A-2-00-5
mxTrunkWhere.6295553	Equ 1A-2-10-1
mxTrunkWhere.6295554	Equ 1A-2-10-2
mxTrunkWhere.6295555	Equ 1A-2-10-3
mxTrunkWhere.6295556	Equ 1A-2-10-4
mxTrunkWhere.6295557	Equ 1A-2-10-5
mxTrunkWhere.20975617	Equ 1A-2-20-1
mxTrunkWhere.20975618	Equ 1A-2-20-2
mxTrunkWhere.20975619	Equ 1A-2-20-3
mxTrunkWhere.20975620	Equ 1A-2-20-4
mxTrunkWhere.20975621	Equ 1A-2-20-5
mxTrunkWhere.524292097	Equ is virtual
mxTrunkDescr.2101249	ISDN
mxTrunkDescr.2101250	ISDN
mxTrunkDescr.2101251	ISDN
mxTrunkDescr.2101252	ISDN
mxTrunkDescr.2101253	ISDN
mxTrunkDescr.6295553	ISDN
mxTrunkDescr.6295554	ISDN
mxTrunkDescr.6295555	ISDN
mxTrunkDescr.6295556	ISDN
mxTrunkDescr.6295557	ISDN
mxTrunkDescr.20975617	MFC
mxTrunkDescr.20975618	MFC
mxTrunkDescr.20975619	MFC
mxTrunkDescr.20975620	MFC
mxTrunkDescr.20975621	MFC
mxTrunkDescr.524292097	SIP
mxTrunkOperStatus.2101249	blocked
mxTrunkOperStatus.2101250	blocked
mxTrunkOperStatus.2101251	blocked
mxTrunkOperStatus.2101252	blocked
mxTrunkOperStatus.2101253	blocked
mxTrunkOperStatus.6295553	blocked
mxTrunkOperStatus.6295554	blocked
mxTrunkOperStatus.6295555	blocked
mxTrunkOperStatus.6295556	blocked

```

mxTrunkOperStatus.6295557   blocked
mxTrunkOperStatus.20975617  blocked
mxTrunkOperStatus.20975618  blocked
mxTrunkOperStatus.20975619  blocked
mxTrunkOperStatus.20975620  blocked
mxTrunkOperStatus.20975621  blocked
mxTrunkOperStatus.524292097  idle
mxMgwIndex.16                16
mxMgwWhere.16                Mgw 1A
mxMgwType.16                 MGU
mxMgwDescr.16                172.26.72.13:0 0.0.0.0:0
mxMgwOperStatus.16          up
mxGateWayIndex.69631         69631
mxGateWayType.69631         MGU
mxGateWayWhere.69631        Bpos NO_LS_MULTIPLE
mxGateWayDescr.69631        172.26.72.14:0
mxGateWayOperStatus.69631   Up

```

Abaixo do OID `tsAlarm`, o arquivo MIB começa a fornecer através do nó `tsAlarmR (1)` informação de status do sistema como crítico, informando que o alarme ocorre no LIM1, a posição da placa, endereço da porta e a unidade de programa SLP60 que trata dos troncos ISDN e SLP30 para troncos MFC, definindo a severidade do alarme para perda de sinal e perda de sincronização do quadro dos troncos E1, posteriormente verifica se alguém indicado para resolver o problema foi notificado e se houve alguma interação.

Os objetos do nó `tsObjects (2)` começam descrevendo alguns status do sistema pela versão de atualização do software da MX-ONE, o `hostname` definido no DNS, endereço da rede IP, status, data e horário do último backup e se o servidor de telefonia está operacional.

Em interfaces é definida a tabela de roteamento como rotas 1 e 3 para troncos ISDN, rota 10 para troncos MFC e rota 250 para tronco SIP, o tipo de rota como privada para todas e atributos que definem a capacidade de suporte para de taxa de transmissão, frequência de áudio.

Ainda é construído uma tabela vinculando cada tronco à rota exemplificada em número de 5, porém para cada interface E1 possui 30 troncos

cada. A primeira interface digital ISDN possui seus troncos apontados para a rota 1, a segunda também ISDN à rota 3, os troncos MFC utilizam a rota 10 e o entroncamento SIP vinculada a rota 250. Na sequência informa a posição lógica de cada um destes troncos, definida pela EQU que determina a posição do gateway, o gabinete que ele está instalado, a posição da placa e porta, sendo que o SIP utilização posição EQU virtual.

Para cada tronco é também fornecida o status de operação que neste caso que o enlace havia sido retirado antes da coleta dos dados, todos os troncos possuem seu status como bloqueado, menos o entrocamento SIP que está ocioso.

Por último dispõe informações de *gateway* definindo a informação de conexões do sistema computacional individual do *Media Gateway 1A*, o tipo sendo uma placa MGU, descrevendo o tipo e interface pela definição do endereço e status como operacional. Dados do *Media Gateway* faz referência o tipo de interface, define sua posição correspondente, o endereço IP e o status operacional.

## 5 CONCLUSÃO

Após levantamento das características e componentes dos equipamentos PABX híbridos que, por mais que exista diversos fabricantes, possuem arquiteturas semelhantes, porém diferindo as informações que são disponibilizadas para serem coletas a partir do protocolo de gerenciamento SNMP.

Foi verificado que a forma de implementação e configuração do protocolo nos equipamentos possuem características próprias de cada fabricante e as OIDs possuem objetos gerenciáveis mais elaborados de maneira proporcional ao porte das centrais.

Verifica-se também que é dada mais ênfase ao gerenciamento de falhas por parte dos fabricantes, pois o protocolo permite identificar status do sistema telefônico e dos componentes como placas e outros dispositivos, quando a falha é causada pelo *hardware* e status de operação quando ocorre falha no serviço e conexões, ou ainda gerado por inconsistência do *software*, categorizando os alarmes e a severidade da falha, relatando com detalhes o funcionamento do sistema ou os eventos considerados fora da normalidade, notificando responsáveis, permitindo o isolamento da falha e ainda a correção do problema.

Visando obter maior controle de diferentes versões de elementos de *hardware* e *software*, o protocolo SNMP realiza o gerenciamento de configuração realizando um inventário dos dispositivos, *hardware* e *software*, mapeando as conexões lógicas e físicas, verificando mudança de estado e modo de operação, como troncos, rotas e conexões, provisionando parâmetros operacionais modificáveis que apresentam comportamentos de cada elemento.

Com levantamento dos dispositivos e controle dos canais utilizados é possível realizar uma distribuição justa dos recursos permitindo o planejamento de crescimento, completando o gerenciamento de contabilização com recursos de tarifação.

Foi constatado que funções como medição, monitoração, avaliação e relatos de níveis de desempenho, definidos no gerenciamento de desempenho, proteção de informações e acesso ao sistema, definidos em gerenciamento de

segurança, se mostraram limitados e que para realização destas tarefas depende de recursos de outras ferramentas ou aplicação do protocolo SNMP em equipamentos que trabalham em conjunto com o sistema de telefonia híbrido.

Com a convergência de sistemas telefônicos em uma única rede que busca a interoperabilidade dos sistemas, os objetos de trabalhos futuros terão o foco em estudos de protocolos que visam a segurança de sistemas telefônicos como criptografia e proteção de sinalização e mídias, buscando conciliar a avaliação de desempenho através de métodos de qualidade de serviço.

## REFERÊNCIAS

- Anatel - Serviços de Voz Sobre IP. < <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalPaginaEspecial.do?codItemCanal=1216> > Acessado em 20/06/2015.
- Apostila PCM – Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Rio Grande do Norte, 13/10/2009 < <http://www.dee.ufrn.br/pcm.pdf> > Acessado em 20/05/2015.
- BONI, André Luis Déo. Unicamp - Treinamento de Gerencia de Redes, 2012.
- CAMPOS, Alessandro de Souza. Telefonia Digital: A Convergência de Voz em Dados <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina\\_5.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina_5.asp)> Acessado em 05/01/2015.
- Cisco – Qualidade de serviço de voz sobre IP, 03/09/2008.  
<[http://www.cisco.com/cisco/web/support/BR/10/107/107770\\_tech\\_tk652\\_tk698\\_techologies\\_white\\_paper09186a00800d6b73.pdf](http://www.cisco.com/cisco/web/support/BR/10/107/107770_tech_tk652_tk698_techologies_white_paper09186a00800d6b73.pdf)> Acessado em 12/06/2015.
- Curso de Telecom - Sinalização E1 R2-MFC e ISDN, 29/11/2001.  
<<http://www.sabereletronica.com.br/artigos/2375-curso-rpido-de-telecom-sinalizacao-e1-r2-mfc-e-isdn>> Acessado em 05/01/2015.
- Curso de Telefonia Digital - ETFSC UNED/SJ – Capítulo 4, 15/03/2007.
- Digivoice Troncos Analógicos e Troncos Digitais. Disponível em:  
<[http://www.digivoice.com.br/meuccipro/conceitos/telefonia/index.html?troncos\\_analogicos\\_e\\_troncos\\_di.htm](http://www.digivoice.com.br/meuccipro/conceitos/telefonia/index.html?troncos_analogicos_e_troncos_di.htm)> Acessado em 10/11/2014
- Enciclopédia Regras FCC. Disponível em <<http://www.fcc.gov/encyclopedia>> Acessado em 03/10/2014.
- ELER, Esdras de Oliveira. Aplicação ao Gerenciamento de Redes de Telecomunicações. Disponível em <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmodelotmn/default.asp>> Acessado em 15/08/2014.
- Estudo da Siemens mostra que soluções de comunicação IP proporcionam economia de 43% para empresas. Disponível em: <<http://ricatel.com.br/informacoes-detalhes.asp?noticia=1#.VDHGyvldU8c>> Acessado em 01/10/2014
- Gerenciamento e Monitoramento de Rede II: Gerenciamento SNMP. 16/01/2012  
<[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgmredes2/pagina\\_2.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgmredes2/pagina_2.asp)> Acessado em 12/07/2015.
- Gerenciamento de Redes: Estudos de Protocolos. Disponível em:  
<<http://www.di.ufpe.br/~flash/ais98/gerrede/gerrede.html>> Acessado em 17/07/2014

HERSENT, Oliver, GUIDE, David, PETIT, Jean Pierre, Telefonia IP, Comunicação Baseada em Pacotes. São Paulo: Editora Addison Wesley. 2002.

LEITÃO, Vagner. UTFPR - Apostila Gerencia e Programação em Redes. 2013.

Leucotron: cresce a demanda por PABX híbrido. Disponível em: <<http://www.leucotron.com.br/noticia-01-04-2008-leucotron-cresce-a-demanda-por-pabx-hibrido>> Acessado em: 01/10/2014

MAURO, Douglas R. e SCHMIDT, Kevin J. SNMP Essencial, 2001

Manager E Siemens HiPath 3000/HiPath 5000, 15/04/2004.

NEC SV8100 – System Hardware, 20/09/2010.

Para a Cisco o país migra do PABX analógico direto para o IP, 10/04/2008. Disponível em: <<http://www.telesintese.com.br/para-a-cisco-o-pais-migra-do-pabx-analogico-direto-para-o-ip/>> Acessado em 01/10/2014

PAULO, Pedro. Implementação de uma MIB SNMP para PABX Intelbrás. Disponível em: <[http://www.professorpetry.com.br/Ensino/Defesas\\_Pos\\_Graduacao/Defesa%2009\\_Pedro%20Paulo%20da%20Silva\\_Implementacao%20de%20uma%20MIB%20SNMP%20da%20Intelbras.pdf](http://www.professorpetry.com.br/Ensino/Defesas_Pos_Graduacao/Defesa%2009_Pedro%20Paulo%20da%20Silva_Implementacao%20de%20uma%20MIB%20SNMP%20da%20Intelbras.pdf)> Acessado em 17/07/2014

Processo de Gerenciamento Baseado em ITIL/COBIT. Disponível em <<http://technet.microsoft.com/pt-br/library/bb821293.aspx>> Acessado em 17/07/2014

Recomendação ITU-T H.225.0-200912-I. 09/12/2009 < <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.225.0-200912-I>>. Acessado em 12/04/2015.

Recomendação ITU-T H.245-201105-I. <<http://www.itu.int/rec/T-REC-H.245-201105-I>>

Recomendação ITU-T H.323 v7, 14/12/2009. <<http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=H.323>>

RFC 1889, 01/1996. <<https://www.ietf.org/rfc/rfc1889.txt>> Acessado em 20/06/2014.

RFC3261, 06/2002. < <https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt> > Acessado em 20/06/2014.

RFC 3525, 06/2003. < <https://tools.ietf.org/html/rfc3525>> Acessado em 20/06/2014.

Resolução ANATEL nº 390 - Regulamento para Certificação e Homologação de Centrais Privadas de Comutação Telefônica – CPCT, 14/12/2004.

Resolução ANATEL nº 442 – Regulamento para Certificação de Equipamentos de Telecomunicações Quanto aos Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética, 21/07/2006.

SATO, Alberto Tutoriais VOIP: PABX IP, 22/11/2004. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/colaborador/albertosato.asp> > Acessado em 03/10/2014

Servidor de Comunicação MX-ONE 5.0 – Administração, 2014.

SILVEIRA, Leandro Menezes. Arquitetura Funcional do Sistema de Sinalização N° 7 <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialarquitetura/pagina\\_4.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialarquitetura/pagina_4.asp)> Acessado em 15/01/2015.

SNMP Implementation NEAX 2000 IPS/2400 IPX, 02/01/2004.

SNMP Manual Release 6 NEC SV8100, 31/10/2011.

SOUZA, Fábio - Tutorial Banda Larga e Voip, 05/03/2003. <<http://www.sj.ifsc.edu.br/~fabiosouza/Tecnico/Subsequente/Topicos%20em%20Telefonia/Tutorial%20Teleco%20VoIP.pdf>> Acessado em 13/03/2015.

SPECIALSKI, E. S. Gerência de Redes de Computadores e de Telecomunicações. Disponível em: <[www.home.furb.br/fabio/redes2/pub/ApostilaGerencia.doc](http://www.home.furb.br/fabio/redes2/pub/ApostilaGerencia.doc)> Acessado em 17/07/2014

TANEMBAUM, A. S. Redes de Computadores. 3° Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997, p. 718-733.

Telephony Server SNMP Support and Alarm Notification – MXONE 5.0, 2012.

Tutorial ISDN, 11/02/2008. <<http://blog.ccna.com.br/2008/02/11/resumo-tutorial-sobre-isdn/>> Acessado em 22/01/2015.