

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

ALEXANDRE PEREIRA

ROTEAMENTO VOIP EM LINUX

LAGES

2013

ALEXANDRE PEREIRA

ROTEAMENTO VOIP EM LINUX

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário FACVEST como parte do requisito para a obtenção do grau em bacharel em Ciência da Computação, Prof. Cassandro Albino Devenz.

LAGES

2013

ALEXANDRE PEREIRA

ROTEAMENTO VOIP EM LINUX

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Prof. Cassandro Albino Devenz

Lages, SC ___/___/2013 . Nota _____

Prof. Cassandro Albino Devenz

Prof. Msc. Márcio José Sembay

Coordenador do Curso

LAGES

2013

EQUIPE TÉCNICA

Acadêmico

Alexandre Pereira

Professor Orientador

Cassandro Albino Devenz

Coordenador do Curso

Prof. Msc. Márcio José Sembay

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

ALEXANDRE PEREIRA

ROTEAMENTO VOIP EM LINUX

LAGES

2013

DEDICATÓRIA

Em especial a minha esposa Suély de Liz Pereira e minha filha Isabela.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força, coragem e nunca me deixar desistir.

Agradeço a toda minha família, em especial, minha esposa Suély, minha filha Isabela e minha sobrinha Gislaine por me apoiarem em todas as fases de desenvolvimento deste projeto.

Agradeço ao corpo docente da Universidade que possibilitaram minha formação técnico-profissional, além da formação moral, ao longo de todos estes anos de convívio.

Agradeço aos colegas de turma, pela convivência, pelas trocas de experiências que também contribuíram para minha formação e por nossa amizade.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE QUADROS E TABELAS	12
RESUMO	13
ABSTRACT	14
I - INTRODUÇÃO	15
1 APRESENTAÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA	15
3 IMPORTÂNCIA	15
4 OBJETIVOS DO TRABALHO	16
4.1 Objetivo Geral.....	16
4.2 Objetivos Específicos.....	16
5 METODOLOGIA	16
6 CRONOGRAMA	18
Tabela 1. Cronograma de Desenvolvimento do TCC	18
II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2 A EVOLUÇÃO DO SISTEMA TELEFÔNICO	19
2.1 Um pouco da História do Brasil.....	20
2.1.1 As Primeiras Centrais Telefônicas	20
2.1.2 Telefonia Digital	22
2.1.3 Integração de Serviços	24
2.2 Evolução das Redes de Computadores	24
2.2.1 O Surgimento de VoIP	26
3 DE VOIP E TELEFONIA IP A SERVIÇO DE COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA COM QOS	28
3.1 A Evolução Brasileira.....	32
3.1.1 A Evolução das Redes de Computadores no Brasil	34
3.1.2 A Internet no Brasil	36
3.1.3 A Regulamentação de Serviços de VoIP no Brasil.....	38
4 CENÁRIOS DE COMUNICAÇÃO DE VOZ SOBRE IP	39

4.1 Serviço Conversacional de VoIP	40
4.1.1 Gateways de Gerência.....	41
4.1.2 VoIP de Terminal IP para Telefone	
4.1.3 VoIP de Telefone para Telefone	
4.1.4 Serviços Unificados de Mensagens	46
5 IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS)	48
5.1 Arquitetura	51
5.2 A Recomendação Y.2001	54
6 PROTOCOLO TCP/IP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/INTERNET PROTOCOL)	56
6.1 Bloco de Dados do TCP.....	58
6.2 Características e Operação do TCP.....	59
6.3 Endereçamento IP	60
7 O MODELO DE REFERÊNCIA OSI	62
7.1. Camadas do modelo OSI.....	62
7.1.1 A Camada Física	63
7.1.2 A Camada de Enlace de Dados	63
7.1.3 A Camada de Rede	64
7.1.4 A Camada de Transporte.....	65
7.1.5 A Camada de Sessão	66
7.1.6 A Camada de Apresentação	67
7.1.7 A Camada de Aplicação.....	68
7.2 Transmissão de Dados no Modelo OSI.....	68
III – DESENVOLVIMENTO	70
1 INTRODUÇÃO	70
2 DESENVOLVIMENTO EM LINUX ROTAS PARA VOIP	70
2.1 Telas do Desenvolvimento em Linux.....	74
IV- CONCLUSÃO	78
V – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VOIP	<i>Voz Over Internet Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
QOS	<i>Qualityof Service</i>
TI	Tecnologia da Informação
TCP	<i>TransferControlProtocol</i>
IMS	<i>IP multimídia Subsystem</i>
OSI	<i>Open Systems Interconnection</i>
TCP/IP	<i>Transmisson Control Protocol / Internet Protocol</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
TELNET	<i>Terminal Emulation</i>
NFS-NETWORK	<i>Network File System</i>
ISO	<i>Internet Standards Ornanization</i>
FTP-File	<i>Transfer Protocol</i>
TELNET	<i>Terminal Emulation</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Alexandre Graham Bell.....	19
Figura 2	Primeiras centrais telefônicas – Duas fileiras de comutação telefônica manual do Livro.....	21
Figura 3	Interligação da Infraestrutura de voz e dados utilizando VOIP.....	27
Figura 4	Cenário de Comunicação Voz sobre IP.....	39
Figura 5	Comunicação de Voz de Terminal IP para Telefone.....	42
Figura 6	Comunicação de voz de telefone para telefone.....	44
Figura 7	Visão geral do sistema IMS.....	50
Figura 8	Arquitetura funcional para sistema IMS.....	53
Figura 9	Níveis de Arquitetura TCP/IP.....	57
Figura 10	Bloco de dados do TCP.....	58
Figura 11	Formato IP.....	60
Figura 12	Camadas do Modelo OSI.....	62
Figura 13	Transmissão de Dados no Modelo OSI.....	68
Tela 1	Iniciando o firewall, declarando variáveis.....	73

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 Cronograma e Desenvolvimento do TCC.....	17
---	----

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e implementação da tecnologia VoIP, voz sob IP, o mesmo disponibilizará uma solução para diminuir os custos das empresas com as ligações telefônicas locais e interurbanas, mantendo boa parte da infraestrutura de redes e telecomunicação já existentes. Para encontrar a melhor solução, antes, foi necessário realizar um estudo sobre conceitos, fundamentos e requisitos na transmissão do VoIP, onde foram abordados alguns aspectos técnicos desta tecnologia, como: evolução, funcionalidades, cenários de comunicação, principais protocolos necessários para o transporte de voz sobre IP. Considerando um ambiente corporativo, o trabalho propõe ainda a solução através de roteamento de portas VoIP desenvolvido em Linux, atendendo necessidades como integração da central telefônica tradicional com o roteamento, abrindo oportunidade de aproximar pessoas que encontram-se distantes, aumentando a interatividade e reduzindo os custos de comunicação quando comparado às convencionais ligações telefônica interurbanas.

Palavras-chave: VoIP, Telefonia IP, Linux, Comunicação.

ABSTRACT

This paper presents the development and implementation of VoIP, voice on IP, the same technology will provide a solution to reduce costs for businesses with local and long distance phone calls, keeping much of the infrastructure of existing networks and telecommunications. To find the best solution, before it was necessary to conduct a study of concepts, fundamentals and requirements in the transmission of VoIP, where some technical aspects of this technology were discussed, such as: evolution, functionality, communication scenarios, key protocols needed to transport voice over IP. Where as a corporate environment, the work proposes a solution by routing VoIP ports developed in Linux, meeting needs such as integration of traditional telephone switch with routing, opening opportunity to approach people who are distant, increasing the interactivity and reducing communication costs when compared to conventional long distance telephone calls.

Keywords: VoIP, IP Telephony, Linux, Communication.

I -INTRODUÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

A tecnologia VoIP vem sendo utilizada cada vez mais nas corporações, este fato deve-se a flexibilidade, baixo custo e por ser possível estabelecer comunicação de maneira fácil, sem limitação geográfica, desde que exista um link de Internet para cada utilizador. É importante também destacar que é possível utilizar uma mesma estrutura física para dispor desta tecnologia, isolando a telefonia tradicional.

O custo da comunicação VoIP é quase zero, utiliza o acesso à Internet para estabelecer a comunicação e ainda compartilha os recursos na mesma rede para trafegar voz e dados.

Este trabalho está estruturado em capítulos e organizados conforme segue. No capítulo I é descrito a introdução. No capítulo II a revisão bibliográfica com os temas: Evolução do sistema telefônico e redes de computadores, principais cenários de comunicação de voz sobre IP, Serviços de Comunicação multimídia QOS, MMS, Modelagem, Referência OSI e desenvolvimento de roteamento para VoIP em Linux. No capítulo III

2 JUSTIFICATIVA

Como o mundo corporativo é competitivo e exige soluções eficientes, confiáveis e de baixo custo, projetos de telefonia com o objetivo de facilitar a comunicação entre os usuários de uma empresa trazem rentabilidade, desempenho e proporcionam um melhor atendimento para todos os envolvidos (clientes, fornecedores, colaboradores e etc.).

Com a tecnologia VoIP podemos trazer custos mais acessíveis em ligações telefônicas.

3 IMPORTÂNCIA

A implantação da plataforma em VoIP, bem como o roteamento em Linux vem ao encontro dos usuários que necessitam de um sistema de telecomunicação de baixo custo e com recursos avançados, possibilitando a ampliação de acordo com o crescimento do estabelecimento.

4 OBJETIVOS DO TRABALHO

4.1 Objetivo Geral

Propor e Implantar uma solução VoIP para ambiente corporativos para gerenciar e reduzir custos com ligações telefônicas.

4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho é o desenvolvimento e implementação da tecnologia VoIP, voz sobre IP, com o intuito de :

- ✓ Reduzir significativamente o custo com telefonia;
- ✓ Efetuar chamadas de longas distâncias a custos locais;
- ✓ Integrar telefonias móveis com telefonias fixas, ou seja, prover a extensão do ramal fixo para um aparelho móvel. Assim, o profissional ou executivo que está em locomoção, seja dentro da empresa ou fora dela, pode ter transferidas para o seu celular as ligações feitas para o seu ramal fixo, sem custo adicional. Para isso, é preciso que ele disponha de terminal móvel habilitado com tecnologia 3G.
- ✓ Manter a estrutura já existente na empresa e agregar novos recursos para o funcionamento do VoIP;
- ✓ Controlar as ligações realizadas por ramais, configurar restrições de ligações por ramais etc;
- ✓ Priorizar o tráfego de voz;
- ✓ Gerenciar o tráfego no link;

5 METODOLOGIA

Para obter os objetivos do TCC , inicia-se pelo levantamento de dados, material bibliográfico para a fundamentação teórica durante o desenvolvimento do trabalho, ou seja, fundamentar os conceitos e justificativas.

A pesquisa será fundamentada através da consulta em livros, revistas, pesquisas na internet e principalmente interação em ambiente corporativo.

Durante a revisão bibliográfica, baseando-se em todo material pesquisado anteriormente, será efetuada toda a fundamentação teórica do trabalho, desde conceituação básica até a conclusão final do mesmo.

Portanto, o trabalho foi desenvolvido, de acordo com as etapas mencionadas no item 5. Cronograma, ou seja, na seguinte ordem: pesquisa, confecção e apresentação da pré-proposta, elaboração da revisão bibliográfica, desenvolvimento e incluindo os testes do sistema emLinux.

6 CRONOGRAMA

ATIVIDADES	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Pesquisa	X					
Confecção e apresentação da pré-proposta		X		X		
Elaboração da revisão bibliográfica		X	X	X	X	
Desenvolvimento do sistema em Linux					X	
Entrega e defesa do TCC I à banca avaliadora						X

Tabela1. Cronograma deDesenvolvimento do TCC

II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2 A EVOLUÇÃO DO SISTEMA TELEFÔNICO

De acordo com Colcher (2005), a evolução dos sistemas de telecomunicações se confunde com a criação e evolução do sistema telefônico. Em 1844, Samuel Morse enviou sua primeira mensagem usando seu sistema de telegrafia entre Washington e Baltimore. Aproximadamente dez anos depois, a telegrafia já era disponível em vários países como um serviço para o público geral (COLCHER *et al*, 2005).

Contudo, passaram-se cerca de 20 anos até que se tornasse possível, supostamente por acaso, a conversão de sinais de voz em sinais elétricos para transmissão (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1875, enquanto o cientista Alexander Graham Bell e seu jovem ajudante Thomas A. Watson se dedicavam a um projeto relacionado ao sistema de telegrafia e sem, a princípio, qualquer relação com o telefone, estranhamente o aparato experimental no qual trabalhavam transmitiu um som totalmente diferente do esperado (COLCHER *et al*, 2005).

Analisando o que havia ocorrido, Bell percebeu que, devido à forma com que uma parte do equipamento de recepção havia sido montado naquela ocasião, ele conseguira produzir uma corrente elétrica cuja variação acontecia na mesma intensidade que o ar variava de densidade junto ao transmissor (COLCHER *et al*, 2005).

A descoberta permitiu que, a partir de vários refinamentos, em 14 de fevereiro de 1876, Bell submetesse sua patente do telefone, descrevendo seu aparato como "... o aparelho para transmitir voz e outros sons (...) pelas variações da corrente elétrica, similares às variações do ar, acompanhando cada palavra pronunciada...". Em 1877, Graham Bell fundaria a primeira companhia Bell de telefonia (COLCHER *et al*, 2005).



Figura 1 – Alexandre Graham Bell

Fonte: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br>

2.1 Um pouco da História do Brasil

Dom Pedro II teve um papel significativo para a promoção definitiva do Invento de Bell. Em 1877 foi realizada a Exposição do Centenário, na Filadélfia, que comemorava os 100 anos da independência dos Estados Unidos. Na data prevista para a apresentação dos trabalhos expostos, 25 de junho de 1877, uma comissão da qual Dom Pedro II fazia parte passou a seu invento, Dom Pedro, apesar da resistência dos demais membros da comissão, insistiu em experimentar o aparelho.

Enquanto Bell permanecia na ponta de transmissão do fio, a 150 metros de distância, Dom Pedro começava a escutar nitidamente sua voz declamando Shakespeare: “*To be or not to be...*” (ser ou não ser). Ele teria então pronunciado as palavras que entrariam para a história: “Meu Deus, isto fala”. A repercussão do invento ganharia então as manchetes dos jornais (COLCHER *et al*, 2005).

2.1.1 As Primeiras Centrais Telefônicas

Nesse ínterim, surgia a primeira organização internacional de telecomunicações, criada inicialmente para tratar questões de interoperabilidade entre os sistemas de telegrafia adotados em diferentes países. Essa organização veio posteriormente a se tornar o ITU (*InternationalTelecommunications Union*). Atualmente, o setor T do ITU (*Telecom standardization*) é responsável pela padronização técnica e de operação de sistemas de telecomunicações, e os padrões

por ele definidos são conhecidos, no jargão ITU, como Recomendações ITU-T (COLCHER *et al*, 2005).

Com o crescimento da demanda por serviços de telefonia, não era mais possível ter um sistema como a invenção inicial de Bell, com linhas diretas e dedicadas entre os usuários. A solução foi a utilização de recursos compartilhados *chaveados* ou (*comutados*) entre as diversas conversações – por isso o uso do termo *Rede Telefônica Pública Comutada* (RTPC), usado até hoje para se referir ao sistema telefônico público em geral (COLCHER *et al*, 2005).

Em particular, a forma de chaveamento tradicionalmente utilizada em sistemas telefônicos é conhecida como *chaveamento/comutação de circuitos*. Para haver comunicação telefônica, é necessário que se estabeleça um circuito (caminho) entre a origem e o destino durante todo o tempo da conversação (COLCHER *et al*, 2005).

Nos primeiros sistemas telefônicos, o circuito estabelecido entre os interlocutores era feito por uma técnica conhecida como *chaveamento físico manual*, na qual operadores humanos, nas centrais telefônicas, recebiam pedidos de ligação (conexão) e eram encarregados de fechar fisicamente (através de cabos e conectores) os circuitos entre o chamador e o chamado, bem como liberar esse circuito após o término da conversação (COLCHER *et al*, 2005).

Nessa época, existia uma manivela junto ao equipamento do usuário que fazia parte de um conjunto chamado *magneto*. Para realizar uma chamada, a pessoa girava a manivela de seu telefone, gerando uma corrente elétrica que fazia acionar um alarme na mesa operadora da central. A telefonista atendia e, ao ser informada pelo chamador sobre o destino da ligação desejada, fazia tocar a campainha no telefone desejado (usando uma manivela similar na própria mesa) (COLCHER *et al*, 2005).

Caso o telefone chamado fosse atendido, a telefonista poderia então completar a ligação usando um cordão condutor unindo os terminais do chamador e do destino solicitado (COLCHER *et al*, 2005 *apud* SORTICA, 1999 e ROMANO, 1977).

A primeira central automática eletromecânica de chaveamento foi inventada em 1891 por Almon Strowger, dispensando os operadores humanos. Essa central possuía apenas para 56 terminais telefônicos (COLCHER *et al*, 2005 *apud* SORTICA, 1999).

Com a invenção de Strowger, os telefones passaram a não utilizar mais a antiga manivela; usuários podiam indicar diretamente o número do destinatário através de um novo tipo de *dispositivo de discagem* (COLCHER *et al*, 2005).

A escala de oferecimento do serviço telefônico também começou a crescer no início do século XX. Em 1913, Paris já contava com cerca de 93 mil telefones manuais, com as ligações atendidas por telefonistas. Em Nova York, na mesma época, já havia uma rede com cerca de 500 mil telefones, sendo que a automação do sistema se

iniciaria em 1919. Em 1922 e 1925, antes mesmo de Paris e de Estocolmo, foram inauguradas no Brasil (mais precisamente um Porto Alegre), as duas primeiras centrais automáticas do país (sendo que a primeira delas foi a terceira central automática das Américas, depois apenas das de Chicago e Nova York) (COLCHER *et al*, 2005 *apud* SORTICA, 1999).

A história conta que o objetivo de Strowger, ao inventar a central automática, era livrar-se da concorrência desleal que havia se instaurado devido à ação mal-intencionada de uma telefonista de Laporte (indiana). Strowger era um empresário dono de uma agência funerária, e a tal telefonista era esposa do proprietário de uma funerária concorrente. Ela sempre se “equivocava” quando alguém solicitava uma ligação para a funerária de Strowger, completando as ligações para a empresa do marido (COLCHER *et al*, 2005).

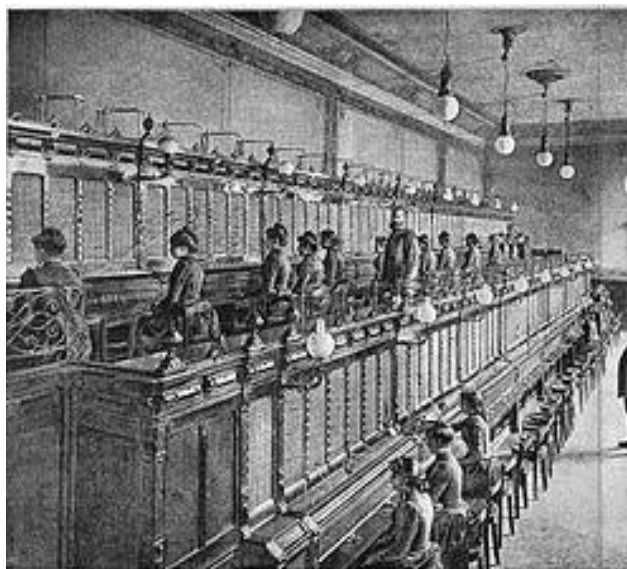


Figura 2 – Primeiras centrais telefônicas – Duas fileiras de comutação telefônica manual do Livro

Fonte: "De Electriciteit" por P. van Capelle, 1893.

2.1.2 Telefonia Digital

Até a década de 1950, a rede telefônica era totalmente baseada em tecnologia analógica. A invenção do transistor, em 1948, por três pesquisadores do laboratório da Bell, e sua evolução até a produção do primeiro circuito integrado (1958) produzido por Robert Noyce, além de provocar as mudanças nos sistemas computacionais,

impulsionaram a indústria de telecomunicações, permitindo a criação de novas centrais telefônicas mais robustas, rápidas e baratas (COLCHER *et al*, 2005).

Em março de 1958, doze anos após o surgimento do primeiro computador digital, já surgiam, nos laboratórios da Bell, as primeiras centrais digitais (COLCHER *et al*, 2005).

Juntamente com a introdução das centrais digitais no sistema telefônico, em 1960, a rede telefônica começaria a presenciar a introdução de circuitos para a transmissão de sinais digitais nas linhas entre as centrais. Na década de 1980, o sistema começou a se tornar predominantemente digital, exceto pelas linhas de assinantes (a última ponta de linha que chega até a residência ou estabelecimento) (COLCHER *et al*, 2005).

A digitalização presenciada nos sistemas telefônicos, em paralelo aos avanços que a tecnologia digital já estava proporcionando aos sistemas computacionais, começava a motivar a ideia de que a convergência dessas duas áreas traria benefícios incomparáveis. Uma das primeiras formas em que essa convergência se manifestou foi exatamente pela utilização de sistemas computacionais nas centrais telefônicas (COLCHER *et al*, 2005).

Surgia ainda na década de 1950, as centrais telefônicas baseadas em sistemas computacionais (chamadas Centrais de Programa Armazenado – CPAs) evoluíram para oferecer uma série de vantagens em termos de operação, manutenção e provisão dos serviços de telefonia (COLCHER *et al*, 2005).

A configuração dos equipamentos se tornou, em geral, mais flexível, permitindo a operadores manipular facilmente parâmetros que alteram o funcionamento do equipamento por meio de ferramentas de *software* (COLCHER *et al*, 2005).

Novas formas mais eficazes de gerenciamento e ferramentas para auxiliar nas tarefas corriqueiras de operação também se tornaram possíveis. Computadores localizados em centros de gerência e operação da rede telefônica passaram a poder receber informações e processá-las com os mais diversos propósitos, desde a emissão das cobranças aos usuários, até a geração de relatórios periódicos sobre o funcionamento e o desempenho geral do sistema (COLCHER *et al*, 2005).

Arquiteturas de gerência surgiram para permitir a operação e o gerenciamento remoto da rede telefônica. Por exemplo, hoje é possível que um operador, a partir de um centro de operações localizado em algum ponto estratégico, monitore, localize falhas e até altere configurações de equipamentos em qualquer ponto da rede telefônica, visando solucionar problemas de funcionamento ou simplesmente melhorar o desempenho da rede (COLCHER *et al*, 2005).

2.1.3 Integração de Serviços

A digitalização do sistema telefônico trouxe também questionamentos. O fato de que todo tipo de informação, incluindo texto, áudio, imagem, vídeo etc. poderia ser igualmente representado de forma digital sugeria que sistemas de comunicação genéricos poderiam ser projetados para atender à transmissão dessas diversas mídias de maneira integrada (COLCHER *et al*, 2005).

O oferecimento de novos serviços que conjugam os diversos tipos de informação se mostrou um atrativo para as operadoras de telecomunicações e para toda a indústria ligada à computação de uma forma geral (COLCHER *et al*, 2005).

Porém, as diferentes características dos tráfegos gerados pelas várias fontes de informação haviam orientado anteriormente o desenvolvimento de sistemas de comunicação especificamente projetados para atender determinados tipos de fonte (COLCHER *et al*, 2005).

O resultado havia sido o surgimento e aprimoramento das várias redes específicas para o transporte dos diferentes tipos de informação: o sistema telefônico (baseado no esquema de comutação de circuitos) para o tráfego de voz, as rede de comutação de pacotes para dados textuais, rede próprias de radiodifusão ou a cabo para rádio e televisão (COLCHER *et al*, 2005).

Todas essas redes haviam sido claramente projetadas para sua aplicação específica, adaptando-se mal a outros tipos de serviço. O desafio de construir uma única rede capaz de atender a todos esses serviços, de forma a obter uma economia devido ao compartilhamento dos recursos, mais tarde motivaria o conceito de integração de serviços em redes digitais (COLCHER *et al*, 2005).

O conceito de integração de serviços foi explorado mais a fundo primeiramente no contexto de redes locais e metropolitanas de computadores através de tecnologias como DQDB (*Distributed Queue Dual Bus*) e FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*), mas acabou ganhando força também junto ao ITU, culminando com a proposição das recomendações da série para as redes públicas digitais de serviços integrados (RDSI) (COLCHER *et al*, 2005).

Apesar de todo o esforço de padronização envolvendo as RDSI e sua eventual adoção em algumas instâncias, essas redes não se tornaram o padrão de *facto* para integração de serviços, tendo sido preteridas pelas redes IP (COLCHER *et al*, 2005).

2.2 Evolução das Redes de Computadores

O surgimento das redes de computadores pode ser considerado parte da evolução dos sistemas computacionais relacionado ao surgimento dos sistemas distribuídos. Por outro lado, redes de computadores também oferecem serviços e têm características que as colocam em um ponto de fronteira com a área de telecomunicações (COLCHER *et al*, 2005).

Na verdade, o desenvolvimento das redes de computadores pode ser considerado tanto como resultado, como também uma parte da própria evolução que culminou na introdução da tecnologia digital e computacional nos sistemas de telecomunicações (COLCHER *et al*, 2005).

De certa forma, as redes de computadores (e toda tecnologia desenvolvida durante sua evolução) motivaram e, ao mesmo tempo, foram motivadas por vários avanços em outros sistemas de comunicação. Assim, a história das redes de computadores pode ser considerada como um ponto de interseção entre o desenvolvimento dos sistemas computacionais e dos sistemas de telecomunicações, sendo, portanto, um dos pilares do processo de convergência iniciado na década de 1990 (COLCHER *et al*, 2005).

De 1950 a 1970, vários estudos foram conduzidos tendo como tema as redes de computadores geograficamente distribuídas (*WideArea Networks – WANs*). O primeiro resultado prático de grande impacto foi provavelmente a ARPANET, colocada em funcionamento em setembro de 1969 (COLCHER *et al*, 2005).

Inicialmente, a ARPANET utilizava linhas diretas convencionais, ponto a ponto, entre equipamentos internos da rede (chamados *roteadores*). Porém, ao longo das décadas de 1970 e 1980, surgiram várias outras redes importantes, com tecnologias específicas, como a HEPNET, a USENET, a BINET, a JANET, a JUNET e a FidoNet (COLCHER *et al*, 2005).

O aparecimento dessas redes tornou mais interessante o aproveitamento das suas infraestruturas já instaladas para interligar os roteadores, em vez de fazer as ligações diretamente entre os equipamentos. Surgia então o conceito de uma tecnologia para interconexão de redes, ou de inter-redes (COLCHER *et al*, 2005).

Nesse contexto, novos mecanismos se faziam necessários, motivando então o projeto dos protocolos TCP (*TransmissionControlProtocol*) e IP (*Internet Protocol*). Em 1979 já eram tantos os pesquisadores envolvidos no projeto que, para organizar e dirigir os esforços de desenvolvimento foi criada a ICCB (*Internet ControlandConfigurationBoard*), que seria renomeada para IAB (*Internet ActivitiesBoard*) em 1983 (COLCHER *et al*, 2005).

“Na realidade, só bem mais tarde é que nomes como “roteador” e “gateway” viriam efetivamente a serem utilizados para referenciar os equipamentos utilizados no interior de uma rede de computadores para encaminhar pacotes. Inicialmente, esses equipamentos eram denominados IMPs (*Interface Message Processors*)” (COLCHER *et al*, 2005, p. 07).

Considerando então o fato de que os protocolos TCP/IP foram desenvolvidos para aproveitar as redes existentes e interligá-las em uma grande inter-rede em 1985 a ARPANET viria a ser rebatida como Internet. Em 1986, a estrutura da IAB foi reorganizada de forma a dividir as responsabilidades de coordenação dos diversos interesses que começavam a surgir (COLCHER *et al*, 2005).

Nessa organização, criou-se o IETF (Internet Engineering Task Force), grupo responsável por coordenar e disseminar as tecnologias a serem usadas na Internet, orientando sua implantação a curto e médio prazos. A documentação dos trabalhos relativos ao desenvolvimento da Internet são encontrados em relatórios denominados *Requests for Comments* (RFCs), numerados sequencialmente e cronologicamente (COLCHER *et al*, 2005).

O crescimento da Internet, principalmente durante as décadas de 1980 e 1990, acirrou a corrida das tecnologias e começou a impulsionar o processo de convergência ao encontro do protocolo IP. O acesso residencial à Internet por meio de *modems* (*moduladores/demoduladores*) é um dos primeiros representantes desse fenômeno, encarando a rede telefônica analógica como uma mera intermediária para se alcançar os serviços oferecidos por uma outra rede com características bem distintas (COLCHER *et al*, 2005).

Devido à grande capilaridade e alcance da rede telefônica, o crescimento do acesso à Internet foi estrondoso, desencadeando toda uma nova linha de interesses por parte dos setores ligados a telecomunicações (COLCHER *et al*, 2005).

2.2.1 O Surgimento de VoIP

Como decorrência do apelo em torno do nome Internet, uma gama de serviços tradicionalmente vinculados a redes específicas passou a ser também oferecida em redes IP. Fluxos para distribuição de áudio e vídeo (*streaming*) de emissoras de rádio e TV pela Internet são lugar-comum hoje (COLCHER *et al*, 2005).

A provisão de serviços de comunicação vocálica sobre redes IP (VoIP), em especial, tem recebido grande atenção das concessionárias de telefonia regionais e de longa distância, dos provedores de serviços Internet, e de outros provedores de serviços de comunicação (como TV a cabo) (COLCHER *et al*, 2005).

O conceito de VoIP tomou uma forma em meados da década de 1990, quando surgiu o primeiro software comercial – o *Internet Phone* (da *VocalTec Communications*) – a permitir a troca de pacotes IP transportando amostras de voz entre computadores pessoais (*PersonalComputers* – PCs) (COLCHER *et al*, 2005).

Contudo, naquela época a qualidade da comunicação não chegava nem próxima da qualidade padrão dos sistemas telefônicos convencionais. Mas a tecnologia de VoIP evoluiu rapidamente, e, por volta de 1998, algumas pequenas companhias já era capazes de oferecer serviços de VoIP, com certa qualidade, interligado ao serviço de telefonia convencional (COLCHER *et al*, 2005).

Ao final daquela mesma década, o aumento considerável nas taxas de transmissão na Internet e, paralelamente, o início da produção de equipamentos específicos para VoIP (gateways, adaptadores, telefones IP), a preços competitivos, por fabricantes de grande porte, propiciou uma melhoria abrupta na qualidade de comunicação dessa tecnologia (COLCHER *et al*, 2005).

Não por coincidência, nesse mesmo período surgiam os primeiros padrões relacionados a VoIP, tanto por parte do ITU, quanto por parte do IETF, quanto por parte de ambos, conjuntamente. Os fatores supracitados permitiram, já no início deste milênio, a entrada definitiva de VoIP no mercado corporativo e, atualmente, provedores dos mais variados tipos também oferecem, em várias partes do mundo, serviços de telefonia sobre as mais diversas infraestruturas – DSL (*Digital SubscriberLine*), *cable modem* e *Wifi(Wireless Fidelity)*, para citar algumas – todas, elas sobrepostas pelo IP (COLCHER *et al*, 2005).

Ainda assim, encontram-se amplamente disponíveis aplicações que possibilitam o “velho e bom” serviço de VoIP de PC para PC ao estilo do *Internet Phone*, como atestam o *NetMeeting* (da *Microsoft Corporation*), o *Skype* (da *Skype Technologies S.A*) e o *Push-to-Talk* (da *ICQ Incorporated*), entre outros. Tantas alternativas tecnológicas trazem um novo panorama à provisão do serviço de telefonia tradicional (COLCHER *et al*, 2005).



Figura 3 – Interligação da Infraestrutura de voz e dados utilizando VOIP

3 DE VOIP E TELEFONIA IP A SERVIÇO DE COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA COM QOS

É bastante comum, tanto na mídia quando na indústria, o uso dos termos “VoIP” e “telefonia IP” de modo diferenciado. VoIP é usado geralmente para se referir às técnicas de empacotamento e transmissão de amostras de voz sobre redes IP e aos mecanismos de sinalização necessários ao estabelecimento de chamadas telefônicas nessas redes (COLCHER *et al*, 2005).

Já o termo telefonia IP tem sido empregado para se referir à aplicação de tecnologias de VoIP na transmissão e na sinalização, com o oferecimento de um serviço de qualidade similar ao da telefonia convencional (COLCHER *et al*, 2005).

Telefonia IP é também frequentemente mencionada como a extensão do serviço de comunicação vocálica propiciada por tecnologias de VoIP até o equipamento do usuário final e sua conseqüente possibilidade de integração com outros serviços típicos da Internet – *Web*, correio eletrônico e *streaming* (COLCHER *et al*, 2005).

Sob esse prisma, a telefonia IP é vista não só como capaz de estabelecer chamadas telefônicas e outras facilidades típicas de sistemas telefônicos convencionais – redirecionamento e retenção de chamadas – mas, também como uma plataforma de integração de serviços (COLCHER *et al*, 2005).

Talvez exista um apelo midiático e industrial em torno dessa visão de telefonia IP, de certa forma evidenciada pelo fato de que as principais tecnologias de VoIP não

são, na realidade, tecnologias dedicadas a VoIP, mas sim tecnologias multimídia *primordialmente aplicadas* no contexto de serviços de comunicação vocálica (padrões como H.323, SIP, MGCP e Megaco/H.248 são exemplos claros disso) (COLCHER *et al*, 2005).

Por outro lado, é fato que essas tecnologias devem seu rápido desenvolvimento, em grande parte, ao interesse do mercado na provisão de serviços de comunicação de voz (COLCHER *et al*, 2005).

De qualquer modo, sob a perspectiva dos usuários, mais importante que as tecnologias em si é a percepção que esses usuários têm acerca dos *serviços* que lhes são oferecidos e suas características de provisão (COLCHER *et al*, 2005).

Para um usuário, um serviço telefônico é aquele que o permite efetuar uma chamada e conversar durante certo período, mantendo uma qualidade sonora suficiente para que ele e seu parceiro entendam perfeitamente as sentenças pronunciadas e reconheçam ambos a voz um do outro (COLCHER *et al*, 2005).

Do ponto de vista do serviço, a infraestrutura utilizada não é relevante, mas sim as características apresentadas. É claro que a infraestrutura tradicionalmente utilizada pelas redes telefônicas, baseada no conceito de *comutação de circuitos*, foi propositadamente desenvolvida para oferecer características (COLCHER *et al*, 2005).

A descrição do serviço telefônico, apesar de simplificada, inclui aspectos tanto da operação por parte do usuário (o usuário primeiro estabelece uma chamada ou ligação, depois fala etc.) como aspectos da qualidade do serviço (o usuário deve ouvir a voz do outro interlocutor de forma suficientemente clara para entendê-lo) (COLCHER *et al*, 2005).

Assim, toda definição de um serviço tem aspectos operacionais e aspectos de Qualidade de Serviço (Quality of Service – QoS). Chamamos a atenção para o fato de que, a partir desse ponto, podemos falar da infraestrutura, como um conceito separado daquele de serviço (COLCHER *et al*, 2005).

A QoS é uma característica que varia de serviço para serviço, sendo, em geral, uma função do tipo de aplicação e da mídia transmitida. A QoS associada ao serviço de telefonia descrito anteriormente tolera pequenos ruídos espaçados ao longo da conversação (pequenos ruídos de baixa intensidade não costumam atrapalhar muito a conversação entre seres humanos – pessoas na rua ou em ambientes ruidosos) (COLCHER *et al*, 2005).

Por outro lado, um serviço de transferências bancárias no qual um usuário pode solicitar o crédito ou débito de um valor em uma conta. Um pequeno ruído, suficiente apenas para fazer com que um único bit transmitido seja alterado e chegue errado ao receptor, poderia causar grandes danos, já que um crédito poderia virar

também um débito, ou o valor da transferência poderia ser alterado em até ordens de grandeza, para mais ou para menos (COLCHER *et al*, 2005).

Assim, a transferência bancária, ao contrário do serviço de telefonia, é um serviço altamente sensível a erros, necessitando que a rede (sistema de comunicação) utilizada trate as situações de erro de maneira a oferecer a QoS exigida (COLCHER *et al*, 2005).

De imediato, para entender, de forma simplificada e geral, o controle da QoS nas redes de comunicação, pensemos em uma analogia bastante simples. Imagine que, em vez de informações trafegando em uma rede de comunicação, temos veículos trafegando pelas ruas de uma cidade grande. É claro que passageiros em diferentes veículos têm necessidades diferentes (COLCHER *et al*, 2005).

Pessoas voltando do trabalho gostariam de chegar o mais rápido possível em casa, mas não têm a mesma urgência de um passageiro de um táxi tentando chegar ao aeroporto. Em geral, os mecanismos de controle de trânsito (os sinais e os guardas de trânsito) não tomam conhecimento dessas situações e tratam todos de forma idêntica (COLCHER *et al*, 2005).

Não seria interessante se todos os táxis que fazem o trajeto para o aeroporto pudessem obter uma identificação a priori que os garantisse acesso a caminhos livres, ou a vias especiais menos congestionadas? Um exemplo onde esse tratamento diferenciado já é efetuado é no caso das ambulâncias. Ao ouvir a sirene característica, motoristas começam a abrir caminho dando prioridade à sua passagem. Sinais de trânsito também perdem o efeito para esses veículos, e os guardas de trânsito contribuem para tal funcionamento (COLCHER *et al*, 2005).

Mais diferenciado ainda é o tratamento dado a celebridades ou governantes, que chega por vezes a provocar o fechamento total de todo o seu percurso, garantindo o uso exclusivo das vias e, portanto, assegurando a “melhor QoS atingível” nesse sistema (às custas de um desperdício enorme dos recursos da rede viária) (COLCHER *et al*, 2005).

Sistemas que trabalham sempre fechando percursos inteiros (como se todos fossem celebridades) correspondem às redes de comutação de circuitos. Sistemas que, ao contrário, não dão qualquer tratamento diferenciado para veículo algum correspondem às redes de comutação de pacotes tradicionais (o IP tradicional) (COLCHER *et al*, 2005).

No meio termo estão as redes que procuram oferecer QoS e tratamento diferenciados dependendo do tipo de veículo e da situação. Podemos afirmar que o IP tradicional faz o melhor esforço para entregar todas as informações, indistintamente,

da melhor forma que o estado da rede naquele momento permitir (COLCHER *et al*, 2005).

Se a rede estiver congestionada, informações podem demorar ou até se perder; por outro lado, se a rede estiver ociosa, elas podem ser entregues com segurança e rapidez. Em outras palavras, o IP tradicional não oferece garantia alguma sobre as características de entrega das informações e nem diferencia os fluxos de informação que estão trafegando pela rede, não oferecendo, portanto, qualquer garantia de QoS (COLCHER *et al*, 2005).

A grande disseminação das fibras ópticas observada durante a década de 1990, com aumentos extraordinários nas taxas de transmissão, aliada à queda vertiginosa dos preços desse meio (resultado da economia da escala), começou a levantar novos questionamentos sobre os problemas relacionados à garantia de QoS (COLCHER *et al*, 2005).

A tarefa de manter a QoS tende a ser bem menos custosa quando se tem uma rede com capacidade de transmissão muito acima (ordens de magnitude acima) do tráfego a ela submetido. É como se a rede ficasse tão “livre” a ponto de tornar possível oferecer a qualidade desejada a todos que utilizam, mesmo sem se realizar praticamente qualquer esforço adicional (COLCHER *et al*, 2005).

Na nossa analogia com o sistema viário, é como se as ruas da cidade fossem tão largas que nunca haveria problemas de tráfego. Como o preço das linhas havia caído muito e, ao mesmo tempo, a capacidade havia aumentado bastante, tornava-se economicamente viável construir essa rede *superdimensionada*. É o que ficou conhecido ao final da década passada pelas operadoras como *overprovisioning* (COLCHER *et al*, 2005).

Se, por um lado, parte da comunidade sustentava propostas de abandonar completamente toda e qualquer tentativa de tratamento de QoS e utilizar redes superdimensionadas, outras partes reconheciam que o serviço de melhor esforço, por si só, poderia não ser capaz, a médio e longo prazo, de dar sustentação a uma rede de abrangência mundial, que incluísse toda variedade de tipos de tráfegos e aplicações como telefonia, telemedicina etc. (COLCHER *et al*, 2005).

Algumas abordagens começaram então a surgir no sentido de colocar as redes baseadas no IP em posição de oferecer um suporte mais adequado à integração de serviços. Duas dessas propostas foram encampadas pelo IETF, denominada de *Modelo de Serviços Integrados* (ou simplesmente *IntServ*) e *Modelo de Serviços Diferenciados* (ou *DiffServ*). Ambas as propostas têm sua importância no estabelecimento de um serviço de comunicação vocálica com qualidade (o serviço de “telefonia IP”) (COLCHER *et al*, 2005).

3.1 A Evolução Brasileira

O Brasil aparece entre os primeiros países do mundo a ter telefones em funcionamento. De acordo com Colcher (2005) *apud* Sortica (1999), “a versão mais aceita é de que o primeiro telefone tenha sido instalado em 1877 no Palácio de São Cristóvão (hoje Museu Nacional), na Quinta Boa Vista, como presente do próprio Graham Bell ao imperador Dom Pedro II” (COLCHER *et al*, 2005).

As primeiras centrais automáticas brasileiras foram instaladas em 1922, quando ainda poucos países no mundo conheciam tal tecnologia. Em 1935, o Brasil presenciaria a instalação dos primeiros telefones públicos. Porém, nas décadas de 1940 e 1950, o sistema telefônico brasileiro, bem como o sistema de telecomunicações de uma forma geral, não acompanhava o crescimento mundial (COLCHER *et al*, 2005).

O sistema brasileiro de telecomunicações iniciou os anos da década de 1960 com redes e serviços funcionando de forma bastante ruim. A precariedade era observada não apenas na péssima qualidade do serviço e do atendimento, mas também na falta de coordenação entre as empresas (COLCHER *et al*, 2005).

Em um esforço para tirar o país dessa situação, em agosto de 1962, foi promulgado o Código Brasileiro de Telecomunicações e, em 1965, foi criada a Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel), cuja principal missão era interligar o território nacional e viabilizar a comunicação internacional. Já em 1969, a Embratel passaria a exercer o controle sobre todos os equipamentos e a operação das telecomunicações interestaduais e internacionais do país (COLCHER *et al*, 2005).

Nesse mesmo ano, é inaugurada Tanguá, a primeira estação terrena de comunicações via satélite e realizada a primeira transmissão comercial de televisão via satélite: o lançamento da nave Apolo IX (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1972 foi criada a Telebrás, cujo propósito era planejar e coordenar o sistema de telecomunicações em âmbito nacional, já que, no final da década de 1960, havia no Brasil mais de mil empresas telefônicas, pequenas e de médio porte, cada uma atuando segundo seus próprios interesses. A Telebrás surgiu para adquirir e absorver essas empresas, consolidando-as em empresas de âmbito estadual (as 27 estatais do chamado Sistema Telebrás) (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1976, a Telebrás criou seu CPqD (Centro de Pesquisa de Desenvolvimento em Telecomunicações), que apoiou o domínio e o desenvolvimento nacional em várias áreas, como as de fabricação de fibras ópticas e de centrais telefônicas digitais – colocando o Brasil entre os poucos países do mundo a dominar tais tecnologias com produtos fabricados localmente (COLCHER *et al*, 2005).

Em especial, no setor de centrais digitais para telefonia, o CPqD atuou, durante a década de 1980, em conjunto com várias empresas nacionais, para produzir uma família de centrais públicas completamente nacionais: *as centrais Trópico*. Três empresas ficaram responsáveis pela produção do *hardware*: a Promon, a Alcatel e a SID, enquanto o CPqD dedicava-se à confecção do *software* (COLCHER *et al*, 2005 *apud* Alencar, 1998).

Em 1995, a aprovação da Emenda Constitucional Nº 8 abriu o setor brasileiro de telecomunicações à participação de capitais privados. Em seguida, veio a publicação da primeira edição do PASTE (Plano de Recuperação e Ampliação do Sistema de Telecomunicações e do Sistema Postal) pelo Ministério das Comunicações (Municom) (COLCHER *et al*, 2005).

Começou então a ser definido um novo modelo para o desenvolvimento do setor de telecomunicações brasileiro que, segundo o próprio ministério, seria “um modelo em que o foco principal está centrado nas necessidades e direitos do cidadão (...) No futuro próximo, toda localidade com mais de 100 habitantes, mesmo que esteja numa reserva indígena, deverá dispor de pelo menos um telefone público” (COLCHER *et al*, 2005).

Aprovada em 1996, a Lei de Nº 9.295, ou *Lei Mínima*, como ficou conhecida na época, organizou os serviços Móvel Celular, os serviços de Transporte de Sinais de Telecomunicações por Satélites e a utilização da rede pública de telecomunicações para a prestação de Serviços de Valor Adicionado. Com a Lei Mínima, estava montada também a estrutura para se colocar à venda as autorizações para exploração da Banda B da telefonia celular por empresas nacionais e estrangeiras (COLCHER *et al*, 2005).

Seguiu-se então a produção de uma série de documentos:

- A *Lei Geral das Telecomunicações* (LGT), aprovada pelo Congresso Nacional em 16 de julho de 1997, que autorizou a privatização do Sistema Telebrás e criou a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), pensada para, em uma primeira etapa, viabilizar as privatizações e, depois desenvolver os trabalhos permanentes e abrangentes de regulamentar, outorgar e fiscalizar as empresas do setor.
- O *Plano Geral de Outorgas* (PGO), em vigor desde abril de 1998, que dividiu o Brasil em quatro regiões para a exploração do serviço de telefonia fixa, fixou o número de operadoras desse serviço para cada

uma dessas regiões e estabeleceu os prazos de vigência de contratos e de admissão de novas prestadoras de serviços de telecomunicações.

- O Plano Geral de Metas de Universalização (PGMU), que definiu as obrigações das empresas concessionárias do serviço de telefonia fixa, no que tange às exigências para universalização (popularização) dos serviços. Em síntese, a PGMU pode ser entendida como “a obrigação de cada concessionária de telefonia fixa em oferecer, em sua área de operação, acesso a qualquer pessoa aos seus serviços, com qualidade, quantidade e diversidade adequadas e preços justos, independente de sua localização geográfica ou condição econômica, na zona rural ou em pequenas localidades e áreas de urbanização precária”.
- O *Plano Geral das Metas de Qualidade* (PGMQ), que estabelece as metas de qualidade a serem cumpridas pelas prestadoras de serviço de telefonia fixa, em regime público ou privado, tendo sempre como referência primeira às necessidades e os interesses do usuário. Esse conjunto de metas, tal como ocorre com o PGMU, é de cumprimento obrigatório pelas operadoras e foi aprovado pelo Conselho Diretor da ANATEL, por meio da Resolução de Nº 30, de 29 de junho de 1998 (COLCHER *et al*, 2005).

Em julho de 1998, as 27 operadoras do Sistema Telebrás já haviam sido privatizadas. Em termos de competição direta, outro fato importante foi a introdução da concorrência no segmento de chamadas de longa distância, nacional e internacional, no início de julho de 1999 (COLCHER *et al*, 2005).

Com o modelo adotado, o usuário passou a ter a possibilidade de escolher a prestadora de serviço a cada chamada de longa distância. A alternativa colocou as empresas em clima de concorrência permanente, em um cenário no qual qualidade, tarifas e preços passam a ser atrativos fundamentais na conquista do assinante (COLCHER *et al*, 2005).

Nesse contexto, o uso de tecnologias de VoIP internamente na infraestrutura, tem sido considerado como vantagem competitiva, pela sua maior flexibilidade e potencial para redução de custos (COLCHER *et al*, 2005).

3.1.1 A Evolução das Redes de Computadores no Brasil

De acordo com Colcher *et al* (2005) *apud* Benakouche (1995), no Brasil, desde 1970, a teleinformática era objeto de discussão, mas somente em abril de 1975, pelo decreto 301, a Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel) recebeu a incumbência de instalar e explorar uma rede nacional de transmissão de dados (COLCHER *et al*, 2005 *apud* Benakouche, 1995).

Em janeiro de 1979, O Minicom (Ministérios das Comunicações) decidiu reafirmar e explicitar suas intenções a respeito da questão, recorrendo novamente à edição de um decreto que reafirmou a concessão do serviço à Embratel, regulamentando seu funcionamento (COLCHER *et al*, 2005).

Nessa época, a então Secretaria Especial de Informática (SEI), considerando a importância da informática na implantação da nova rede, resolveu intervir também na questão, criando em julho de 1980, a Comissão Especial nº 14/Teleinformática. Os trabalhos dessa comissão, constituída por 13 membros, dos quais apenas dois pertenciam ao Minicom, desenvolveram-se entre julho e setembro de 1980 e foram concluídos com a redação de um relatório publicado pela SEI em 1981 (COLCHER *et al*, 2005 *apud* Benakouche, 1995).

Esse relatório fazia uma síntese da situação e uma série de recomendações com vistas ao desenvolvimento do setor da teleinformática no país. Em conformidade com a orientação geral da SEI, essas recomendações foram marcadas, sobretudo pela preocupação de assegurar o controle permanente do estado sobre o setor e de apoiar a indústria nacional (COLCHER *et al*, 2005 *apud* Benakouche, 1995).

Paralelamente, a comunidade acadêmica também procurava se organizar no sentido de contribuir no desenvolvimento do setor. Em 13 de dezembro de 1979, em reunião ocorrida com João Pessoa, foi criado o LARC (Laboratório Nacional de Redes de Computadores), tendo como principal objetivo integrar os esforços institucionais na área de redes de computadores e gerar um “*Know-how*” de âmbito nacional nessa área de conhecimento (COLCHER *et al*, 2005).

Desde então, o LARC tem participado ativamente das discussões e do processo de articulação para viabilizar os avanços na área de redes de computadores. O LARC, em conjunto com a SBC (Sociedade Brasileira de Computação), tem também representado as instituições membros (basicamente centros de pesquisa e universidades) junto a instâncias governamentais e privadas, de modo a assegurar a sua plena participação nas decisões que afetam a implantação de uma infraestrutura de redes para aplicações de ensino e pesquisa (COLCHER *et al*, 2005).

Desde 1985, o LARC, também em conjunto com a SBC, vem organizando o Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC), um dos simpósios mais respeitados e procurados do país (COLCHER *et al*, 2005).

3.1.2 A Internet no Brasil

Os primórdios da Internet no Brasil datam da década de 1980. Em 1988, o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), na época localizado na cidade do Rio de Janeiro, consegue acesso à rede BITNET através de uma conexão de 9.600 bps estabelecida com a Universidade de Maryland. Em novembro do mesmo ano, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) também liga-se à BINET e à HEPNET, por meio de uma conexão de 4.800 bps com o *Fermi National Accelerator Laboratory* (Fermi LAB), em Chicago, Estados Unidos (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1989, o IBASE (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas), fundado em 1981 pelo sociólogo Herbert Souza, o Betinho, e pelo economista Carlos Alberto Afonso, coloca em operação o *Alternex*. Foi o primeiro serviço internacional de correio e conferências eletrônico do país operado por uma entidade privada (já utilizando o sistema básico que depois comportaria sua integração à Internet) (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1988, a comunidade acadêmica (representada pelo LARC e seus participantes) apresentou o anteprojeto para a criação da Rede Nacional de Pesquisa (RNP). Em 1989, com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), foi criada a RNP, resultado de uma iniciativa que envolvia, além do próprio CNPq, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos), a FAPESP, a FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) e a FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul). O objetivo da RNP era desenvolver uma infraestrutura de rede no âmbito federal (interestadual) e internacional, não se envolvendo nos Estados, onde iniciativas complementares deveriam ser estimuladas (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1992, a RNP já havia implantado uma rede de abrangência nacional interligando pontos de presença (*Points Of Presence* – POPs) em 11 capitais brasileiras. Paralelamente à iniciativa da RNP, outros projetos de abrangência estadual também foram desenvolvidos (COLCHER *et al*, 2005).

Um deles foi a Rede Rio de Janeiro, a Rede Rio inovou, usando enlaces de 64 Kbps dentro da cidade do Rio, e tinha acesso à NSFNET, através da ligação com a CERFNET, no Centro de Computação de San Diego, Califórnia, Estados Unidos (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1994, o governo brasileiro divulga, através do MCT e do Minicom, a intenção de investir e promover o desenvolvimento da Internet no país. A criação da

estrutura necessária para a exploração comercial da Internet ficaria a cargo da Embratel e da RNP. A RNP entraria com a experiência adquirida com a Internet acadêmica e com a infraestrutura básica (uma rede nacional de alta velocidade) para a instalação da Internet comercial (COLCHER *et al*, 2005).

A Embratel lança então o Serviço Internet Comercial, iniciando seu serviço de acesso à Internet em caráter experimental, escolhendo cindo mil usuários para o teste piloto. Seu enlace internacional era então de 256 Kbps. Em meados de 1994, a RNP conectava cerca de 30 mil usuários (educadores e pesquisadores em sua maioria), através de 3.300 computadores dispersos por mais de 400 instituições no país, boa parte delas universidades, centros de pesquisa e organismos governamentais (COLCHER *et al*, 2005).

Em 1995, o acesso à Internet via Embratel começa a funcionar de modo definitivo, e é criado o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI-BR), com o objetivo de traçar os rumos da implantação, da administração e do uso da Internet no país (COLCHER *et al*, 2005).

Participariam do Comitê Gestor de membros do Minicom e do MCT, representantes de provedores e prestadores de serviços ligados à Internet e representantes de usuários e da comunidade acadêmica. O Comitê Gestor teria ainda como atribuições principais: fomentar o desenvolvimento de serviços da Internet no Brasil, recomendar padrões e procedimentos técnicos e operacionais, além de coletar, organizar e disseminar informações sobre os serviços da Internet (COLCHER *et al*, 2005).

O grande crescimento da Internet no Brasil aconteceu ao longo do ano de 1996, em parte pela melhoria nos serviços prestados pela Embratel e, em parte, pelo próprio crescimento natural do mercado. A Internet brasileira cresceu vertiginosamente nos anos que se seguiram, tanto em número de usuários quanto de provedores e de serviços prestados através da rede (COLCHER *et al*, 2005).

Em 17 de outubro de 1998, o Conselho Técnico Científico do LARC elaborou a Carta de Florianópolis, na qual analisava a situação da Internet no Brasil e sugeria soluções para a modernização da infraestrutura existente. Ainda em 1998, a RNP divulgou os nomes dos quatorze primeiros consórcios que seriam contemplados com equipamentos e financiamento para executar projetos para a versão brasileira da Internet (COLCHER *et al*, 2005).

As instituições localizadas em várias regiões do país ficaram responsáveis por desenvolver projetos que envolviam educação à distância, teleconferência, telemedicina, vídeo sob demanda, entre outros. Como resultado, o MCT e o MEC assinaram, em outubro de 1999, um acordo destinando verbas para a implantação do

backbone RNP2 a fim de conectar todo o Brasil em uma rede de alta tecnologia (COLCHER *et al*, 2005).

O convênio ficou conhecido como Programa Interministerial de Implantação e Manutenção da Rede Nacional para Ensino e Pesquisa. Ainda em 1999, a RNP foi transformada em Associação Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (AsRNP), organização não governamental que passou a operar o *backbone* RNP2 (COLCHER *et al*, 2005).

Todos esses avanços alcançados na infraestrutura da Internet brasileira também motivaram a introdução de novas aplicações no âmbito da convergência das infraestruturas e serviços de telecomunicações. Ao final de 1999, foi entregue ao executivo um projeto, elaborado pelo Comitê Sobre a Infraestrutura Nacional de Informações (C-INI) e aprovado pela ANATEL, denominado de Br@sil.gov, que recebeu da ANATEL a seguinte definição:

“Uma proposta para integrar os sistemas de telecomunicações dos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, nas esferas municipais, estaduais e federal, promovendo a convergência de suas redes de telecomunicações numa Infovia bidimensional, conectada à Internet e com capacidade para transmissão de voz, texto, imagens e sons. A Infovia deve ser estendida a todo o território nacional, com o concurso de Pontos Eletrônicos de Presença (Points Of Presence – POPs), principalmente nas menores e mais remotas localidades. O programa abre fronteiras para a telemedicina e para a teleeducação, ao mesmo tempo em que coloca à disposição da sociedade um instrumento para busca de informações e participação da cidadania nas discussões que envolvem os destinos do país” (COLCHER *et al*, 2005 *apud* PASTE, 2000).

No dia 09 de janeiro de 2002, por decreto presencial, a AsRNP foi transformada em uma Organização Social (OS). A partir desse ato, a AsRNP ganhou maior autonomia administrativa para executar suas tarefas e o poder público ganhou meios de controle mais eficazes para avaliar e cobrar o cumprimento dos objetivos traçados para a organização (COLCHER *et al*, 2005).

3.1.3 A Regulamentação de Serviços de VoIP no Brasil

Serviços de VoIP *per se* não estão, atualmente, definidos de forma regulamentada no Brasil. A regulamentação para serviços de voz imposta pela ANATEL não especifica a tecnologia usada, embora, na terminologia dessa agência, esse serviços sejam denominados Serviços Telefônicos Fixos *Comutados* (STFCs), o que sugeriria o uso de infraestrutura de comutação de circuitos (COLCHER *et al*, 2005).

Nesse sentido, há a possibilidade de adoção de um paradigma semelhante ao da Europa, em que serviços de VoIP seriam classificados como serviços de telefonia tradicional (STFCs). Contudo, esse paradigma de regulação poderá ser alterado em razão dos novos modelos de comunicação impostos pela integração de serviços (COLCHER *et al*, 2005).

Segundo a visão da ANATEL, a adoção de serviços de VoIP ainda não chegou a um patamar de influência e representatividade no mercado nacional que justifique a necessidade de regulação dos mesmos. Contudo, a falta de regulamentação completa pode também obstruir a implantação, em larga escala, da tecnologia de VoIP (COLCHER *et al*, 2005).

Embora ainda não encontre regulamentação específica, a prestação de serviços de VoIP encontra, sim algumas barreiras legais. Atualmente, serviços de VoIP se enquadram, na terminologia da ANATEL, como Serviços de Comunicação Multimídia (SCM). Esses serviços contêm restrições, e a principal delas é o impedimento de uma instância de uso desse serviço iniciar e terminar simultaneamente chamadas telefônicas na rede telefônica pública (COLCHER *et al*, 2005).

Isso permite, essencialmente, a oferta de serviços VoIP no âmbito de uma rede privada e apenas com uma das pontas na rede telefônica pública, o que dá margem à redução de custos no mercado corporativo, mas ainda limita consideravelmente o alvo de oferecimento de serviços VoIP ao público em geral (COLCHER *et al*, 2005).

4 CENÁRIOS DE COMUNICAÇÃO DE VOZ SOBRE IP

Em um curso de espaço de tempo, uma diversidade de tecnologias de comunicação de voz sobre redes comutadas por pacotes se espalhou mundo afora. Equipamentos, protocolos e serviços relacionados a essas tecnologias já se encontram amplamente disponíveis (COLCHER *et al*, 2005).

Soluções já vêm sendo oferecidas na integração dessas tecnologias com o legado das Redes Telefônicas Comutadas por Circuito (RTCCs). No setor de telecomunicações, fala-se muito também sobre comunicação de voz como um dos vários braços da convergência digital e das *redes de multisserviço*, nas quais soluções que dêem suporte à comunicação e computação integrada de dados, áudio e vídeo de maneira geral são implantadas sobre uma miríade de diferentes tecnologias de transporte – RTPC, redes ATM, redes Wifi, redes celulares, para citar algumas –, sendo o protocolo IP o derradeiro foco convergente (COLCHER *et al*, 2005).

Essa visão é dada sob a forma de cenários cujos graus de complexidade aumentaram ao longo dos cenários de comunicação de voz entre PCs, passando por cenários de integração entre serviços de telefonia e serviços Internet (Web, correio eletrônico), até cenários convergentes (COLCHER *et al*, 2005).

A partir da descrição desses cenários, são identificados componentes essenciais para a provisão de serviços de VoIP, presentes em praticamente todos os padrões e tecnologias existentes (COLCHER *et al*, 2005).

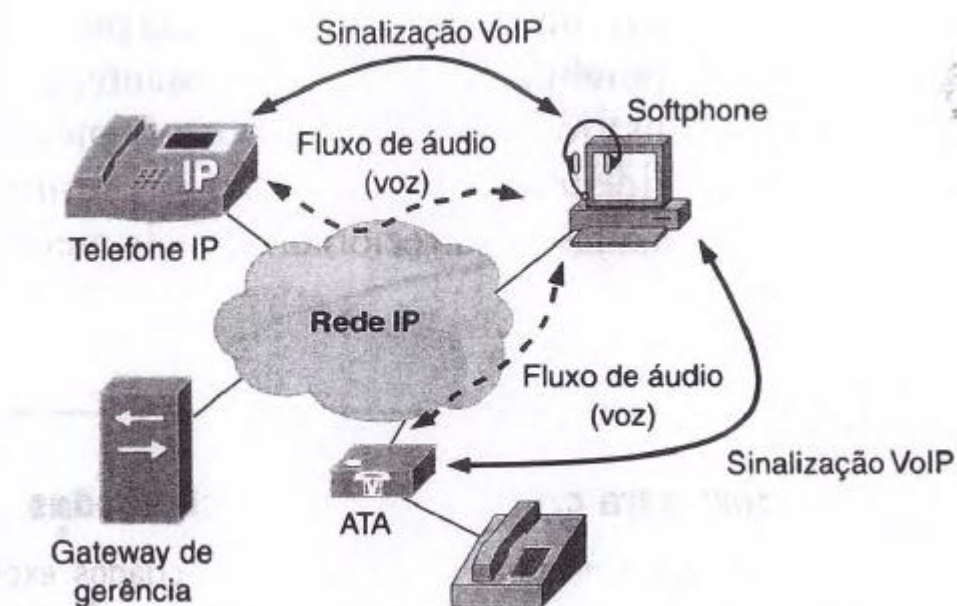


Figura 4 – Cenário de Comunicação Voz sobre IP

Fonte: COLCHER, 2005

4.1 Serviço Conversacional de VoIP

Denomina-se *serviço conversacional de VoIP* o serviço essencialmente destinado à comunicação de voz, de modo similar ao provido pelo Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC), com a participação de pelo menos um interlocutor ligado a uma rede IP. Dentro dessa classificação incluem-se também os serviços suplementares típicos de telefonia, como audioconferência, retenção e redirecionamento de chamadas telefônicas etc. (COLCHER *et al*, 2005).

Os interlocutores usam equipamentos dotados de *codecs* de áudio e interfaces ligadas a uma rede IP em suas conversações. Esses equipamentos – genericamente

denominados *terminais* ou *agentes de usuário* – podem ser dos mais variados tipos (COLCHER *et al*, 2005).

Pode ser empregado um software em um computador de propósito geral (tipicamente, um PC). Esse software usa AIPs de captura e reprodução de áudio e de comunicação via IP providas pelo sistema operacional para transmitir e receber amostras de áudio digitalizado empacotadas em datagramas IP (fluxos de áudio digital) (COLCHER *et al*, 2005).

Esse tipo de terminal é comumente chamado de *softphone*. No lugar de PCs, pode-se usar equipamentos específicos chamados *telefones IP*, que oferecem aos interlocutores uma interface similar a de telefones convencionais. Porém, telefones IP têm a capacidade de codificar e decodificar sinais de voz como fluxos de áudio digital, bem como transmitir e receber esses fluxos em uma rede IP, de modo análogo a *softphones* (COLCHER *et al*, 2005).

Outro equipamento nessa linha são os adaptadores de telefones analógicos (*AnalogTelephoneAdaptors* – ATAs). Um ATA permite conectar um telefone convencional a um PC ou diretamente a uma rede IP, sendo responsável pela conversão analógico-digital do sinal de voz (COLCHER *et al*, 2005).

Em tese, no que diz respeito a protocolos, um serviço conversacional de VoIP entre PCs não necessita de nada mais que o RTP/RTCP (ou similar) para lidar com a sincronização temporal das amostras de áudio em um fluxo trafegando por uma rede IP. Contudo, quando serviços de telefonia mais sofisticados são desejáveis – como redirecionamento de conversações ou audioconferências, torna-se necessário também que os terminais sejam dotados de protocolos de sinalização desses serviços (COLCHER *et al*, 2005).

Em geral, esses protocolos de sinalização estabelecem chamadas ou sessões entre os terminais, sobre as quais possam ser oferecidos serviços variados. H.323 e SIP são os principais exemplos de padrões de sinalização VoIP entre terminais (COLCHER *et al*, 2005).

4.1.1 Gateways de Gerência

Outro aspecto importante no estabelecimento de um serviço conversacional VoIP ao estilo do STFC é o oferecimento de funções que precisam estar disponíveis mesmo quando terminais estão inoperantes. Em VoIP, um componente opcional chamado *gateway de gerência* centraliza o oferecimento dessas funções (COLCHER *et al*, 2005).

Dentre essas funções oferecidas por um gateway de gerência, destacam-se:

- *Controle de acesso*: um gateway de gerência permite controlar o estabelecimento de novas chamadas com base em limitações no número de chamadas simultâneas ou nos privilégios dos participantes. Um gateway de gerência pode ser usado também para manter informações sobre a tarifação do serviço.
- *Gerência de banda passante*: administradores de rede podem controlar o uso de banda passante na rede pelo serviço de VoIP por intermédio do gateway de gerência, limitando o número de chamadas simultâneas, restringindo o estabelecimento de chamadas a certos horários ou usando mecanismos de provisão de QoS específicos.
- *Rerroteamento de chamadas*: um gateway pode rerrotear uma chamada com base na disponibilidade de banda passante. O rerroteamento pode ser usado também no desenvolvimento de serviços suplementares, tais como identificação universal (para terminais móveis), encaminhamento de chamadas e redirecionamento de mensagens de correio de voz (COLCHER *et al*, 2005).

“Tradicionalmente, serviços suplementares de telefonia são criados exclusivamente pelas operadoras e instalados internamente em sua infraestrutura de comunicação. A criação desses serviços envolve, tipicamente, o uso de ferramentas proprietárias, com poucas facilidades de extensão para usuários finais, pela premissa básica de que os aparelhos telefônicos usados pelos usuários não têm poder computacional algum” (COLCHER *et al*, 2005; p.148).

4.1.2 VoIP de Terminal IP para Telefone

A integração entre RTCCs e serviços conversacionais de VoIP envolve o uso de dois componentes adicionais, chamados *gateways de voz* e *gateways de sinalização* (COLCHER *et al*, 2005).

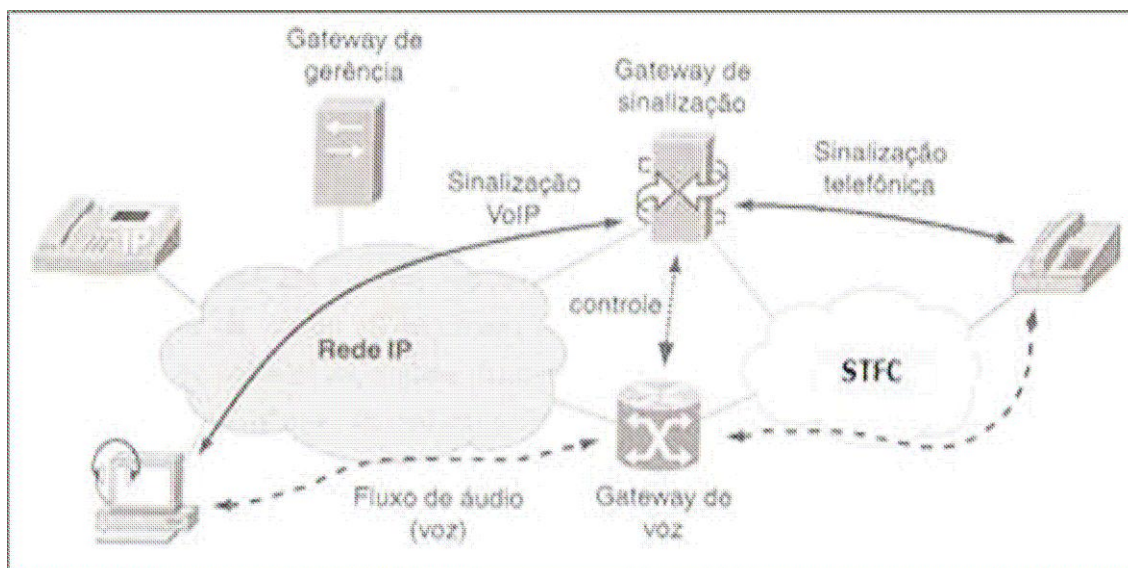


Figura 5 – Comunicação de Voz de Terminal IP para Telefone

Fonte: (COLCHER *et al*, 2005)

Gateways de Voz

Os *gateways de voz* são responsáveis pelo repasse de fluxos de áudio entre a RTCC e a rede IP, Suas principais funções são a codificação e decodificação digital da voz (quando a transmissão de voz na RTCC é analógica), a transcodificação entre formatos digitais (quando a codificação usada em uma RTCC digital difere da usada na rede IP), a terminação de chamadas telefônicas na RTCC e a transmissão e recepção de amostras áudio digital encapsuladas em datagramas IP (COLCHER *et al*, 2005).

Fundamentalmente, um gateway de voz é visto pelos terminais na rede IP, como mais um terminal. Do ponto de vista da RTCC, um gateway de voz pode se apresentar sob as mais diversas formas. Exemplos de gateways de voz incluem:

- *Gateways residenciais*: para interligação com interfaces analógicas tradicionais (RJ11) da RTPC (Rede Telefônica Pública Comutada). Esses tipos de gateways de voz apresentam-se na RTPC como um simples aparelho telefônico em uma linha de assinante.
- *Gateways de acesso*: para interligação com CPCTs (Centrais Privadas de Comutação Telefônica) analógicas ou digitais. Tipicamente, gateways de acesso terminam certo número de linhas de assinantes que compõem um ou mais troncos na RTPC.

- *Gateways de trunking*: para interligação com um grande número de troncos analógicos ou digitais da RTPC. Tipicamente, gateways de trunking se apresentam para a RTPC como uma central telefônica de trânsito.
- Gateways de voz sobre ATM: para interligação com redes de voz sobre redes ATM.

É bastante comum o uso do termo mais geral gateway de mídia para se referir a gateways de voz, em especial no contexto de redes IP de multisserviço. Gateways de gerência também têm papel importante em cenários de integração entre RTCCs e serviços conversacionais de VoIP, atuando na tradução entre números telefônicos na RTCC e endereços IP (COLCHER *et al*, 2005).

Gateways de Sinalização

Os gateways de sinalização lidam fundamentalmente com o tratamento de pedidos de estabelecimento de chamadas partindo da RTCC e destinados a equipamentos na rede IP, e vice-versa. Entre as suas funções principais incluem-se:

- *Conversão da sinalização*: traduz mensagens ou tons especiais de sinalização usados na RTCC (DTMF, QSIG ou SS7) para a sinalização VoIP.
- *Controle de gateways de mídia*: efetua o controle da lógica de funcionamento dos gateways de mídia, requisitando a geração de sinais nas linhas telefônicas (tom de discagem, ocupado etc.) ou sendo notificado a respeito de eventos disparados nas mesmas (fone de gancho, número discado etc.)

Gateways de sinalização também são comumente chamados de *controladores de gateway de mídia* (*Media Gateway Controllers – MGCs*), agentes de chamada, ou ainda *softswitches*. A sinalização telefônica como sendo passada diretamente ao gateway de sinalização (COLCHER *et al*, 2005).

Na prática, é comum que durante o estabelecimento de uma chamada telefônica a sinalização (seja ela de canal comum ou dentro de faixa) passe pelas mesmas centrais telefônicas a serem usadas pela chamada. Isso se reflete nos cenários de integração com serviços de VoIP por meio do repasse indireto da

sinalização telefônica ao gateway de sinalização através do gateway de voz (COLCHER *et al*, 2005).

4.1.3 VoIP de Telefone para Telefone

Este cenário se apresenta como um caso misto dos dois cenários anteriores, em que gateways de voz e de sinalização permitem que RTCCs distintas utilizem redes IP para se interligarem. Esse cenário ocorre tipicamente – mas não somente – em instituições e empresas que possuem instalações geograficamente dispersas, em que cada instalação possui um CPCT própria, e a ligação entre as instalações é provida por uma rede IP (COLCHER *et al*, 2005).

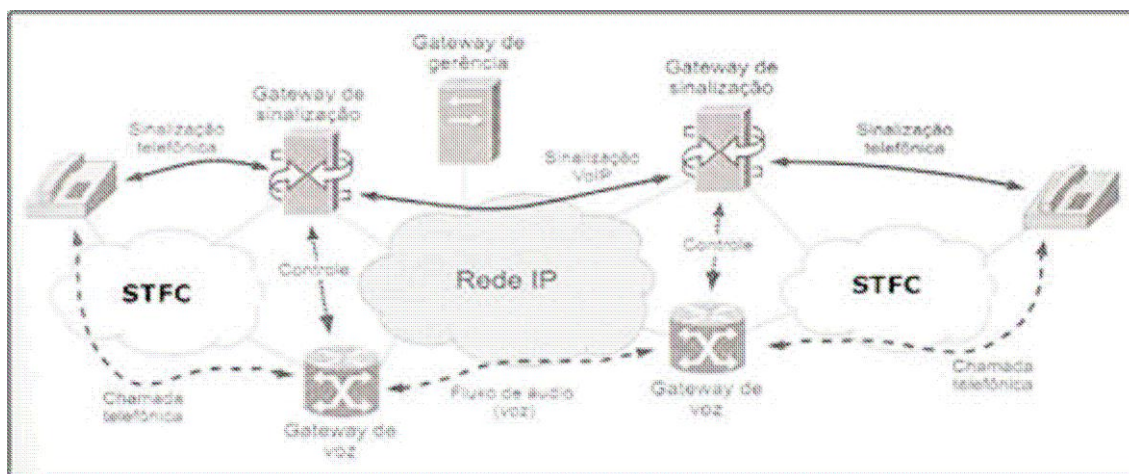


Figura 6 – Comunicação de voz de telefone para telefone

Fonte: (COLCHER *et al*, 2005)

Em um cenário de integração com um grande número de gateways de voz, selecionar o gateway correto pode se tornar um problema complexo. Essa seleção pode envolver não só a escolha em si de um gateway válido (eventualmente, um telefone pode ser alcançado por meio de dois ou mais gateways distintos), como também a escolha do caminho mais apropriado (que pode inclusive envolver redes IP separadas por uma RTCC de interconexão), o tratamento de condições em que gateways se tornam indisponíveis, entre outras restrições (COLCHER *et al*, 2005).

Como advento de sistemas de comunicação de voz baseados em redes IP, surgiu uma gama de diferentes aplicações integrando serviços de voz, Web e correio eletrônico entre outros (COLCHER *et al*, 2005).

Os serviços de atendimento de voz a consumidores via Web permitem integrar os serviços Web e as centrais de tratamento de chamadas (call centers) das

empresas. Em um cenário típico, um cliente de uma empresa que disponibiliza um serviço do comércio eletrônico pode, a partir do site dessa empresa, requisitar o estabelecimento de uma chamada telefônica com um atendente de vendas no callcenter da mesma (COLCHER *et al*, 2005).

Os serviços de atendimento de voz via Web podem ser classificados em dois tipos principais:

- *Click-to-call*: o cliente pode estabelecer uma chamada a partir de seu computador com um atendente no *callcenter* da empresa diretamente, a partir de um botão ou um link em uma página HTML (*HyperTextMarkupLanguage*) do site da empresa.
- *Click-to-callback*: o cliente pode requisitar ao *callcenter* que um atendente retorne uma chamada para ele, imediatamente ou em um horário determinado pelo cliente (COLCHER *et al*, 2005).

Serviços de autoatendimento eletrônico (InteractiveVoice Response – IVR) são, em geral, parte integrante de call centers. Serviços IVR possibilitam o tratamento de comandos de voz e discagem gerados a partir de uma telefone na RTPC, provendo respostas apropriadas sob a forma de mensagens pré-gravadas. No caso do sistema VoIP, essas mensagens podem tomar a forma de voz, fax, correio eletrônico e, eventualmente, outras mídias. Aplicações típicas de serviços IVR incluem:

- Atendimento eletrônico para consultas e operações bancárias.
- Encaminhamento seletivo de chamadas.
- Consulta a informações diversas (horário de filmes, itinerário de ônibus etc.).
- Acesso a páginas Web por meio de telefone (COLCHER *et al*, 2005).

4.1.4 Serviços Unificados de Mensagens

Serviços unificados de mensagens (*UnifiedMessaging Service* – UMS) permitem a um usuário o recebimento de mensagens de correio de voz (*voice mail*), mensagens de correio eletrônico e fax em uma única caixa postal, à qual o usuário tem acesso por meio de um telefone, navegador Web ou aplicação cliente de correio eletrônico. Além dos gateways de voz e de sinalização, serviços UMS envolvem dois componentes adicionais básicos: um sistema de diretório e um repositório de mensagens (COLCHER *et al*, 2005).

Sistema de Diretório

Em um serviço UMS, um sistema de diretório tem como função principal armazenar e disponibilizar dados sobre os usuários do serviço. Essas informações podem ser usadas em momentos distintos pelo serviço UMS. A título de exemplo, um sistema de diretório permite:

- Obter dados sobre um usuário receptor de uma chamada telefônica não atendida –
Devido à linha ocupada, ausência etc. Esses dados permitem, que o serviço UMS obtenha junto com a um repositório a mensagem personalizada de cumprimento da caixa postal do usuário receptor da chamada, para que ela seja reproduzida ao originador da chamada.
- Autenticar o acesso de um usuário do serviço UMS ao repositório de suas mensagens (COLCHER *et al*, 2005).

Tipicamente, serviços UMS usam o padrão LDAP (*LightweightDirectoryAccessProtocol*) na definição de seus sistemas de diretório. O LDAP prescreve um modelo de informação que define o formato e organização dos dados geridos pelo sistema de diretório e um protocolo que permite a atualização e consulta desses dados (COLCHER *et al*, 2005).

Repositório de Mensagens

Os serviços UMS centralizam o armazenamento de mensagens destinadas às caixas postais de seus usuários em repositórios específicos para esse fim. Repositórios para serviços UMS devem ser capazes de armazenar mensagens de diferentes tipos e oferecer acesso a essas mensagens segundo esquemas e protocolos diversos (COLCHER *et al*, 2005).

Desse modo, além dos cenários convencionais – acesso a mensagens de correio eletrônico por meio de protocolos tais como POP (Post Office Protocol) e IMAP (Internet MessageAccessProtocol), ou acesso a mensagens de correio de voz por meio de telefone – os serviços UMS possibilitam também:

- O acesso a mensagens de correio eletrônico por meio de telefone.
- O acesso a mensagens de correio de voz por meio de protocolos de acesso a caixa postais de correio eletrônico.

- A resposta a uma mensagem de correio eletrônico por meio de telefone.
- O armazenamento de faxes recebidos como mensagens. Dessa forma, faxes podem ser consultados no repositório por meio de telefone ou aplicação cliente de correio eletrônico (para verificação de hora de chegada e identificação do remetente). Elas podem ainda ser encaminhadas a uma máquina de fax próxima ao usuário ou como anexos de mensagens de correio eletrônico a outras pessoas (COLCHER *et al*, 2005).

Serviços UMS que possibilitam o acesso de mensagens de correio eletrônico por telefone geralmente fazem uso de técnicas bem conhecidas de conversão do texto para voz (*Text To Speech – TTS*). No caso inverso, as mensagens de voz devem ser convertidas para o formato de mensagem padrão utilizado na Internet (COLCHER *et al*, 2005).

5 IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS)

O IMS foi criado como conceito no ano de 2000, com o objetivo de oferecer a provedores de acesso sem fio – em especial, operadoras de serviço móvel celular – uma maneira mais eficiente de controle de chamadas em redes baseadas IP (COLCHER *et al*, 2005).

Na especificação do IMS, foi escolhido o SIP como base para o protocolo de sinalização no estabelecimento de chamadas (sessões, na terminologia SIP) entre os dispositivos que só implementam o IPv4 (COLCHER *et al*, 2005).

A escolha de um protocolo de sinalização com um nível crescente de adoção no mercado, como o SIP, aliada ao interesse das operadoras de serviço fixo em oferecer suporte semelhante a serviços multimídia, foram determinantes para que essas operadoras também pensassem no uso da arquitetura proposta pelo IMS. O ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) encampou essa ideia revisando as especificações técnicas do 3GPP e 3GPP2 e adequando-as como parte das especificações do corpo técnico TISPAN (*Telecoms & Internet Converged Services & Protocols for Advanced Networks*). As especificações do TISPAN relativas ao IMS ainda estão em fase de desenvolvimento (COLCHER *et al*, 2005).

Boa parte dos desenvolvimentos mais importantes na área de redes IP de multisserviço se deve, de certo modo, indiretamente, aos esforços de padronização ligados a redes móveis celulares. Existem atualmente dois acordos de colaboração principais para o desenvolvimento de tecnologias para redes sem fio 3G:

- 3GPP (3rd Generation Partnership Project): projeto envolvendo associações e comitês da Europa, Estados Unidos, Japão, China e Coréia do Sul. O escopo principal de atuação do 3GPP é na produção de especificações técnicas para sistemas móveis de terceira geração baseados na tecnologia GSM e suas evoluções.
- 3GPP2: projeto “irmão” do 3 GPP, com foco na produção de especificações técnicas para sistemas baseados principalmente – mas não somente – na tecnologia CDMA2000 e suas evoluções. Envolve associações e comitês dos Estados Unidos, Japão, China e Coréia do Sul (COLCHER *et al*, 2005).

Para se entender, grosso modo, a arquitetura de um sistema IMS, pode-se imaginá-lo sob a perspectiva dos dispositivos de usuário final ligados a ele – telefones celulares, PDAs ou outros equipamentos quaisquer com um grau mínimo de mobilidade (COLCHER *et al*, 2005).

Para cada dispositivo, o sistema IMS é composto de um conjunto de redes que ele (dispositivo) pode usar para ter acesso aos serviços do sistema. Essas redes de acesso são classificadas, para cada dispositivo, como sendo local (*Home Network – HN*) ou de visita (*Visited Network – VN*) (COLCHER *et al*, 2005).

Um dispositivo está sempre associado a uma, e somente uma, HN a qual o dispositivo se registra. Há um ou mais servidores SIP de registro associados a cada HN para dar suporte ao registro dos seus dispositivos (COLCHER *et al*, 2005).

Obviamente, para ser capaz de se registrar (e posteriormente sinalizar sessões multimídia), o dispositivo deve ser dotado de um agente SIP. Uma vez conectado a uma rede de acesso qualquer (HN ou VN), o dispositivo se associa a um servidor *proxy* – uma rede de acesso pode ter vários servidores *proxy* disponíveis – que passa a ser seu servidor *proxy de saída (outbound proxy)* naquela rede (COLCHER *et al*, 2005).

A descoberta desse servidor pode ser feita, via DHCP, além de representarem os dispositivos na rede de backbone de um sistema IMS, os servidores de saída podem se responsabilizar por funções tais como possibilitar o uso de compressão e criptografia nas mensagens SIP trocadas com os dispositivos (COLCHER *et al*, 2005).

Uma vez descoberto o seu servidor de saída, o dispositivo envia, através desse servidor, mensagens SIP de registro que são direcionadas aos servidores de registro de sua HN (a identificação da HN faz parte da configuração local do dispositivo positivo). Quando o sistema IMS é dividido em regiões administrativas distintas, geridas por operadoras diferentes – os servidores de saída podem precisar

encaminhar as mensagens SIP de registro por meio de servidores proxy de borda (edge proxies), que têm como responsabilidade repassar essas mensagens ao servidor SIP de registro correto associado ao dispositivo em sua HN (COLCHER *et al*, 2005).

Nesse procedimento, se o dispositivo se conecta diretamente à sua HN, o seu servidor de saída pode ser o próprio servidor de registro, e aí o registro do agente usuário SIP é direto (COLCHER *et al*, 2005).

A partir do registro, todas as requisições de serviços feitas pelo dispositivo passam pelo seu servidor de saída. Ao tentar estabelecer uma sessão multimídia no sistema IMS, uma aplicação pode precisar alocar recursos nesse sistema para manter níveis de QoS satisfatório a ela (COLCHER *et al*, 2005).

Para isso, o dispositivo em que a aplicação está executando envia mensagens SIP de estabelecimento de sessão até o seu servidor de saída, que encaminha essas mensagens até o dispositivo do destino (podendo passar por outros servidores proxy, como o servidor de saída usado pelo destino) ou, dependendo do tipo de serviço requisitado, a um servidor de aplicações específico – um servidor de distribuição de vídeo (streaming) ou de correio de voz (COLCHER *et al*, 2005).

Em paralelo, o servidor de saída ao dispositivo interage com os serviços de sinalização de QoS e de gerência de recursos de sistema IMS, de modo a alocar recursos em favor do dispositivo, bem como com serviços de bilhetagem, para fins de tarifação (COLCHER *et al*, 2005).

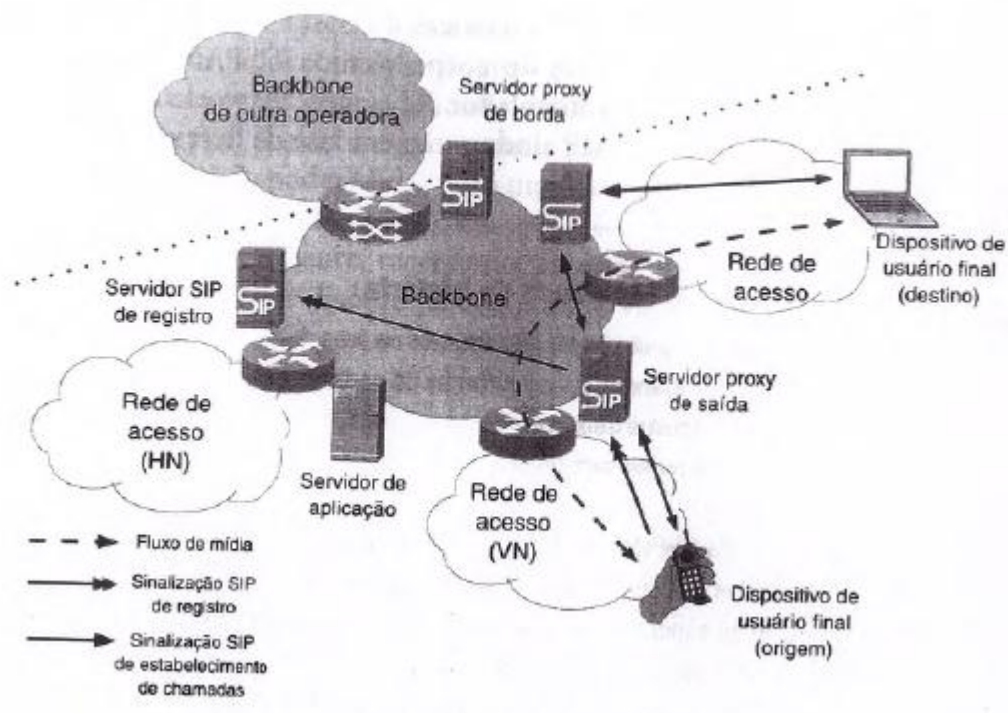


Figura 7 – Visão geral do sistema IMS

Fonte: COLCHER, 2005

5.1 Arquitetura

A visão geral de funcionamento de um sistema IMS, dada na seção anterior, é por demais simplificada, não levando em conta uma série de considerações importantes em uma rede pública – a integração com o legado de outras redes e serviços, detalhes das funções de tarifação e aspectos de segurança (COLCHER *et al*, 2005).

De fato, a proposta de um sistema como o IMS levou à especificação de uma arquitetura funcional bastante complexa, com mais de uma dezena de pontos de referência. Um dispositivo de usuário final – representado na arquitetura pela função UE – pode se conectar a um sistema IMS de várias formas, quando o dispositivo está em total conformidade com o padrão IMS (COLCHER *et al*, 2005).

A função P-CSCF da arquitetura corresponde aos servidores proxy de saída, e a função I-CSCF, aos servidores proxy de borda. A função S-CSCF corresponde tanto a servidores proxy intermediários, durante procedimentos de estabelecimento de sessões (em particular, com servidores de aplicação) (COLCHER *et al*, 2005).

A função AS corresponde aos servidores de aplicação (correio de voz). Os pontos de referência Gm, Mw e ISC são, portanto, implementações de SIP. Um dispositivo de usuário final que não esteja conectado diretamente ao sistema IMS, mas que use SIP também pode requisitar serviços IMS, usando para isso o ponto de referência Mm (também uma implementação de SIP) que permite a ligação da função CSCF (um servidor proxy qualquer) a uma rede IP – no caso típico, essa rede seria a própria Internet (COLCHER *et al*, 2005).

Nesse caso, como a especificações SIP proposta inicialmente pelo IETF para a Internet difere das implementações do SIP propostas pelo 3GPP para o IMS, a função CSCF também deve se responsabilizar pela interoperabilidade entre perfis SIP distintos (COLCHER *et al*, 2005).

Outros dispositivos não compatíveis com IMS ou SIP podem ter acesso (dependendo da circunstância, de forma limitada) a serviços IMS por meio de gateways de mídia, representados na arquitetura do IMS pela função IMS-MGW. A interoperabilidade de sinalização entre uma rede “não-IMS” ou “não-SIP” – uma RTCC ou um sistema H.323 e o sistema IMS é provida pela função MGCF, tipicamente localizada em um *softswitch* (COLCHER *et al*, 2005).

Essa interoperabilidade é conseguida através do uso do Megaco/H.248 como implementação do ponto de referência Mn. O ponto de referência Mg, que interliga MGCFs (*softswitches*) a CSCFs (servidores proxy), é outra implementação de SIP (COLCHER *et al*, 2005).

As funções restantes da arquitetura IMS, são mais específicas. As funções MRFP e MRFC possuem papel similar, respectiva, às MPse MCs que compõem uma MCU H.323m permitindo o estabelecimento de sessões multiponto (conferências, distribuição de anúncios ou transcodificação de mídias (COLCHER *et al*, 2005).

Embora não se tenha definido em detalhes o protocolo que implementa o ponto de referência Mp, que liga a MRFP à MRFC, é sugerida no padrão IMS uma implementação baseada no H.248. O ponto de referência Mr, que interliga a MRFC a uma CSCF, é uma implementação de SIP (COLCHER *et al*, 2005).

A função BGCF lida exclusivamente com o roteamento de chamadas quando um dispositivo IMS tenta se comunicar com um aparelho telefônico em uma rede comutada por circuitos (fica ou móvel), escolhendo o gateway de mídia mais adequado. Os pontos de referência Mi, Mij e Mk que ligam essa função ao resto do sistema IMS são, novamente, implementações de SIP (COLCHER *et al*, 2005).

As funções HSS e SLF relacionam-se à manutenção de informações sobre os perfis dos usuários e sua localização corrente no sistema. Os pontos de referência entre essas duas funções e o resto do sistema são implementações do *Diameter*, um

protocolo definido junto ao IETF especificamente para funções de autenticação, autorização e contabilidade (*Authentication, Authorization and Accounting – AAA*) (COLCHER *et al*, 2005 apud CALHOUN 2003 e LOUGHNEY, 2003).

Esse protocolo é usado também na implementação do ponto de referência Rf, que liga todas as funções implementadas como serviços SIP (P-CSCF, I-CSCF, BGCF, MRFC, MGCF e AS) à função CCF. Essa função é responsável por coletar as informações de bilhetagem geradas pelas outras funções, para fins de tarifação dos serviços (COLCHER *et al*, 2005).

Além de oferecer uma abordagem para a convergência, outro grande apelo do padrão IMS é permitir às operadoras o oferecimento de uma gama de novas aplicações e serviços –residentes tanto no sistema IMS quando nos próprios dispositivos dos usuários – de forma rápida, flexível (podendo envolver o desenvolvimento por terceiros) e, principalmente, combinada. Dois dos exemplos mais destacados pelas operadoras e fabricantes são os serviços de *presença e de comunicação de grupo*(COLCHER *et al*, 2005).

O serviço de presença permite a um usuário prover em seu dispositivo informações sobre sua disponibilidade de forma similar ao que fazem os já consagrados softwares de troca de mensagens instantâneas, com o diferencial de poder relacioná-lo a outros serviços (um usuário pode estar disponível em um dado momento para receber mensagem instantânea, mas não uma chamada telefônica) (COLCHER *et al*, 2005).

Com relação à comunicação de grupo, o serviço de *Push-to-Talk* em telefones celulares – similares ao provido por walkie-talkies, mas com a possibilidade de combinação com outros serviços (como o de presença) – é um dos mais almejados (COLCHER *et al*, 2005).

Embora adote uma arquitetura bastante flexível, o padrão IMS pode ser ainda assim considerado restritivo do ponto de vista das NGNs. O padrão IMS separa as funções de transporte das de serviços – um dos aspectos principais das NGNs, conforme destacado na seção seguinte –, mas a arquitetura privilegia a manutenção do controle de sessões e serviços pelas mesmas operadoras que oferecem infraestrutura de transporte (COLCHER *et al*, 2005).

O controle de acesso do usuário à rede é, sem dúvida, necessário, mas o argumento de alguns provedores de serviço é que, uma vez obtido o acesso pelo usuário, os tipos de serviços acessíveis a ele deveriam ser praticamente ilimitados – não necessariamente gratuitos –, como ocorre atualmente na Internet (COLCHER *et al*, 2005).

Em um sistema IMS o conteúdo gerado pelos usuários está sujeito à distribuição por meio dos serviços previstos e implantados pela operadora. A operadora pode, impedir determinados tipos de conteúdo, utilizando para isso as funções CSCF, que permitem rejeitar um pedido de estabelecimento de sessão com base no tipo de mídia indicado nas descrições SDP encapsuladas pelas mensagens SIP (COLCHER *et al*, 2005).

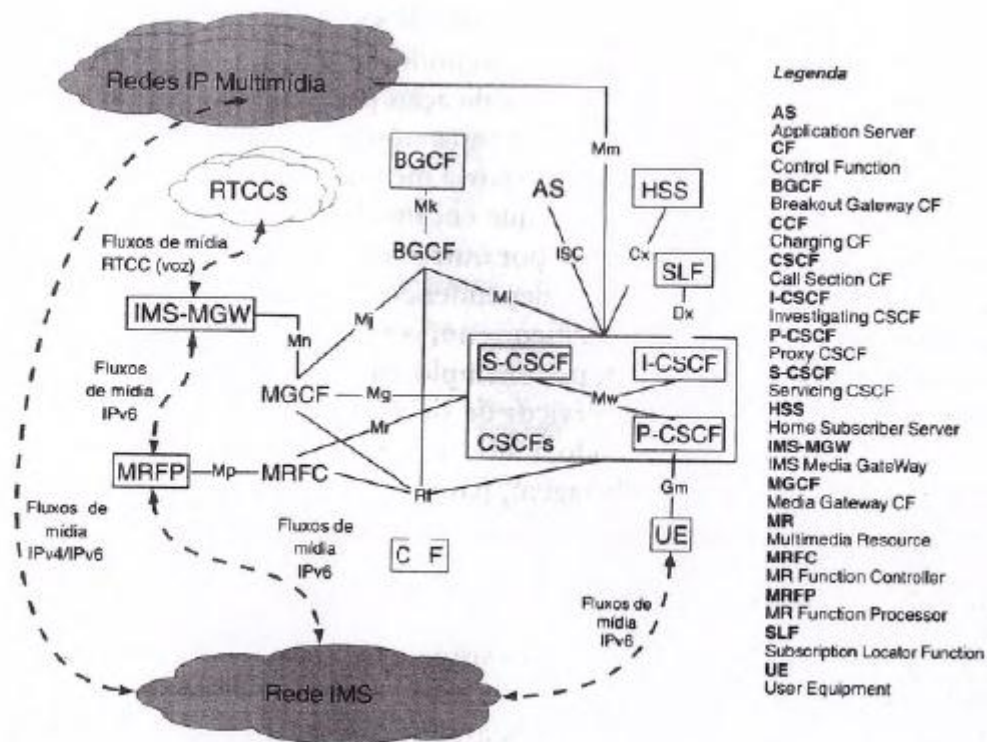


Figura 8 – Arquitetura funcional para sistema IMS

Fonte: COLCHER , 2005

5.2 A Recomendação Y.2001

O propósito da recomendação Y.2001 é prover um arcabouço para o desenvolvimento de padrões e guias de implementação relacionados a NGNs. Para os objetivos dessa recomendação, o ITU-T define NGNs como “uma rede baseada em pacotes capaz de prover serviços de telecomunicações e de fazer isso de múltiplas tecnologias de transporte de banda larga e com suporte à QoS, e na qual as funções de serviço são independentes das tecnologias de transporte. Ela permite o acesso irrestrito de um usuário a serviços de provedores concorrentes, à sua escolha” (COLCHER *et al*, 2005).

Com essas características, uma NGN favorece a competição entre provedores e encoraja investimentos, ao mesmo tempo em que promove a provisão diversificada de conteúdo (englobando a diversidade cultural e linguística) e garante aos usuários acesso a serviços de modo igualitário (sendo, portanto, um instrumento importante de inclusão digital) (COLCHER *et al*, 2005).

Segundo a recomendação, o *desacoplamento de serviços e transporte* é um ponto-chave. Isso permite que ambos os elementos da NGN sejam ofertados separadamente e evoluam de maneira independente. A *mobilidade generalizada* é outra facilidade que deve ser oferecida nessa rede, permitindo uma provisão consistente de serviços aos usuários (COLCHER *et al*, 2005).

Isso significa que um usuário deve ser considerado como possuindo uma identidade única, independente das diferentes tecnologias ou operadoras usadas ao acesso a serviços. De forma resumida, pode-se destacar como outras áreas de importância central que devem ser tratadas no projeto de uma NGN:

- *QoS fim a fim*: é necessária a definição de interfaces que permitam aos dispositivos dos usuários finais entrar em acordo com a NGN acerca dos parâmetros de qualidade associados à provisão de um serviço, e que permitam à NGN configurar os mecanismos que efetivamente permitam a manutenção dos níveis de qualidade indicados por esse parâmetros. Na NGN, um aspecto importante a ser tratado é o controle da QoS envolvendo diferentes tecnologias e operadoras, cujas classes de QoS associadas a cada serviço podem ser distintas entre si.
- *Gerência da rede*: as arquiteturas de gerência das redes de acesso e de *backbone* atuais, em especial as baseadas em tecnologia IP, devem evoluir de modo a se adequar aos vários requisitos específicos da NGN, como tolerância a falhas, tarifação, segurança, administração de usuários assinantes e engenharia de tráfego.
- *Segurança*: um dos desafios mais significativos no projeto NGN é a definição de padrões de segurança, uma vez que a rede não pode mais ser concebida como um sistema monolítico, com interfaces rígidas com seu “mundo exterior”. O esforço de padronização nessa área para a NGN, junto ao ITU-T, tem sido primordialmente na definição de princípios e guias para implementação de procedimentos de segurança.
- *Controle de comunicações*: um modelo de controle para chamadas/sessões deve ser definido para a NGN, levando em conta os possíveis grupamentos funcionais – e interfaces entre grupamentos –

envolvidos na mesma. Um modelo de controle definido com base no padrão IMS – envolvendo grupamentos funcionais similares aos CSCFs, BGCFs, MGCFs, MRFPs e MRCFs, bem como interfaces baseadas em perfis de implementações dos protocolos SIP e Megaco/H.248 – tem sido apontado como um primeiro modelo de controle viável para a NGN.

- Numeração e endereçamento de usuários: usuários individuais devem poder ser globalmente identificados na NGN tanto por nomes como por números. Além disso, a NGN deve ser capaz de prover esquemas de identificação com suporte adequado à portabilidade (entre operadoras, redes e dispositivos), mas que respeitem questões de soberania nacional.

O ITU-T vem conduzindo esforços na direção de uma ambiente uniforme de gerência para a NGN. O resultado mais recente desses esforços é a Recomendação M.3030. Essa recomendação especifica uma linguagem baseada em XML chamada tML, cujo objetivo é prover um arcabouço padrão para o desenvolvimento de interfaces de gerência interoperáveis para arquiteturas de gerência distintas (COLCHER *et al*, 2005).

6 PROTOCOLO TCP/IP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/INTERNET PROTOCOL)

O protocolo TCP/IP foi criado visando atender a necessidade de endereçamentos e de interconexão de redes. Podemos considerar o TCP/IP como uma arquitetura formada por um conjunto de protocolos de comunicação utilizados em redes locais (Lans) ou em redes externas às empresas (Wans) (SOUSA, 1999).

Devido a sua arquitetura e forma de endereçamento, o TCP/IP consegue realizar o roteamento de informações entre redes locais e externas, transferência de arquivos, emulação remota de terminais, e-mail, gerenciamento e outras funções, permitindo a interoperabilidade de diferentes tipos de redes (SOUSA, 1999).

Vários ambientes e sistemas operacionais suportam o TCP/IP, como o Unix, Dos, Windows, OS/2, Novell Netware e Intranetware, permitindo a integração de diferentes plataformas e disponibilizando uma gama extensa de endereçamentos (SOUSA, 1999).

Podemos visualizar a arquitetura TCP/IP em quatro níveis:

1. *Nível de rede*: no qual temos os protocolos no nível 2 e 3 do modelo OSI, que carregam a informação a nível local ou entre pontos de uma rede como o Ethernet, Token-ring, PPP, X.25, Frame-relay.
2. *Nível de roteamento*: no qual temos o roteamento dos dados na rede, efetuado pelo protocolo IP. O protocolo IP pega os dados da chamada anterior e roteia-os pelas redes, porém não tem os controles que checam e garantem a chegada dos dados ao destino (o que é feito pelo TCP), ou seja, é um protocolo não orientado a conexão.
3. *Nível de serviço*: aqui atuam os protocolos TCP e UDP que pegam os dados roteados pelo protocolo IP no nível anterior e transmitem para o nível superior no qual temos os protocolos de aplicação. O protocolo TCP é responsável pela entrega dos dados ao seu destino da mesma forma que foram transmitidos pelo receptor, garantindo a sua ordem e integridade, ou seja, fazendo a correção de erros. É um protocolo orientado a conexão.
4. *Nível de aplicação*: nesse nível, equivalente às camadas 5, 6 e 7 do modelo OSI, temos os protocolos de aplicação como:
 - *FTP-File Transfer Protocol*: protocolo de aplicação que faz a transferência de arquivos entre computadores.
 - *SMTP-Simple Mail Transfer Protocol*: protocolo de aplicação do correio eletrônico.
 - *SNMP-Simple Network Management Protocol*: protocolo de aplicação de gerenciamento de rede. Coleta e analisa ocorrências na rede.
 - *TELNET-Terminal Emulation*: protocolo de aplicação de emulação de terminais para acesso a sistemas de outros computadores.
 - *NFS-Network File System*: protocolo de aplicação que permite a utilização de disco e arquivos de um computador remoto como se estivesse local (SOUSA, 1999).

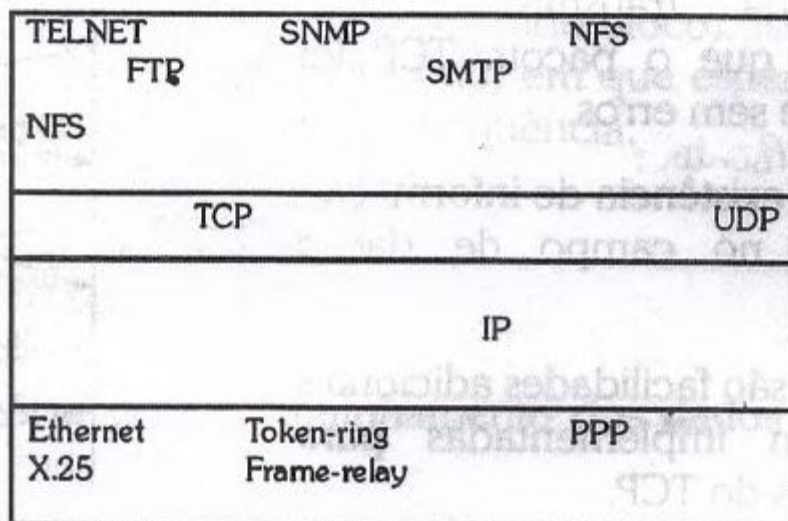


Figura 9 – Níveis de Arquitetura TCP/IP

Fonte: SOUSA, 1999

6.1 Bloco de Dados do TCP

- Os campos origem e destino identificam o canal virtual.
- *Número de sequência* é o número do bloco TCP, utilizado para o controle de fluxo.
- *Número de confirmação* é a confirmação do dado recebido e a referência para o próximo.
- *Hlen* é o tamanho do header TCP.
- *Reserved* é um campo não utilizado ainda.
- *Code* especifica o tipo de pacote TCP e o seu conteúdo.
- *Window* especifica o número de pacotes transmitidos antes de receber a confirmação (os dados transmitidos (data) são sempre confirmados pelo receptor).
- *Checksum* é o resultado do algoritmo que faz a checagem de erros na transmissão para garantir que o pacote TCP foi entregue sem erros.
- *Urgent Pointer* indica a existência de informação urgente no campo de dados (data).
- *Options* são facilidades adicionais a serem implementadas para controles do TCP.
- *Data* são os dados efetivamente transmitidos que irão para as camadas de aplicações (SOUSA, 1999).

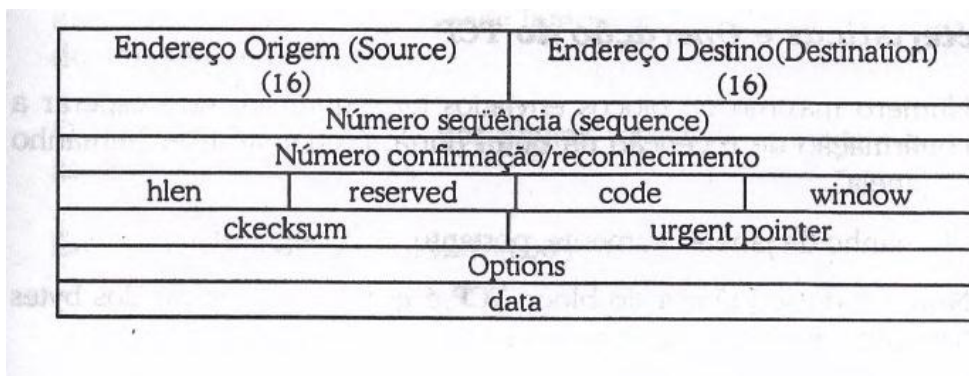


Figura 10- Bloco de dados do TCP

Fonte: SOUSA, 1999

6.2 Características e Operação do TCP

- Número máximo de blocos enviados na sequencia, sem esperar a confirmação de recepção da outra porta, é chamado de “tamanho da janela”.
- “Tamanho da janela” aumenta, portanto, o *throughout*.
- Número de sequencia do bloco TCP é gerado pela soma dos bytes transmitidos.
- Número de confirmação confirma o dado recebido. É o número do próximo bloco que o receptor aguarda. Esse número é obtido somando-se a *sequencenumber* ao número de bytes, e o resultado é o próximo número da sequencia.
- Envia blocos de tamanho variável.
- Os blocos (datagramas) podem ser enviados por rotas diferentes e fora de ordem, sendo sequenciados e confirmados no destino.
- Como exemplo, podemos enviar um bloco de 500 bytes, segmentado em três blocos de 200, 200 e 100 bytes.
 - ✓ O primeiro bloco é transmitido com o número de sequencia 0 (zero).
 - ✓ Segundo bloco tem o número de sequencia = 200.
 - ✓ Terceiro bloco tem o número de sequencia = 400.
- Após receber o primeiro bloco, o receptor devolve um *ack*(conhecimento) com o número 200, indicando que é a próxima sequencia esperada (no caso, o segundo bloco). Isto é feito após um

determinado tempo (parametrizado) em que espera e não recebe o bloco desejado para continuar a sequência (SOUSA, 1999).

6.3 Endereçamento IP

O IP é o responsável pelo encaminhamento dos dados pela rede, isto é feito por meio de endereços. Cada *host*, ou seja, cada computador ou equipamento que faz parte de uma rede deve ter um endereço pelo qual é identificado na rede. Em uma rede TCP/IP, todos os *hosts* têm um endereço IP (SOUSA, 1999).

Especificamente para o caso da rede Internet, que é uma rede TCP/IP, existe uma organização chamada *Internic* que especifica endereços de rede de uma forma única. O endereço IP é composto por 4 bytes, totalizando 32 bits. Cada byte pode assumir valores de 0 a 255. Exemplo de endereço de IP: 192.105.003.11 (SOUSA, 1999).

Neste exemplo, o número 192.105 pode indicar o número da rede, 003 o número da sub-rede e 11 o número do *host* ou computador dentro da sub-rede. A *Internic* definiu quatro classes de endereços IP na Internet:

1. *Classe A*: nessa classe, o primeiro número *byte* representa o número da rede e os outros três *bytes*, o número do *host*. Esta classe permite representar 126 redes e 16.777.214 *hosts*.
2. *Classe B*: nessa classe, os dois primeiros *bytes* representam o número da rede e os outros dois *bytes*, o número do *host*. Permite representar 16.000 redes e 64.000 *hosts* para cada um das redes.
3. *Classe C*: nessa classe, os três primeiros *bytes* representam o número da rede e o último *byte*, o número do *host*. Permite representar mais de dois milhões de redes e 254 *hosts* para cada uma das redes.
4. *Classe D/E*: nessa classe, todos os *bytes* representam um endereço broadcasting para envio de mensagens a toda rede (SOUSA, 1999).

O formato de um pacote IP. Em que:

- Vers: contém a versão do IP utilizada.
- Hlen: tamanho do cabeçalho do pacote IP.
- Total length: tamanho total do pacote IP.
- Identification: número que identifica o datagrama.
- Flags e fragmente offset: indicador de fragmentação ou não da mensagem enviada.

- Time to live: estipula o tempo máximo que um pacote tem para encontrar o seu destino na rede. Caso não encontre, ele é descartado.
- Protocol: especifica o protocolo do nível superior como o TCP ou UDP.
- Header checksum: faz o controle de erros apenas do header do pacote IP.
- Source IP address: endereço IP a destino.
- Options: especifica o tipo de pacote IP (se é de dados ou controle).
- Data: são os dados efetivamente transportados (SOUSA, 1999).

Devemos entender que em cada protocolo atua em um determinado nível ou camada do modelo OSI. Os protocolos da camada acima. Assim, por exemplo, o protocolo X.25 que atua nos níveis 1 e 2, pode transportar dados de protocolos dos níveis acima como TCP/IP (SOUSA, 1999).

Desta forma, o usuário pode utilizar serviços dos protocolos e aplicações dos níveis 4 ((TCP/IP), 5, 6 e 7, cujos dados podem estar sendo transportados por meio de uma rede externa *Wan* baseada em X.25 nos níveis 2 e 3 (SOUSA, 1999).

É isto que chamamos de transporte de protocolo encapsulado em outro (também chamado de “*tunneling*”), ou seja, dados relativos a um protocolo são transportados dentro dos pacotes de outro protocolo (SOUSA, 1999).

VERS	HLEN	TYPE	TOTAL LENGTH
IDENTIFICATION		FLAGS E FRAGMENT OFFSET	
TIME TO LIVE	PROTOCOL		HEADER CHECKSUM
SOURCE IP ADDRESS			
DESTINATION IP ADDRESS			
OPTIONS			
DATA			

Figura 11- Formato IP

Fonte: SOUSA, 1999

7 O MODELO DE REFERÊNCIA OSI

O modelo OSI é baseado em uma proposta desenvolvida pela ISO (*International Standards Organization*) como um primeiro passo na direção da padronização internacional dos protocolos usados nas diversas camadas (TANENBAUM, 1997 *apud* DAY e ZIMERMANN, 1983).

O nome desse modelo é **Modelo de Referência ISO OSI** (*Open Systems Interconnection*), pois ele trata da interconexão de sistemas que estão abertos à comunicação com outros sistemas. Por uma questão de praticidade, vamos chamá-lo de modelo OSI (TANENBAUM, 1997).

O modelo OSI tem sete camadas. Veja a seguir os princípios aplicados para se chegar às sete camadas.

1. Uma camada deve ser criada onde houver necessidade de outro grau de abstração.
2. Cada camada deve executar uma função bem definida.
3. A função de cada camada deve ser escolhida tendo em vista a definição de protocolos padronizados internacionalmente.
4. Os limites da camada devem ser escolhidos para reduzir o fluxo de informações transportadas entre as interfaces.
5. O número de camadas deve ser desnecessariamente colocadas na mesma camada e suficientemente pequeno para que a arquitetura não se torne difícil de controlar (TANENBAUM, 1997).

7.1. Camadas do modelo OSI

Em seguida, discutiremos cada uma das camadas do modelo, começando pela camada inferior. Observe que o modelo OSI em si não é uma arquitetura de rede, pois não especifica os serviços e os protocolos que devem ser usados em cada camada. Ele apenas informa o que cada camada deve fazer. No entanto, o ISO produziu padrões para todas as camadas, embora eles não pertençam ao modelo de referência propriamente dito. Cada um deles foi publicado como um padrão internacional distinto (TANENBAUM, 1997).

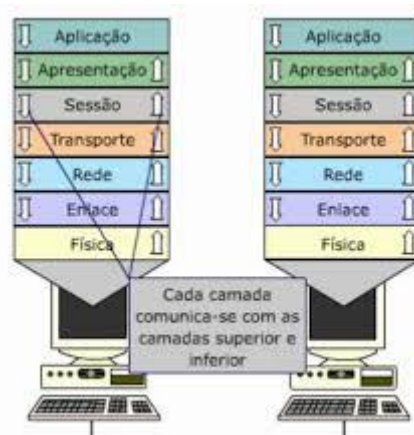


Figura 12 – Camadas do Modelo OSI

Fonte: TANENBAUM, 1997

7.1.1 A Camada Física

A *camada física* trata da transmissão de bits brutos através de um canal de comunicação. O projeto da rede deve garantir que, quando um lado envia um bit 1, o outro lado o receba como um bit 1, não como um bit 0. Nesse caso, as questões mais comuns são as seguintes: a quantidade de volts a ser usada para representar um bit 1 e um bit 0; a quantidade de microssegundos que um bit deve durar; o fato de a transmissão poder ser ou não realizada nas duas direções; e a quantidade de pinos que o conector da rede precisará e de que maneira eles serão utilizados (TANENBAUM, 1997).

Nessa situação, as questões de projeto dizem respeito às interfaces mecânicas, elétricas e procedurais e ao meio de transmissão físico, que fica abaixo da camada física (TANENBAUM, 1997).

7.1.2 A Camada de Enlace de Dados

A principal tarefa da camada de enlace de dados é transformar um canal de transmissão bruta de dados em uma linha que pareça livre dos erros de transmissão não detectados na camada de rede. Para executar essa tarefa, a camada de enlace de dados faz com que o emissor divida os dados de entrada em quadros de dados (que, em geral, têm algumas centenas ou milhares de bytes), transmita-os sequencialmente e processe os quadros de reconhecimento retransmitidos pelo receptor (TANENBAUM, 1997).

Como a camada física apenas aceita e transmite um fluxo de bits sem qualquer preocupação em relação ao significado ou à estrutura, cabe à camada de enlace de dados criar e reconhecer os limites do quadro. Para tal, são incluídos padrões de bit puderem garantir que os padrões não sejam incorretamente interpretados como delimitadores de quadro (TANENBAUM, 1997).

Um ataque de ruído na linha pode destruir completamente um quadro. Nesse caso, a camada de enlace de dados da máquina de origem deverá retransmitir o quadro. No entanto, várias transmissões do mesmo quadro criam possibilidades de existirem quadros repetidos (TANENBAUM, 1997).

Um quadro repetido poderia ser enviado caso o quadro de reconhecimento enviado pelo receptor ao transmissor fosse perdido. Cabe a essa camada resolver os problemas causados pelos quadros repetidos, perdidos e danificados. A camada de enlace de dados pode oferecer diferentes classes serviços para a camada de rede, cada qual com qualidade e preço diferentes (TANENBAUM, 1997).

Outra questão decorrente da camada de enlace de dados (assim como da maioria das camadas mais altas) é a forma como impedir que um transmissor rápido seja dominado por um receptor de dados muito lento. Deve ser empregado algum mecanismo de controle de tráfego para permitir que o transmissor saiba o espaço de buffer disponível no receptor. Frequentemente, esse controle de fluxo e o tratamento de erros são integrados (TANENBAUM, 1997).

Se a linha puder ser usada para transmitir dados em ambas as direções, surgirá uma nova complicação para o software da camada de enlace de dados. O problema é que os quadros de reconhecimento necessários ao tráfego de *A* para *B* disputam o uso da linha com os quadros de dados do tráfego de *B* para *A*. Foi criada uma solução inteligente (o *piggybacking*) para essa situação (TANENBAUM, 1997).

As redes de difusão têm outra questão na camada de enlace de dados: como controlar o acesso ao canal compartilhado. Esse problema é resolvido por uma subcamada especial da camada de enlace de dados, a subcamada de acesso ao meio (TANENBAUM, 1997).

7.1.3A Camada de Rede

A camada de rede controla a percepção a operação da sub-rede. Uma questão de fundamental importância para o projeto de uma rede diz respeito ao modo como os pacotes são roteados da origem para o destino. As rotas podem se basear em tabelas estatísticas “amarradas” à rede e que raramente são alteradas (TANENBAUM, 1997).

Estas podem ser determinadas no início de cada conversação, como por exemplo em uma sessão terminal. Elas também podem ser altamente dinâmicas, sendo determinadas para cada pacote, a fim de refletir a carga atual da rede (TANENBAUM, 1997).

Se houver muitos pacotes na sub-rede ao mesmo tempo, eles dividirão o mesmo caminho, provocando engarrafamento. O controle desse congestionamento também pertence à camada de rede. Como os operadores da sub-rede em geral são remunerados pelo trabalho que fazem, deve haver uma função de contabilização na camada de rede (TANENBAUM, 1997).

Pelo menos, o software deve contar quantos pacotes ou caracteres ou bits são enviados por cada cliente, o que permitirá a produção de informações para tarifação. Quando um pacote cruza uma fronteira nacional, onde se pratica uma taxa de cada lado, a contabilização pode ser tornar complicada. Quando um pacote tem que viajar de uma rede para outra até chegar a seu destino, podem surgir muitos problemas (TANENBAUM, 1997).

O endereçamento utilizado pelas redes poderá ser diferente. Talvez a segunda rede não aceite o pacote devido seu tamanho. Os protocolos também poderão ser diferentes. É na camada de rede que esses problemas são resolvidos, permitindo que redes heterogêneas sejam interconectadas. Nas redes de difusão, o problema de roteamento é simples e, portanto, a camada de rede, quando existe, costuma ser pequena (TANENBAUM, 1997).

7.1.4A Camada de Transporte

A função básica da camada de transporte é aceitar dados da camada de sessão, dividi-los em unidades menores em caso de necessidade, passá-los para a camada de rede e garantir que todas essas unidades cheguem corretamente à outra extremidade (TANENBAUM, 1997).

Além disso, tudo tem de ser feito com eficiência e de forma que as camadas superiores fiquem isoladas das inevitáveis mudanças na tecnologia de hardware. Em condições normais, a camada de transporte cria uma conexão de rede diferente para conexão de transporte exigida pela camada de sessão (TANENBAUM, 1997).

Se, no entanto, a conexão de transporte precisar de um *throughput* muito alto, a camada de transporte deverá criar várias conexões de rede, dividindo aos dados entre as conexões de rede para melhorar o *throughput*. Por outro lado, se a criação ou manutenção de uma conexão de rede for cara, a camada de transporte poderá multiplexar diversas conexões de transporte na mesma conexão de rede para reduzir

o custo. Em todos os casos, a camada de transporte é necessária para tornar a multiplexação transparente em relação à camada de sessão (TANENBAUM, 1997).

A camada de transporte também determina o tipo de serviço que será oferecido à camada de sessão e, em última instância, aos usuários da rede. O tipo de conexão de transporte mais popular é o canal ponto a ponto livre de erros que libera mensagens ou bytes na ordem em que eles são enviados (TANENBAUM, 1997).

No entanto, outros tipos possíveis de serviço de transporte são as mensagens isoladas em garantia em relação à ordem de entrega e à difusão de mensagens para muitos destinos. O tipo de serviço é determinado quando a conexão é estabelecida. A camada de transporte é uma verdadeira camada fim a fim, que liga a origem ao destino (TANENBAUM, 1997).

Em outras palavras, um programa da máquina de origem mantém uma conversa com um programa semelhante instalado na máquina de destino, utilizando cabeçalhos de mensagem e mensagens de controle. Nas camadas inferiores, os protocolos são trocados entre cada destino, que podem estar separadas por muitos roteadores. A diferença entre as camadas de 1 a 3, que são encadeadas, e as camadas de 4 a 7, que são fim a fim (TANENBAUM, 1997).

Muitos hosts são multiprogramados; isso significa que muitas conexões estarão entrando e saindo de cada host. É preciso, no entanto, criar alguma forma de determinar a qual conexão uma mensagem pertence. Essas informações podem ser colocadas no cabeçalho de transporte (TANENBAUM, 1997).

Além de multiplexar diversos fluxos de mensagem em um canal, também cabe à camada de transporte estabelecer e encerrar conexões pela rede. Isso exige um mecanismo de denominação que permita a um processo de uma máquina descrever com quem deseja conversar (TANENBAUM, 1997).

Deve haver um mecanismo para controlar o fluxo de informações, de modo que um host rápido não possa sobrecarregar um host lento. Esse mecanismo é chamado de controle de fluxo e desempenha um papel fundamental na camada de transporte (assim como em outras camadas). O controle de fluxo entre hosts é diferente do controle de fluxo entre os roteadores (TANENBAUM, 1997).

7.1.5A Camada de Sessão

A camada de sessão permite que os usuários de diferentes máquinas estabeleçam sessões entre eles. Uma sessão permite o transporte de dados normal, assim como o faz a camada de transporte, mas ela oferece também serviços aperfeiçoados que podem ser de grande utilidade em algumas aplicações. Uma

sessão pode ser usada para permitir que um usuário estabeleça um login com um sistema remoto de tempo compartilhado ou transfira um arquivo entre duas máquinas (TANENBAUM, 1997).

Um dos serviços da camada de sessão é gerenciar o controle de tráfego. As sessões podem permitir o tráfego em ambas as direções ao mesmo tempo ou em apenas uma direção de cada vez. Se o tráfego só puder ser feito em uma direção de cada vez (como acontece em uma estrada de ferro), a camada de sessão poderá ajudara monitorar esse controle (TANENBAUM, 1997).

Um dos serviços de sessão é o gerenciamento de *token*. Para alguns protocolos, é de fundamental importância que ambos os lados não executem a mesma operação ao mesmo tempo. Para gerenciar essas atividades, a camada de sessão oferece *tokens* para serem trocados. Consequentemente, determinadas operações só podem ser executadas pelo lado que está mantendo o *token*(TANENBAUM, 1997).

Outro serviço de sessão é a sincronização. Considere os problemas que podem ocorrer quando se está tentando fazer uma transferência de arquivos que tem duração de duas horas entre duas máquinas cujo tempo média entre falhas seja de uma hora. Após ser abortada, cada transferência seria reiniciada e provavelmente falharia na nova tentativa (TANENBAUM, 1997).

Para eliminar esse problema, a camada de sessão oferece uma forma de inserir pontos de sincronização no fluxo de dados, de modo que, quando ocorrer uma falha, apenas os dados transferidos depois do ponto de sincronização tenham de ser repetidos (TANENBAUM, 1997).

7.1.6A Camada de Apresentação

A camada de apresentação executa determinadas funções solicitadas com muita frequência; portanto, é necessário encontrar uma solução geral para todas elas, em vez de deixar essa responsabilidade a cargo de cada usuário. Ao contrário de todas as camadas inferiores, que só estão interessadas em tornar confiável o processo de movimentação de bits de uma extremidade a outra ligação, a camada de apresentação se preocupa com a sintaxe e a semântica das informações transmitidas (TANENBAUM, 1997).

Um exemplo típico de um serviço de apresentação é a codificação de dados conforme o padrão estabelecido. A maioria dos programas destinados a usuários não faz um intercâmbio de sequências de bits binárias aleatórias. Esses programas fazem um intercâmbio de itens como nomes, datas, valores monetários e notas fiscais (TANENBAUM, 1997).

Os itens são representados como *strings* de caracteres, inteiros, números com ponto flutuante e estruturas de dados compostas por uma série de itens mais simples. Os computadores têm diferentes códigos para representar os *strings* de caracteres (como ASCII e Unicódigo) e os inteiros (o complemento de um e o complemento de dois), entre outras coisas (TANENBAUM, 1997).

Para permitir que computadores de dados intercambiadas podem ser definidas de uma forma abstrata, juntamente com a codificação padrão a ser usada durante conexão. A camada de apresentação gerencia essas estruturas de dados abstratas e converte a representação utilizada dentro do computador na representação padrão da rede, vice-versa (TANENBAUM, 1997).

7.1.7A Camada de Aplicação

A camada de aplicação contém uma série de protocolos que são comumente necessários. Por exemplo, existem centenas de tipos de terminal incompatível no mundo. Considere o trabalho de um editor de tela inteira que deve trabalhar com vários tipos de terminal, que, por sua vez, têm diferentes layouts de tela e sequências de escape para inserção e exclusão de textos, movimentação dos cursos etc. (TANENBAUM, 1997).

Uma das maneiras de se resolver esse problema é definir um terminal virtual de rede, para o qual possam ser desenvolvidos editores e outros tipos de programa. Para manipular cada tipo de terminal, deve ser criado um elemento software que permita mapear as funções do terminal virtual de rede para o terminal real (TANENBAUM, 1997).

Outra função da camada de aplicação é a transferência de arquivos. Diferentes sistemas de arquivos têm diferentes convenções de denominação de arquivos e diferentes formas de representação de linhas de texto, entre outras coisas. Para transferir um arquivo entre dois sistemas diferentes, é necessário tratar essas e outras incompatibilidades. Esse trabalho também pertence à camada de aplicação, assim como o correio eletrônico, a entrada de tarefas remotas, a pesquisa de diretórios e uma série de outros recursos específicos e genéricos (TANENBAUM, 1997).

7.2 Transmissão de Dados no Modelo OSI

A camada de apresentação pode transformar esse item de várias formas, incluindo nele um cabeçalho e passando o resultado para a camada de sessão. Vale lembrar que a camada de apresentação não identifica qual trecho dos dados

transmitidos a ele é *AH* e quais são os verdadeiros dados do usuário (TANENBAUM, 1997).

Esse processo é repetido até os dados alcançarem a camada física, onde eles de fato são transmitidos para a máquina de recepção. Nessa máquina diversos cabeçalhos são excluídos uma a uma à medida que a mensagem se propaga pelas camadas até chegar ao processo de recebimento (TANENBAUM, 1997).

Quando a camada de transporte transmissora, por exemplo, obtém uma mensagem da camada de sessão, ela anexa um cabeçalho de transporte e o envia à camada de transporte de recepção. A partir desse ponto de vista, trata-se apenas de um detalhe técnico o fato de que ela na verdade deve transferir a mensagem para a camada de rede de sua própria máquina (TANENBAUM, 1997).

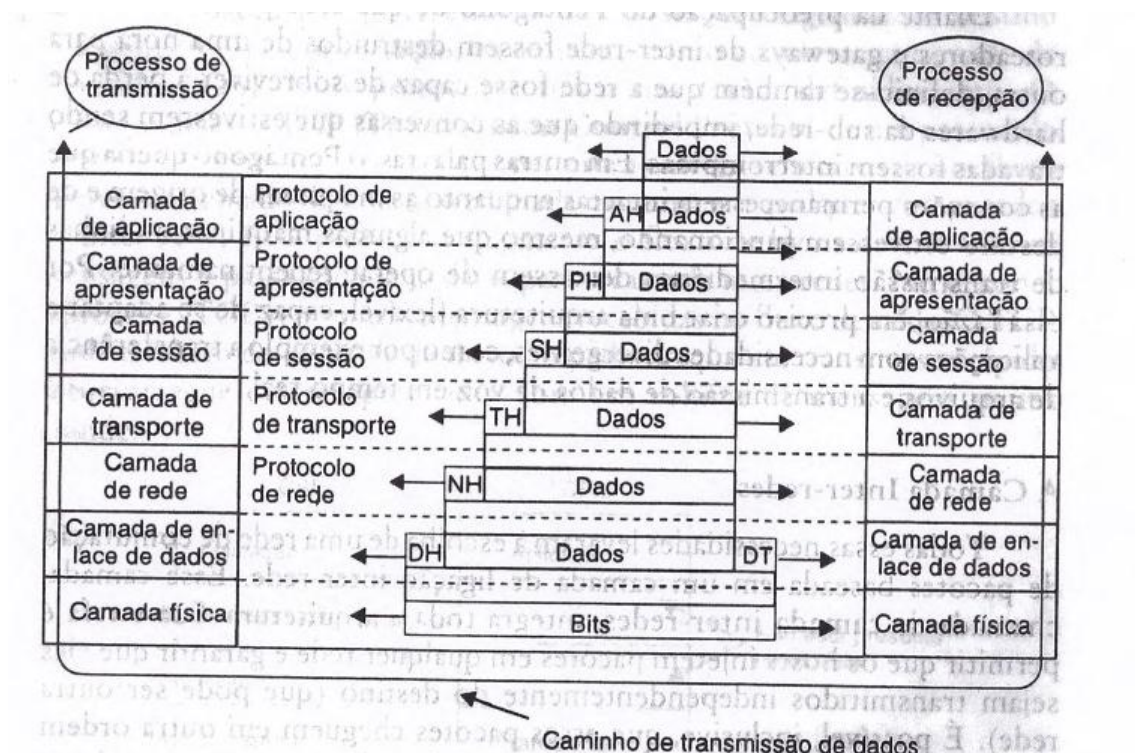


Figura 13 – Transmissão de Dados no Modelo OSI

Fonte: TANENBAUM, 1997.

III – DESENVOLVIMENTO

1 INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento do sistema foi utilizado o LINUX - versão Ubuntu 12

2 DESENVOLVIMENTO EM LINUX ROTAS PARA VOIP

```
#!/bin/sh
```

```
case "$1" in
```

```
start)
```

```
echo -n " Iniciando Firewall"
```

```
modprobeip_nat_ftp
```

```
modprobeip_contrack_ftp
```

```
modprobeip_vs_ftp
```

```
modprobeip_contrack
```

```
EXT_IF=eth0
```

```
VOIP1="192.168.3.28"
```

```
VOIP2="192.168.3.3"
```

```
VOIP3="192.168.3.78"
```

```
VOIP4="192.168.3.102"
```

```
VOIP5="192.168.3.44"
```

```
iptables -F
```

```
iptables -F -t nat
```

```
iptables -X
```

```
iptables -X -t nat
```

```
iptables -A POSTROUTING -t nat -o eth0 -j MASQUERADE
```

```
echo> 1 /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

```
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP1 --dport 888 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP2 --dport 999 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP3 --dport 333 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP4 --dport 777 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP5 --dport 444 -j ACCEPT
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 888 -j DNAT --to-destination 192.168.3.2:888
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 999 -j DNAT --to-destination 192.168.4.2:999
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 333 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:333
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 777 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:777
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 444 -j DNAT --to-destination 192.168.6.2:444
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP2 -p tcp --dport 888 -j DNAT --to-destination 192.168.3.2:888
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP2 -p tcp --dport 999 -j DNAT --to-destination 192.168.4.2:999
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP2 -p tcp --dport 333 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:333
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP2 -p tcp --dport 777 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:777
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP2 -p tcp --dport 444 -j DNAT --to-destination 192.168.6.2:444
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP3 -p tcp --dport 888 -j DNAT --to-destination 192.168.3.2:888
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP3 -p tcp --dport 999 -j DNAT --to-destination 192.168.4.2:999
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP3 -p tcp --dport 333 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:333
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP3 -p tcp --dport 777 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:777
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP3 -p tcp --dport 444 -j DNAT --to-destination 192.168.6.2:444
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP4 -p tcp --dport 888 -j DNAT --to-destination 192.168.3.2:888
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP4 -p tcp --dport 999 -j DNAT --to-destination 192.168.4.2:999
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP4 -p tcp --dport 333 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:333
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP4 -p tcp --dport 777 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:777
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP4 -p tcp --dport 444 -j DNAT --to-destination 192.168.6.2:444
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 888 -j DNAT --to-destination 192.168.3.2:888
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 999 -j DNAT --to-destination 192.168.4.2:999
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 333 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:333
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 777 -j DNAT --to-destination 192.168.5.2:777
```

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 444 -j DNAT --to-destination 192.168.6.2:444
```

```
iptables -A INPUT -p icmp -j DROP
```

```
iptables -A INPUT -p tcp -s 0/0 -j REJECT
```

```
route add -net 192.168.3.0/24 gw 192.168.3.254
```

```
route add -net 192.168.4.0/24 gw 192.168.4.254
```

```
route add -net 192.168.5.0/24 gw 192.168.5.254
```

```
route add -net 192.168.6.0/24 gw 192.168.6.254
```

```
route add -net 192.168.7.0/24 gw 192.168.7.254
```

```
::
```

```
stop)
```

```
echo -n "Parando o Firewall"
```



```
iptables -F INPUT
iptables -F OUTPUT
iptables -F FORWARD
iptables -P INPUT ACCEPT
iptables -P OUTPUT ACCEPT
iptables -Z INPUT
iptables -Z OUTPUT
iptables -Z FORWARD
iptables -P FORWARD ACCEPT
iptables -t nat -F

;;

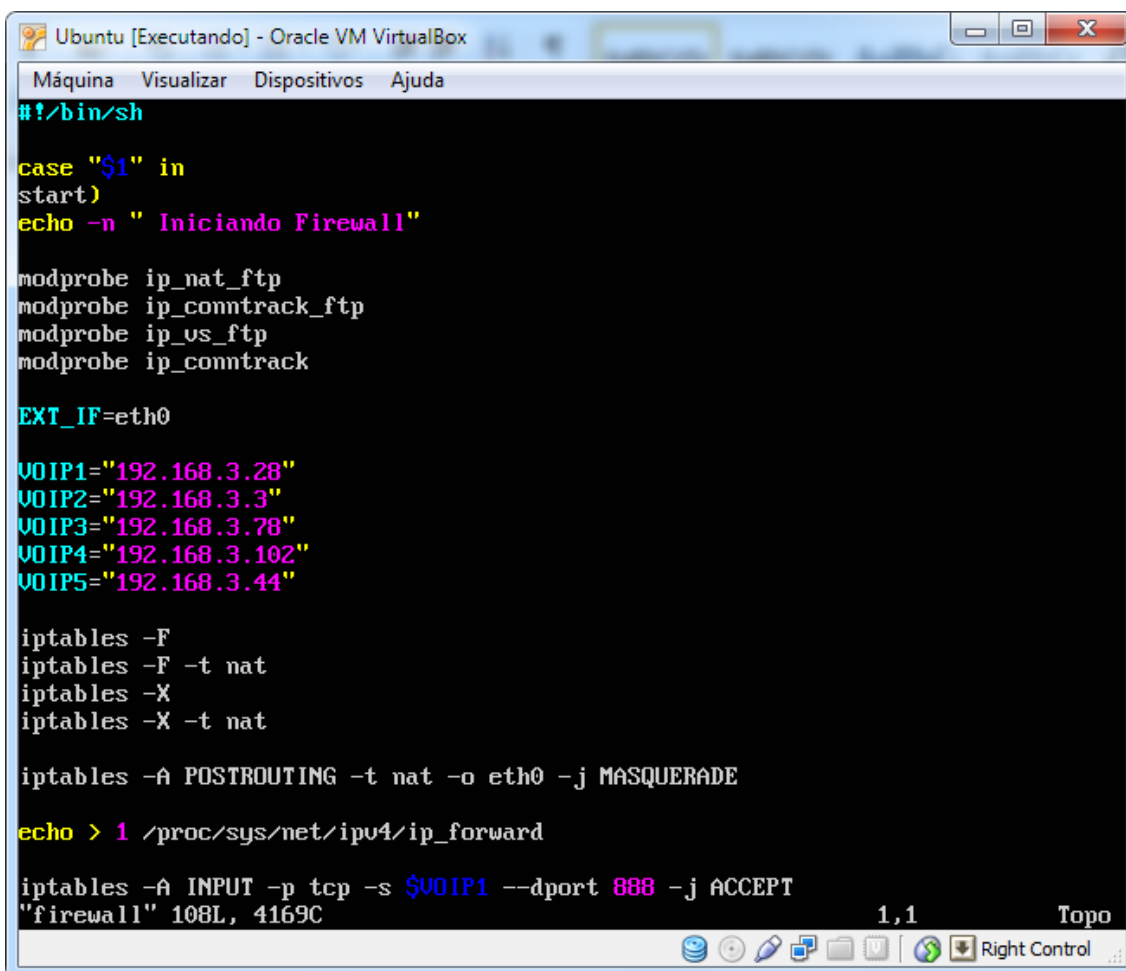
restart)
$0 stop
$0 start
;;

*)
echo -n "Use: ./firewall (start | stop | restart) "
exit 1
;;

esac
```

2.1 Telas do Desenvolvimento em Linux

Tela 1 – Iniciando o firewall, Declarando variáveis, carregando módulos e bibliotecas



```
Ubuntu [Executando] - Oracle VM VirtualBox
Máquina  Visualizar  Dispositivos  Ajuda
# !/bin/sh
case "$1" in
start)
echo -n " Iniciando Firewall"

modprobe ip_nat_ftp
modprobe ip_conntrack_ftp
modprobe ip_vs_ftp
modprobe ip_conntrack

EXT_IF=eth0

VOIP1="192.168.3.28"
VOIP2="192.168.3.3"
VOIP3="192.168.3.78"
VOIP4="192.168.3.102"
VOIP5="192.168.3.44"

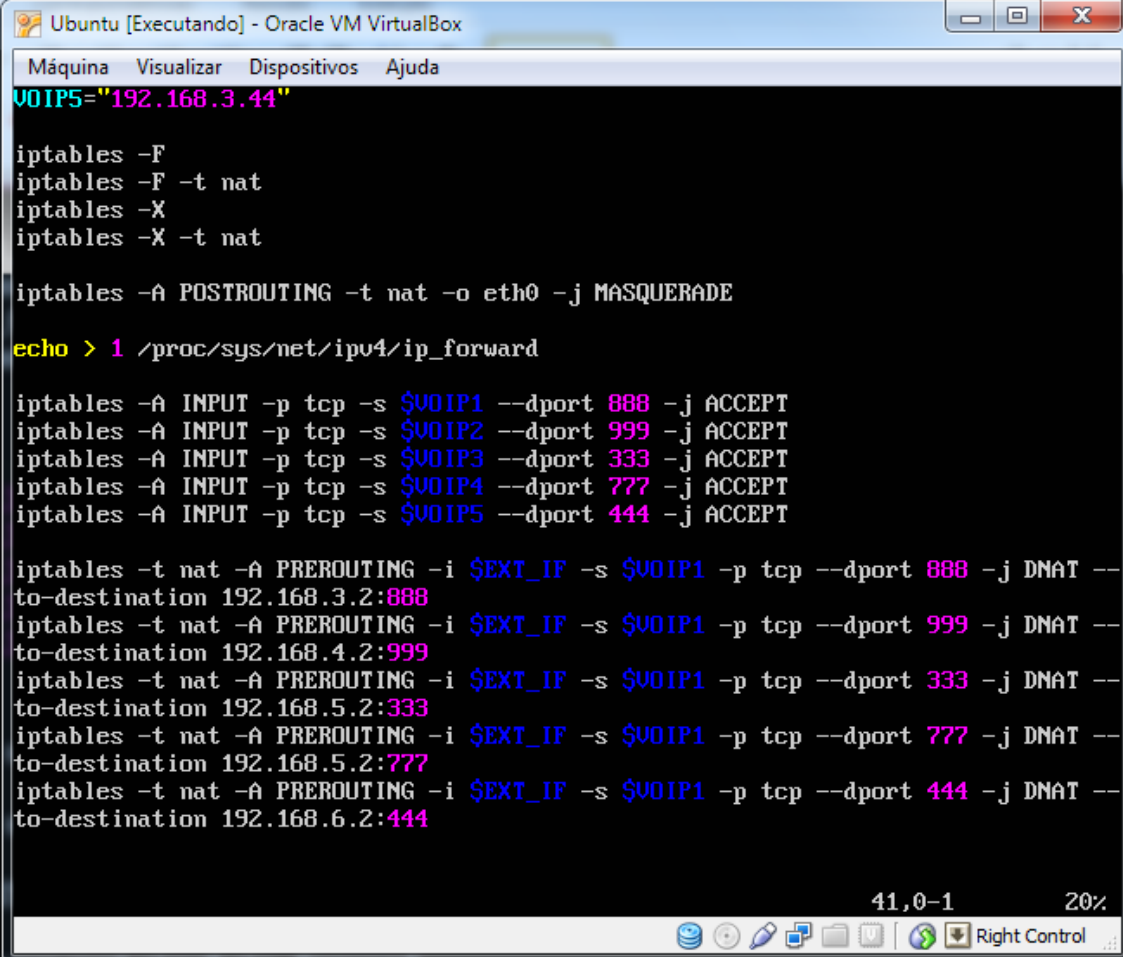
iptables -F
iptables -F -t nat
iptables -X
iptables -X -t nat

iptables -A POSTROUTING -t nat -o eth0 -j MASQUERADE

echo > 1 /proc/sys/net/ipv4/ip_forward

iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP1 --dport 888 -j ACCEPT
"firewall" 108L, 4169C
1,1      Topo
```

Tela 2 – Liberando regras de entradas na e início do direcionamento das portas



```
Ubuntu [Executando] - Oracle VM VirtualBox
Máquina  Visualizar  Dispositivos  Ajuda
VOIP5="192.168.3.44"

iptables -F
iptables -F -t nat
iptables -X
iptables -X -t nat

iptables -A POSTROUTING -t nat -o eth0 -j MASQUERADE

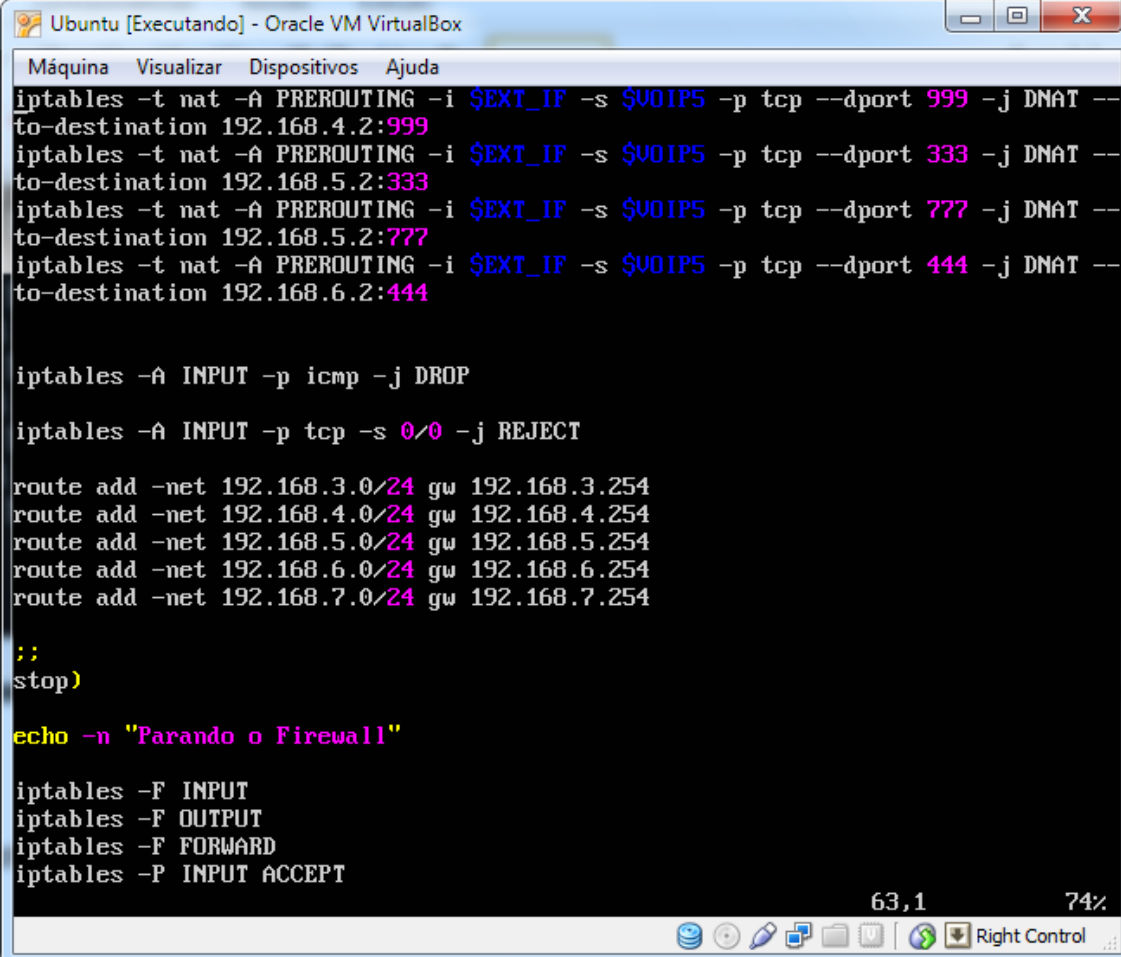
echo > 1 /proc/sys/net/ipv4/ip_forward

iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP1 --dport 888 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP2 --dport 999 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP3 --dport 333 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP4 --dport 777 -j ACCEPT
iptables -A INPUT -p tcp -s $VOIP5 --dport 444 -j ACCEPT

iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 888 -j DNAT --
to-destination 192.168.3.2:888
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 999 -j DNAT --
to-destination 192.168.4.2:999
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 333 -j DNAT --
to-destination 192.168.5.2:333
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 777 -j DNAT --
to-destination 192.168.5.2:777
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP1 -p tcp --dport 444 -j DNAT --
to-destination 192.168.6.2:444

41,0-1 20%
```

Tela 3 – Criando rotas para comunicação entre filiais



```
Máquina Visualizar Dispositivos Ajuda
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 999 -j DNAT --
to-destination 192.168.4.2:999
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 333 -j DNAT --
to-destination 192.168.5.2:333
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 777 -j DNAT --
to-destination 192.168.5.2:777
iptables -t nat -A PREROUTING -i $EXT_IF -s $VOIP5 -p tcp --dport 444 -j DNAT --
to-destination 192.168.6.2:444

iptables -A INPUT -p icmp -j DROP

iptables -A INPUT -p tcp -s 0/0 -j REJECT

route add -net 192.168.3.0/24 gw 192.168.3.254
route add -net 192.168.4.0/24 gw 192.168.4.254
route add -net 192.168.5.0/24 gw 192.168.5.254
route add -net 192.168.6.0/24 gw 192.168.6.254
route add -net 192.168.7.0/24 gw 192.168.7.254

;;
stop)

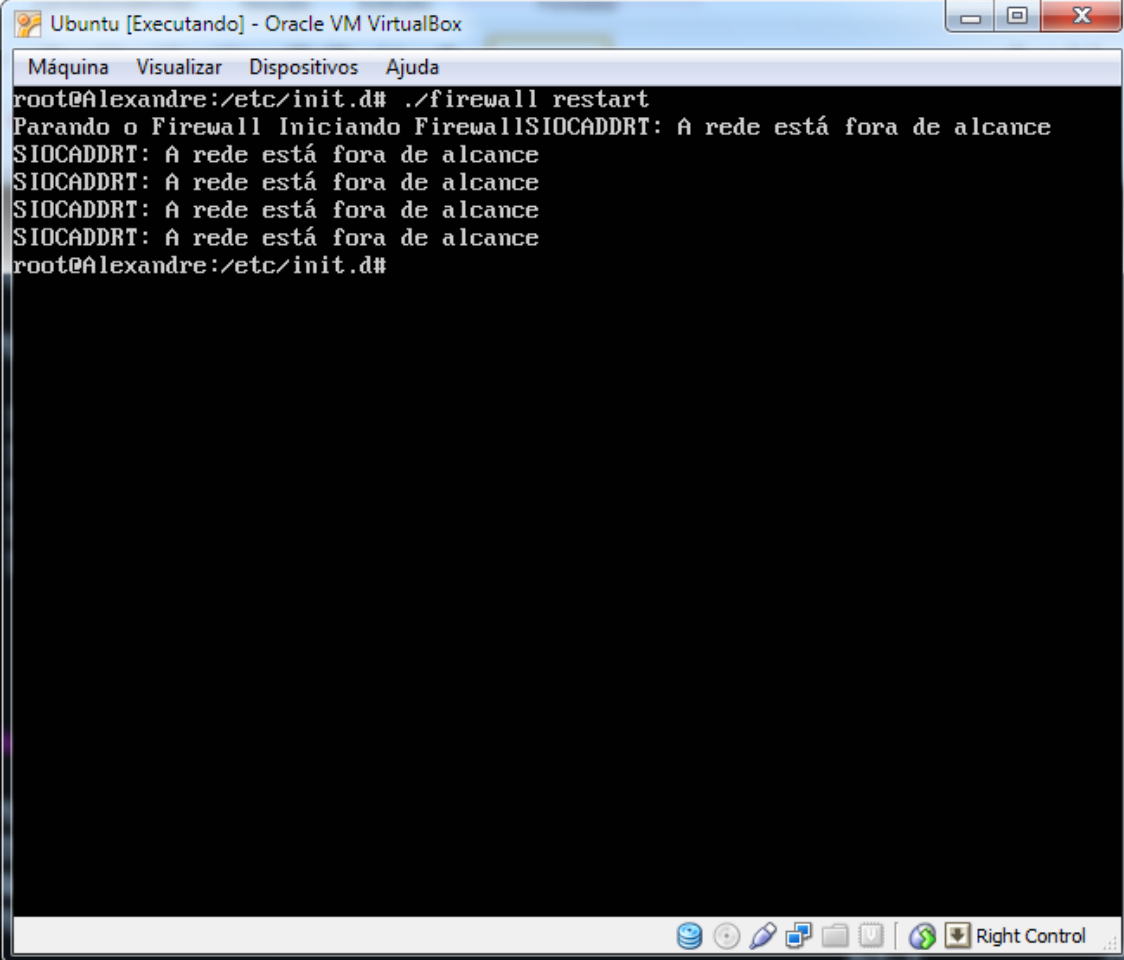
echo -n "Parando o Firewall"

iptables -F INPUT
iptables -F OUTPUT
iptables -F FORWARD
iptables -P INPUT ACCEPT
```

63,1 74%

Right Control

Tela 4 – Reiniciando as regras de firewall



```
root@Alexandre:/etc/init.d# ./firewall restart
Parando o Firewall Iniciando FirewallSIOCADDRT: A rede está fora de alcance
SIOCADDRT: A rede está fora de alcance
SIOCADDRT: A rede está fora de alcance
SIOCADDRT: A rede está fora de alcance
SIOCADDRT: A rede está fora de alcance
root@Alexandre:/etc/init.d#
```

IV- CONCLUSÃO

No desenvolvimento deste trabalho foi possível recordar conceitos e técnicas que aprendi durante o curso de Ciência da Computação e também com colegas de outras empresas, principalmente os que comercializam produtos e mão-de-obra para implantação da tecnologia VoIP.

Cheguei à conclusão que a principal vantagem da implementação e utilização desta tecnologia é no quesito financeiro, pois comparadas a telefonia convencional são significantes. No entanto é importante destacar a necessidade de dispositivos de segurança com o objetivo de prevenir ataques a rede, haja vista a utilização do tráfego de dados e voz simultaneamente utilizando a Internet como meio de transmissão.

Pode-se destacar ainda outros fatores como exemplo: redução de gastos com ligações DDD e DDI, redução de gastos com ligações para celulares, ligações gratuitas entre matriz-filial, escolha de múltiplas operadoras VoIP, possibilidade de escolha da melhor operadora de telefonia tradicional, discagem transparente para o usuário, rápida expansão de ramais, mesmo com o PABX tradicional estando com capacidade esgotada, plano de numeração de ramais uniforme e de fácil utilização, mobilidade na comunicação de voz – possibilidade de levar o ramal da empresa para qualquer lugar com acesso a internet

V – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COLCHER, Sérgio; Antônio Tadeu A. Gomes; Anderson Oliveira da Silva; Guido L de Souza Filho; Luiz Fernando G. Soares. **VoIP: Voz sobre IP**. Rio de Janeiro: Elsevier. Editora Campus, 2005.

SOUSA, Lindeberg Barros de. **Redes de Computadores: Dados, Voz e Imagem**. São Paulo: Editora Érica Ltda, 1999.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 3ªed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.