



Interativa

Redes II – Heterogêneas e Convergentes

Autor: Prof. Michel Bernardo Fernandes da Silva

Colaboradoras: Profa. Elisângela Mônaco de Moraes
Profa. Iza Melão

Professor conteudista: Michel Bernardo Fernandes da Silva

Formou-se em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) em 2003. Concluiu os cursos de Pós-Graduação em Finanças e MBA Executivo no Insper em 2008. Mestre em Engenharia Elétrica na Poli-USP em 2007. Atuou por dez anos na área financeira. Foi professor universitário em diversas instituições, como FMU, Uninove e Anhanguera. Também possui diversos trabalhos para cursos EaD com criação de conteúdos, partindo da elaboração de questões, revisão e preparação de material didático. Atualmente, está cursando doutorado em Engenharia Elétrica na Poli-USP e desde 2013 é professor e coordenador dos cursos superiores de Tecnologia em diversos *campi* da UNIP.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586r Silva, Michel Bernardo Fernandes da.

Rede II: Heterogêneas e Convergentes / Michel Bernardo Fernandes da Silva. São Paulo: Editora Sol, 2018.

132 p., il.

Nota: este volume está publicado nos Cadernos de Estudos e Pesquisas da UNIP, Série Didática, ano XXIV, n. 2-118/18, ISSN 1517-9230.

1. Interligação de redes. 2. Redes convergentes. 3. Gerenciamento. I. Título.

CDU 681.324

Prof. Dr. João Carlos Di Genio
Reitor

Prof. Fábio Romeu de Carvalho
Vice-Reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Profa. Melânia Dalla Torre
Vice-Reitora de Unidades Universitárias

Prof. Dr. Yugo Okida
Vice-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Profa. Dra. Marília Ancona-Lopez
Vice-Reitora de Graduação

Unip Interativa – EaD

Profa. Elisabete Brihy
Prof. Marcelo Souza
Prof. Dr. Luiz Felipe Scabar
Prof. Ivan Daliberto Frugoli

Material Didático – EaD

Comissão editorial:

Dra. Angélica L. Carlini (UNIP)
Dra. Divane Alves da Silva (UNIP)
Dr. Ivan Dias da Motta (CESUMAR)
Dra. Kátia Mosorov Alonso (UFMT)
Dra. Valéria de Carvalho (UNIP)

Apoio:

Profa. Cláudia Regina Baptista – EaD
Profa. Betisa Malaman – Comissão de Qualificação e Avaliação de Cursos

Projeto gráfico:

Prof. Alexandre Ponzetto

Revisão:

Vitor Andrade
Kleber Souza

Sumário

Redes II – Heterogêneas e Convergentes

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	7

Unidade I

1 INTERLIGAÇÃO DE REDES – COMUTAÇÃO DE CIRCUITOS E DE PACOTES	9
1.1 Histórico das redes de telefonia e telegrafia	9
1.2 Histórico das redes de computadores	10
1.3 Características das redes de comutação de circuitos	12
1.4 Características das redes de comutação de pacotes	15
1.5 Dificuldade de integração entre redes heterogêneas	18
2 REDES CONVERGENTES E REDES DA PRÓXIMA GERAÇÃO	22
2.1 Necessidade da convergência de redes	22
2.2 Tipos de convergência	24
2.3 Objetivos da convergência	24
2.4 Vantagens e desvantagens de redes convergentes	27
2.5 Tecnologias utilizadas em redes convergentes	28
2.5.1 Protocolos de redes convergentes	29
2.6 Redes da Próxima Geração (NGN)	30
2.7 Novas aplicações de redes NGN	38
2.7.1 Gerenciamento de protocolos nas NGNs	39
2.7.2 Serviços de tripla mudança	40

Unidade II

3 ELEMENTOS E ARQUITETURA DE REDES NGN	44
3.1 Arquitetura em camadas de NGN	44
3.2 Estrato de serviços e estrato de transporte	45
3.3 Gerenciamento	48
3.3.1 Gerenciamento de falhas	48
3.3.2 Gerenciamento de configuração	48
3.3.3 Gerenciamento de contabilização	48
3.3.4 Gerenciamento de desempenho	49
3.3.5 Gerenciamento de segurança	49
3.4 Funções das aplicações	50
3.5 Principais equipamentos de uma rede NGN	51

3.5.1 Media Gateway.....	51
3.5.2 Softswitch.....	52
3.5.3 Media Gateway Controller (MGC).....	54
3.5.4 Signaling Gateway	55
3.5.5 Access Gateway	55
3.6 Desempenho do meio de transmissão	55
4 REDES IP E CRIAÇÃO DO MPLS	58
4.1 Compromisso do MPLS	61
4.2 Conceitos da arquitetura do MPLS	62
4.3 Benefícios da rede MPLS.....	65

Unidade III

5 QUALIDADE DE SERVIÇO (QOS)	69
5.1 Definição de QoS.....	69
5.2 Características relevantes para tráfego.....	71
5.3 Importância da qualidade de serviço.....	73
5.3.1 Serviços integrados.....	75
5.3.2 Serviços diferenciados.....	76
6 VOZ SOBRE IP	76
6.1 Introdução	76
6.2 Redes TCP/IP	78
6.3 Atraso, latência e perdas em VoIP	81
6.4 Serviços VoIP	85

Unidade IV

7 PROTOCOLOS PARA VOIP	94
7.1 RTP (Real-Time Transport Protocol).....	95
7.2 RTCP (Real-Time Transfer Control Protocol).....	97
7.3 Padrão H.323.....	98
7.4 Session Initiation Protocol (SIP).....	102
7.5 MGCP (Media Gateway Control Protocol)	105
7.6 MeGaCo (Media Gateway Control Protocol)	106
8 VOZ SOBRE FRAME RELAY E VOZ SOBRE ATM.....	109
8.1 Voz sobre pacotes.....	109
8.2 Voz sobre Frame Relay (VoFR)	110
8.3 Voz sobre ATM (VoATM).....	114
8.4 Comparação entre tecnologia de voz	115
8.5 Considerações, aplicações e tendências.....	116

APRESENTAÇÃO

O objetivo geral da disciplina *Redes II – Heterogêneas e Convergentes* é a aplicação de conhecimentos de diversas tecnologias disponíveis no mercado para integração de redes com recursos padronizados.

Para alcançar esse objetivo, será preciso apresentar as tecnologias utilizadas em *gateways*, roteadores e *softwares*. Estudados esses conceitos, analisaremos a evolução e as tendências de convergência em redes de computadores, avaliando as necessidades de tráfego.

O livro-texto foi dividido em quatro unidades. Na Unidade I, serão abordados, inicialmente, os históricos e os conceitos de comutação por circuitos e comutação por pacotes, mostrando a necessidade de integração. Depois, destacaremos as redes convergentes e suas características e as redes da próxima geração.

Na Unidade II, examinaremos a arquitetura de Redes da Próxima Geração (NGN) e serão detalhados os seus principais elementos. Então, conheceremos o protocolo MPLS, com sua arquitetura, seus benefícios e seu princípio de funcionamento.

Na Unidade III, trataremos a Qualidade de Serviço (QoS), considerando sua definição, importância e métodos para QoS. Nesse contexto, estudaremos a tecnologia de Voz sobre IP (VoIP).

Por fim, na Unidade IV, os protocolos utilizados em Voz sobre IP são devidamente pontuados, como o RTP, o SIP, o RTPC, entre outros. Detalharemos outros dois tipos de voz sobre pacotes: Voz sobre Frame Relay (VoFR) e Voz sobre ATM (VoATM).

Aproveite a leitura!

INTRODUÇÃO

Nos últimos séculos, os meios de comunicação passaram por um grande processo evolutivo que influenciou diretamente o comportamento da sociedade e os modos pelos quais as pessoas se relacionam.

Conforme o dicionário *Houaiss* (2009), telefonia é a arte de levar a palavra falada ou outros sons a grandes distâncias. Já no campo de telecomunicações, é a transmissão e a reprodução do som a distância por meio de fios, cabos ou ondas eletromagnéticas, tendo como receptor um telefone.

As primeiras redes de telefonia datam da segunda metade do século XIX, mas se popularizaram no início do século XX. Elas são formadas por comutação de circuitos.

As redes de computadores são compostas de diversos dispositivos, como servidores, computadores e elementos de redes cujo objetivo é se comunicar entre si e compartilhar recursos.

Desde a década de 1960, foram criadas as primeiras redes de computadores. O projeto desenvolvido pela Agência de Projetos de Pesquisas Avançadas do governo americano (Arpa – Advanced Research

Projects Agency), denominado Arpanet (Advanced Research Projects Agency Network), resultou na primeira rede de longa distância criada em consórcio com as principais universidades e centros de pesquisa dos EUA, com o objetivo específico de investigar a utilidade da comunicação de dados em alta velocidade para fins militares.

A Arpanet é considerada a precursora da internet e desde 1990 já não está em operação, pois existem estruturas alternativas de rede que já cumprem a sua função.

Com a expansão das redes de computadores, houve um grande investimento em infraestrutura – cabeamento, elementos de rede e servidores. Dessa forma, a rede de computadores também pode ser considerada um recurso para as organizações, sejam elas empresas privadas, universidades, bases militares, governos ou grupos de indivíduos.

A eficiência dos serviços da rede prestados está associada ao bom desempenho dos sistemas de rede. Com o aumento da quantidade de nós da rede e da quantidade de serviços oferecidos por ela, é preciso adotar uma gama eficiente de ferramentas de gerenciamento automatizadas para a monitoração e o controle dos sistemas e do desempenho da rede. Um ponto fundamental é padronizar as técnicas para representar as informações e permitir o intercâmbio das informações obtidas entre os diversos pontos da rede.

Antes da propagação da internet, havia estruturas apartadas para telefonia (voz), dados e vídeo, que utilizavam canais, meios e redes diferentes para prover seus serviços. A rede de telefonia transmitia somente voz, e a rede de TV exclusivamente vídeo. A rede de dados tinha acesso apenas a arquivos e tráfego de *e-mails*.

Com a rápida evolução das tecnologias de redes, aliada à grande redução de custos dos recursos computacionais, houve a proliferação das redes de convergentes, provendo na mesma infraestrutura voz, dados e imagens com uma qualidade de serviço com requisitos previamente determinados para cada tipo de função. Assim, houve uma convergência tanto de mídia quanto de redes.

Essas redes convergentes necessitam de novos protocolos, utilizam arquiteturas diferentes e com variedade de elementos, possibilitando uma série de novas aplicações, como Voz sobre IP (VoIP), Voz sobre Frame Relay (VoFR), Voz sobre ATM (VoATM) e Redes da Próxima Geração (NGN).

Unidade I

1 INTERLIGAÇÃO DE REDES – COMUTAÇÃO DE CIRCUITOS E DE PACOTES

1.1 Histórico das redes de telefonia e telegrafia

O telégrafo foi patenteado por Samuel Morse em 1837 e aplicava um código para transmitir mensagens de forma segura e confiável. O mais utilizado pelos telégrafos foi o código Morse, e a rede original empregada nos anos de 1840 era para telegrafia.

A invenção do telefone foi promovida em 1876 pelo escocês Alexander Graham Bell, e a telefonia tem quase um século e meio de história. As primeiras palavras oficialmente transmitidas pelo aparelho elétrico de transmissão de voz foram: "Mr. Watson, venha cá, eu preciso do senhor". Watson era um de seus funcionários.

Em 1877, D. Pedro II trouxe o telefone ao Brasil. Teve contato com a invenção na exposição do primeiro centenário da Independência dos Estados Unidos da América.

Pouco tempo depois de patentear a invenção do telefone, surgiu a profissão de telefonista para atender ao volume de chamadas, pois as primeiras centrais telefônicas eram controladas manualmente pelas telefonistas, que escolhiam as linhas nas quais as ligações precisavam ser conectadas para chegar até seu destino.

O telégrafo foi o principal meio de comunicação à longa distância no século XIX e no começo do século XX. Foi muito utilizado por indústrias, comércios, governos e até mesmo pelas forças armadas de diversos países em momentos de guerra.

Com a disseminação do telefone na primeira metade do século XX, o telégrafo foi caindo em desuso. Quando o número de assinantes de linhas telefônicas superou a quantidade de cabos que conectava cada aparelho, foi necessário criar centrais telefônicas.

Os primeiros sistemas de comutação automática trouxeram um serviço mais rápido, seguro e eficiente, proporcionando privacidade maior às ligações. Uma central de comutação possui uma série de funções básicas, vejamos algumas delas:

- fazer a conexão entre os canais de comunicação dos assinantes da rede;
- reconhecer e processar as informações do assinante que está realizando a chamada em relação ao destino desejado para a chamada (número do assinante a ser chamado);

- enviar sinais audíveis de chamada para assinante que faz a chamada e para aquele a ser chamado (sinalização de assinante);
- fornecer alimentação elétrica para os telefones dos assinantes;

Quanto à estrutura das empresas de telecomunicações, até meados da década de 1990, a Telebras controlava um conglomerado de empresas estatais que forneciam serviços de telecomunicações. Assim, foi criado um padrão nacional baseado no RDSI (Rede Digital de Sistemas Integrados), com o objetivo de disponibilizar uma infraestrutura.

Depois das privatizações das empresas estatais de telecomunicações, a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) foi criada em 1997, através da Lei Geral de Telecomunicações, de forma a conceituar e fixar o novo modelo brasileiro de telecomunicações, visando regular e fiscalizar o setor.



Saiba mais

Os sites a seguir tratam sobre a história das telecomunicações no Brasil.

HISTÓRIA DAS TELECOMUNICAÇÕES. *Telecomunicações do Brasil*, [s.d.]. Disponível em: <<http://telecomunicacoesdobrasil.org.br/voce-conectado/historia-das-telecomunicacoes/>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

OI FUTURO. História das telecomunicações. Programa educativo. Museu das Telecomunicações. *Oi*, 6 jul. 2007. Disponível em: <<http://www.oifuturo.org.br/wp-content/uploads/2012/12/HistoriadasTelecomunicacoes.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

<<http://museudastelecomunicacoes.org.br>>.

1.2 Histórico das redes de computadores

O estudo da evolução de qualquer área da ciência, da engenharia ou da tecnologia não apenas estimula a curiosidade humana natural, mas também proporciona uma melhor compreensão das principais realizações nesse campo, tornando-nos conscientes das tendências existentes e ajudando-nos a avaliar as perspectivas de determinados desenvolvimentos.

Inicialmente, a comunicação de dados utilizava a rede de voz para comunicação em baixa velocidade, pois a banda da rede de voz é bem restrita e limita muito a taxa de transferência de *bits*.

As redes de computadores surgiram há relativamente pouco tempo, no fim dos anos 1960. O projeto Arpanet resultou na primeira rede de longa distância, criada em consórcio com as principais universidades

e centros de pesquisa dos EUA com o foco específico de investigar a utilidade da comunicação de dados em alta velocidade para fins militares.

Não havia tanto interesse comercial em redes de computadores até meados dos anos 1970, pois elas eram definidas pelo tipo de *mainframe*, isto é, computador central com alta capacidade de processador, utilizado. Com base no tipo de *mainframe*, havia muita restrição quanto à arquitetura proprietária dos fornecedores, como IBM, Honeywell, DEC, entre outras.

Em 1969, a Arpanet interligou quatro universidades americanas: a Ucla, em Los Angeles, o SRI (Stanford Research Institute), a UCSB (Universidade da Califórnia em Santa Barbara) e a Universidade de Utah. Havia 13 computadores na rede em janeiro de 1971, 23 em abril de 1972 e 38 em janeiro de 1973.

Depois da metade da década de 1970, iniciaram-se os trabalhos para o desenvolvimento de uma arquitetura de computador aberta através de padrões bem definidos. De um lado, os compradores necessitavam que os produtos fossem compatíveis entre si. Por outro lado, os fornecedores empreendiam esforços para efetuar a interoperabilidade entre os equipamentos. Com isso, nessa época, possibilitou-se, por exemplo, acessar informações e recursos do *mainframe* IBM através de um minicomputador DEC.

Em 1980, a Arpanet já estava se consolidando rapidamente pelos EUA, conectando mais de 400 *hosts* em universidades, em organizações militares e em órgãos governamentais. O número de pessoas com acesso à rede já era superior a 10 mil. Em 1984, já havia 1.000 *hosts*; em 1989, mais de 100.000 mil *hosts* na Arpanet, quando esta foi desativada e substituída pela rede National Science Foundation Network (NSFnet) para fins civis e comerciais.

Essa pequena história mostra a rápida e exponencial evolução do número de elementos interligados em redes e, com o aumento da quantidade, é preciso administrar bem seus recursos. Deve-se considerar que na rede circulam vários protocolos de comunicação, com equipamentos de diferentes fornecedores e que operam diversas versões e sistemas operacionais.

As redes de computadores herdaram muitas propriedades úteis de suas predecessoras, isto é, as mais antigas e amplamente adotadas redes telefônicas. Tal fato não deve causar espanto, uma vez que tanto computadores quanto telefones são instrumentos universais de comunicação a distância, ou seja, de telecomunicações.

Contudo, as redes de computadores trouxeram uma novidade para o mundo das comunicações: o armazenamento quase inesgotável de informações acumuladas pela civilização humana durante os vários milhares de anos de sua existência. Essa reserva de dados continua a aumentar e num ritmo progressivo. Esse fato tornou-se especialmente perceptível na metade da década de 1990, quando o crescimento colossal da internet demonstrou claramente que o acesso gratuito e anônimo aos dados e às comunicações escritas instantâneas era algo extremamente valorizado pela maioria dos usuários.



Saiba mais

As referências a seguir contêm informações sobre o histórico de redes de computadores:

MORAES, A. de. *Telemática: convergência de dados, voz e imagem*. São Paulo: Érica, 2014.

MORINTO, C. E. História das redes. *Hardware.com*, 11 abr. 2008. Disponível em: <<https://www.hardware.com.br/tutoriais/historia-redes/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

1.3 Características das redes de comutação de circuitos

Comutação de circuitos é o princípio no qual se baseia a transmissão de voz nas redes de telefonia. Nesse sistema, a transmissão de voz só pode ser realizada se existir um caminho dedicado entre dois terminais, geralmente chamado de terminal de A, para quem origina a chamada, e terminal de B, para quem a recebe.

O nó final A, conectado à rede utilizando o dispositivo terminal, envia dados para a rede com uma taxa fixa igual à largura de banda. Caso essa taxa seja menor que a largura de banda do enlace, o dispositivo terminal, depois de enviar as informações úteis ao usuário, envia dados nulos, sem significado. O dispositivo terminal B entende que parte do fluxo de *bits* consiste de informações úteis e o restante são *bits* de enchimento ou *padding*. Os *bits* de enchimento são descartados e somente são destinadas ao usuário final as informações úteis enviadas pelo emissor.

Essa comunicação da comutação de circuitos envolve três fases:

- estabelecimento do circuito utilizado na chamada;
- transferência de informações ou fase de conversação; e
- desconexão do circuito.

Na comutação de circuitos, o caminho alocado durante a fase de definição da conexão permanece dedicado a esses terminais até que um deles, ou ambos, decida desfazer o circuito. A figura a seguir mostra o estabelecimento de uma comunicação por comutação de circuitos entre o usuário A e o usuário B, passando pelos circuitos de comutação S1, S2 e S4.

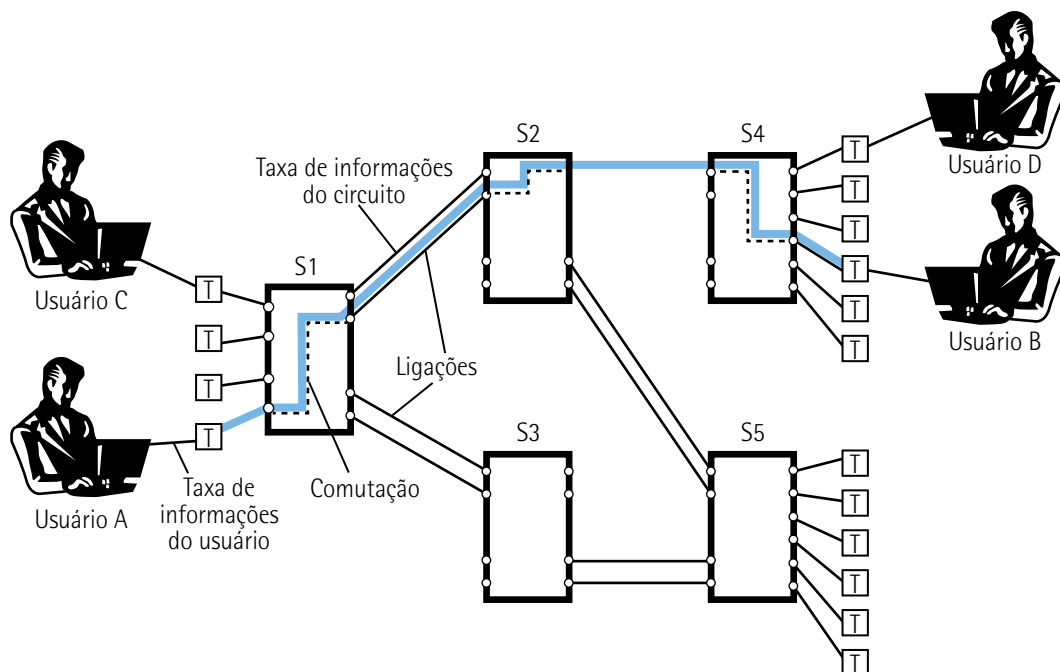


Figura 1 – Comutação de circuitos

Dessa maneira, durante a fase de conversação, observa-se o seguinte: caso o tráfego entre os dispositivos não seja contínuo nem constante, isto é, apresentar períodos de inatividade, a capacidade do meio físico é bastante desperdiçada. Em outras palavras, uma observação analítica do processo de transmissão nos levará a constatar que este é bastante dispendioso, já que mantém alocado o circuito durante 100% do tempo, apesar de não utilizá-lo o tempo todo, já que existem longos períodos de silêncio, por exemplo.

Observação

As redes comutadas por circuitos transmitem o tráfego do usuário com eficiência quando esse tráfego tem fluxo regular durante todo o tempo e é equivalente à largura de banda da ligação da rede.

Esse tipo de comutação de circuito traz vantagens e desvantagens. Trata-se de uma técnica extremamente eficaz quando é necessária apenas a transmissão de tráfego telefônico, contanto que a impossibilidade de suprimir pausas das conversações possa ser tolerada. Todavia, na transmissão do tráfego de computadores, que, por natureza, é uma transmissão em rajadas, essa ineficiência passa a ser um limitador extremamente indesejado.

A rede telefônica é uma das estruturas de comunicações mais complexas e de maior capilaridade, que se inicia com um serviço telefônico básico e pode se estender até um portfólio de atividades variadas e densas. A composição de rede telefônica é: rede de longa distância e rede local. A primeira inclui as centrais interurbanas e internacionais e os respectivos entroncamentos, já a segunda contém as centrais

e os entroncamentos em área urbana e o enlace do assinante, constituído pelos terminais e linhas de assinante.

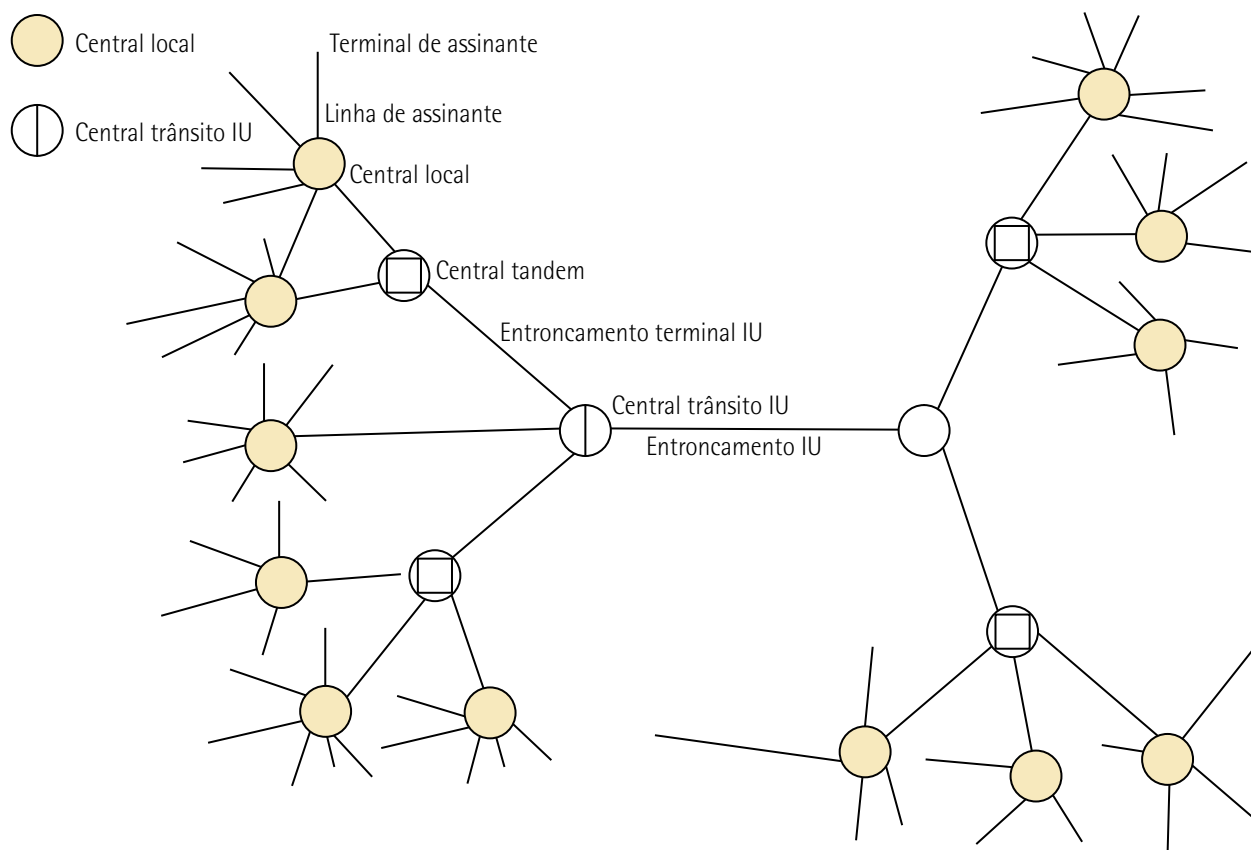


Figura 2 – Estrutura topológica da rede telefônica

Cada elemento dessa estrutura possui uma abrangência e um tipo de ligação. É na central local que chegam as linhas de assinantes e se faz a comutação local. A interligação de centrais locais forma uma rede em malha ou sistema local. Já uma central Tandem local comuta ligações entre centrais locais, criando uma rede em estrela. Por sua vez, a central Tandem interurbana interliga centrais interurbanas.

A central trânsito conecta dois ou mais sistemas locais, inclusive por intermédio de uma central Tandem local. Essas centrais interligam-se diretamente ou através de outra central trânsito. Por fim, a central trânsito internacional realiza a interligação entre países.

O atual sistema de telefonia, também chamado de PSTN (Public Switch Telephone Network), foi desenhado para acomodar uma única aplicação: voz não comprimida. A PSTN é uma coleção de equipamentos de rede e de comutação pertencentes às empresas telefônicas envolvidas no fornecimento de serviços de telefonia. A PSTN refere-se à rede telefônica cabeada e seus pontos de acesso às redes sem fio (*wireless*), como celular, comunicações por satélite e sistemas de comunicação pessoal ou Personal Communication System (PCS).

Essas redes foram construídas para entregar 99,9994% das chamadas, com baixa latência e *jitter*, um roteamento de chamadas altamente escalável através da infraestrutura de sistema de numeração 7 (SS7), e serviços de voz de valor agregado como mensagem de voz e identificador de chamadas.

Jitter pode ser entendido como a variação estatística decorrente do atraso na chegada dos dados em uma rede. Já latência, para redes, representa atraso, ou seja, o tempo que um pacote leva para sair de um local e ir até outro. Pode-se medir a latência através do comando *ping*, que envia o pacote que será devolvido para o emissor, e o tempo de ida e volta é considerado com latência. O sistema SS7 é uma rede digital dedicada usada para inicialização e controle de chamadas, no qual cada ponto é identificado unicamente por um código numérico.

A PSTN, por meio da técnica TDM (Time Division Multiplex), ou seja, multiplexação por divisão do tempo, oferece o acesso ao serviço de voz em incrementos de 64 kbits/s, conhecidos como DS0. Os DS0s são agrupados pelos Dacs (Digital Access Cross-Connect Systems) para a comunicação por DS1 (1,5 Mbit/s) ou por interface DS3 (45 Mbit/s) com as centrais Classe 5. As centrais Classe 5 comunicam-se com centrais Tandem de concentração e transporte para encaminhar as chamadas pela rede telefônica até a central Classe 5 de destino. As chamadas de voz DS0, depois de repartidas pelos DACS de origem, são remontadas nas centrais de destino e voltam aos seus estados originais (64 kbit/s).

Os multiplexadores e demultiplexadores de tráfego de voz trabalham razoavelmente bem em um ambiente estático como este orientado à voz. O provisionamento dos DACS, centrais Tandem de concentração e transporte, e troncos são incômodos, mas aceitáveis, como um resultado razoavelmente consistente para os padrões de tráfego de voz.

Todavia, entre o fim dos anos 1980 e início dos 1990, o rápido avanço do processamento distribuído e a internet mudaram tudo. O acesso via internet discada consumiu os recursos dos circuitos da PSTN com tempos de duração de chamadas inesperados, diminuindo a Qualidade do Serviço (QoS – Quality of Service).

1.4 Características das redes de comutação de pacotes

A comutação de pacotes é a técnica que envia uma mensagem de dados dividida em pequenas unidades chamadas de pacotes, também conhecidos como *frames*, sendo utilizados nas redes de computadores.

Não é preciso definir previamente um caminho físico para a transmissão dos pacotes de dados, pois os pacotes podem ser transmitidos por diferentes caminhos e chegar fora da ordem em que foram transmitidos.

Por esse motivo, a comutação de pacotes é mais tolerante a falhas em relação à comutação de circuitos, pois os pacotes podem percorrer caminhos alternativos até o destino para contornar os equipamentos de comutação inativos.

Nesse tipo de comutação, não há a reserva prévia de largura de banda, assim não ocorre o desperdício de recursos. A largura de banda é fornecida sob demanda, e o endereço é uma propriedade vital para comutação de pacotes em cada pacote transmitido, porque cada pacote será processado de forma independente dos outros pacotes pelo comutador analisando-se o fluxo de informações.

Na comutação de pacotes, usa-se o tipo de transmissão *store-and-forward*, ou seja, armazenar e transmitir. O pacote é recebido e armazenado por completo pelo equipamento e depois encaminhado para o próximo destino. Em cada um desses equipamentos, o pacote recebido tem um endereço de destino, que possibilita indicar o caminho correto para o qual ele deve ser enviado.

A figura a seguir ilustra a comutação por pacotes.

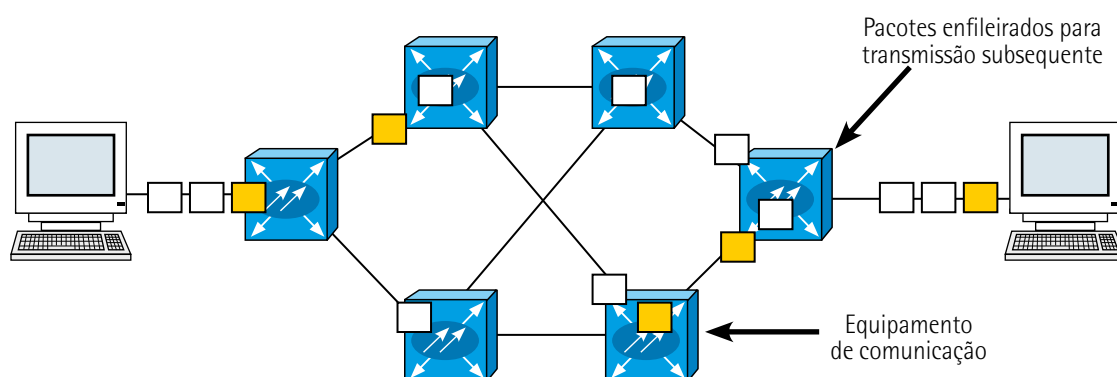


Figura 3 – Comutação de pacotes

Entre os tipos de rede de comunicação de dados, podemos destacar a LAN (Local Area Network) e a WAN (Wide Area Network). As primeiras são redes locais que cobrem áreas geograficamente pequenas. As outras são redes remotas formadas pela interconexão de redes locais distantes. Vejamos essa classificação:

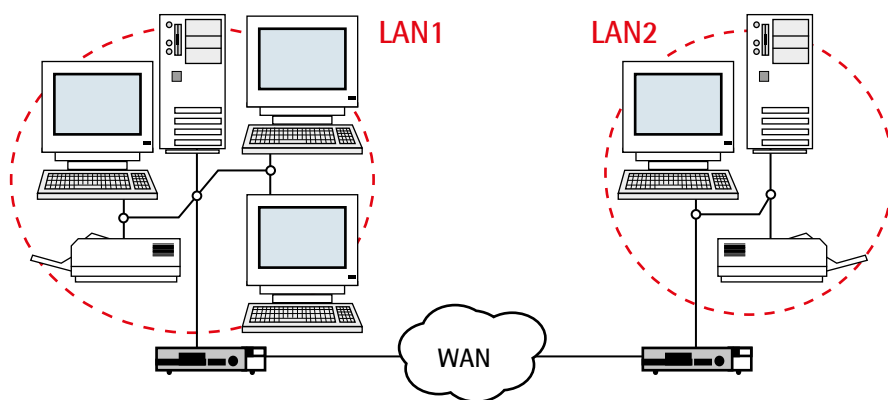


Figura 4 – LAN e WAN

É possível fazer uma analogia com o transporte físico de um pacote via Sedex. Para enviar uma encomenda ou um pacote qualquer, é preciso fornecer à agência dos Correios informações necessárias

sobre o destino do pacote, o remetente e muitas vezes o tipo de objeto a ser entregue, para que a transportadora possa enviá-lo corretamente ao destino desejado.

Em comunicação de dados, o significado de transporte de pacotes é exatamente o mesmo. A única diferença, para este caso, é que o conteúdo de um pacote seria uma informação qualquer a ser transmitida através de uma rede de computadores de uma estação para a outra. A tarifa na comutação de pacotes é feita pelo volume do tráfego de dados, em geral mensalmente.

Em todas as tecnologias de comutação de pacotes, os dados a serem transmitidos são fragmentados, organizados e agrupados em unidades lógicas menores, os pacotes, com tamanhos variáveis, porém dentro dos limites máximos de transmissão fixados por um protocolo de rede.

Observação

Um pacote genérico é composto de um bloco de dados de um usuário e contém um campo denominado *payload*, que detém as informações a serem transmitidas, e outro denominado *header*, o cabeçalho.

Destaca-se a seguir a estrutura de um pacote do protocolo internet ou IP (Internet Protocol).

Tabela 1 – Estrutura de pacote

<i>Header (cabeçalho)</i>	<i>Payload (informação)</i>
IP de origem: 192.168.50.71 IP de origem: 192.168.50.91	Mensagem: "Hora do almoço"

O *payload*, neste caso, significa a carga útil do pacote, ou seja, é a informação que se deseja transmitir para um receptor. Retornado ao exemplo do Sedex, comparativamente, o *payload* seria o próprio conteúdo do pacote. Já no campo *header* estariam os dados requeridos para fins de controle e identificação do pacote, ou seja, nele estaria contida toda a informação que a transportadora, no exemplo a rede de computadores, precisaria para entregar a encomenda ao destino correto.

Entre as informações do *header*, pode-se destacar principalmente as de endereçamento da estação de destino, estação de origem e o tipo de dado sendo transportado e um campo auxiliar, localizado no fim do pacote, que é conhecido como *trailer* ou reboque. Este permite confirmar se os dados foram corrompidos durante a transmissão.

Concluindo, verifica-se que a comutação de pacotes é baseada no endereçamento de pacotes ao destino, ou seja, diferentemente da comutação de circuitos, não é necessário definir caminhos físicos dedicados entre os terminais ou estações participantes da comunicação. A informação a ser enviada pode trafegar por diferentes trajetórias até seu destino.

1.5 Dificuldade de integração entre redes heterogêneas

Uma das diferenças entre redes comutadoras de circuitos e de pacotes é a presença de *buffers* internos para armazenamento temporários de pacotes nos comutadores de pacotes. Tal fato ocorre porque os comutadores precisam de todas as partes do pacote para decidir o roteamento. Cada pacote é armazenado no *buffer* de entrada.

Adicionalmente, por causa do *buffering*, isto é, do uso de *buffers*, é preciso coordenar o tempo de chegada dos pacotes e o período de sua comutação. Se o elemento que realiza a comutação de pacotes, *switching fabric*, não estiver no ritmo compatível com o processamento de pacotes, por consequência surgem filas e entrada nas interfaces do comutador.

Essa necessidade de especializações em redes de voz e dados ou redes de pacotes e circuitos geraram nas operadoras diversas redes sobrepostas, como as ilustradas a seguir.

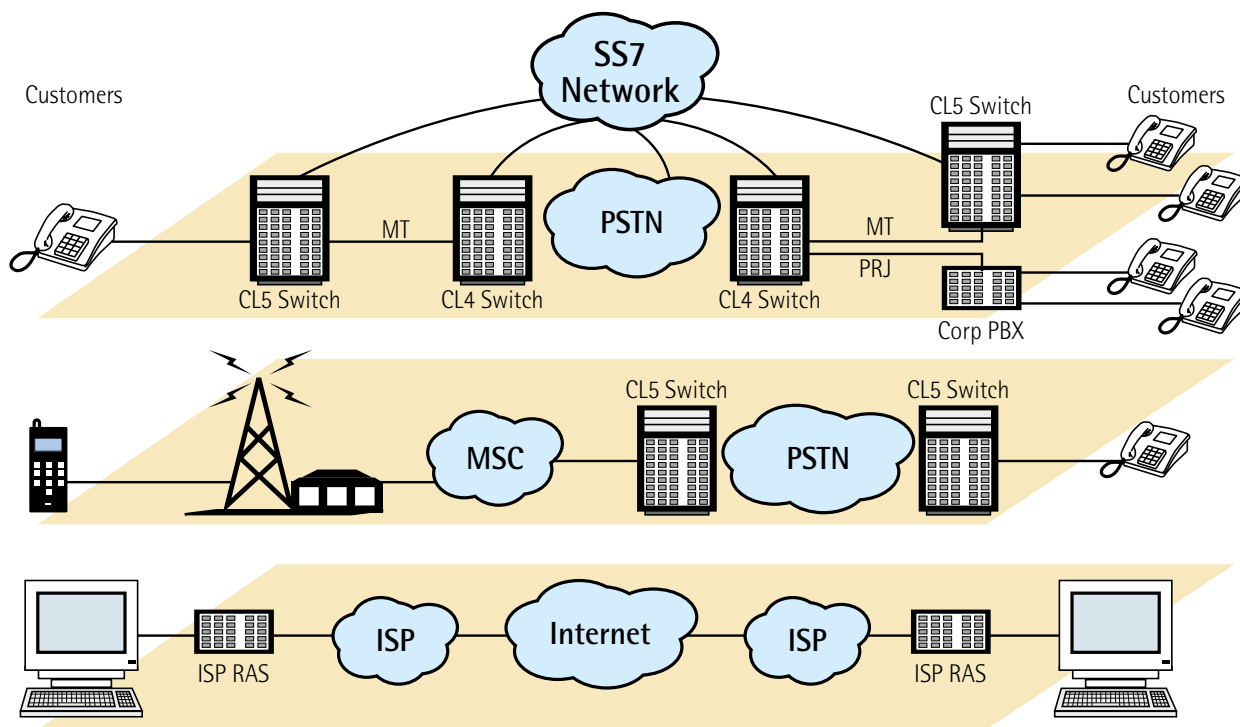


Figura 5 – Arquitetura de redes sobreposta

A British Telecommunications PLC, por exemplo, teve pelo menos 17 redes paralelas, cada qual necessitava exclusivamente de sua rede de gerenciamento e com profissionais com conhecimentos específicos. Ademais, cada rede possuía protocolos e padrões distintos.

O amplo avanço do tráfego de dados também forçou as operadoras a expandirem suas infraestruturas de redes de dados progressivamente. A expectativa de crescimento foi tão agressiva que empresas como a MCIWorldCom registraram taxas de crescimento do *backbone* de dados de aproximadamente 800% anuais, enquanto o tráfego de dados, por comparação, aumentou apenas 4% em todo o mundo.



Observação

A rede *backbone* (central) une redes de acesso separadas e transmite tráfego entre elas usando ligações rápidas. As redes de acesso compõem a camada hierárquica mais baixa das redes de telecomunicações. O principal propósito da rede de acesso é a concentração dos fluxos de informação que chegam por meio de diversos tipos de ligações a partir do equipamento do usuário, dentro de um número relativamente pequeno de nós do *backbone*.

Contudo, é importante perceber que a rentabilidade do serviço de voz manteve os provedores de serviço, responsáveis por 80% do total de seus rendimentos no início dos anos 2000. Da mesma forma, esses provedores, embora construam suas infraestruturas visando às aplicações futuras, continuam oferecendo os serviços de voz tradicionais de alta qualidade.

A não regulamentação das telecomunicações, o aumento quase exponencial do tráfego de dados e a renovação dos serviços exigiram que as empresas de telecomunicações examinassem novamente suas propostas para proverem serviços de voz e dados.

Houve previsões de que o aumento do fluxo de dados representaria uma grande participação do volume total de dados das operadoras. Com essa diminuição dos lucros da telefonia tradicional, as operadoras foram forçadas a:

- reduzir o número de plataformas simultâneas, que em geral eram operadas separadamente e com circuito comutado (voz e linhas privadas), redes Frame Relay (ATM) e IP;
- congelar os investimentos nas tradicionais redes de comutação por circuito e migrar para infraestruturas convergentes de comutação;
- prover serviços mais rentáveis e avançados a partir de plataformas, considerando *hardwares* e *softwares*, desenhadas para entregar serviços integrados de voz, dados e vídeo.

Os desafios apresentados pela mudança do domínio da voz pelos dados afetaram a rentabilidade e a viabilidade em longo prazo das operadoras de todos os nichos, desde as *incumbents* (concessionárias locais) até os mercados recém-iniciados. Todavia, determinar e executar uma linha estratégica de migração desde as atuais redes sobrepostas às arquiteturas integradas de circuito e comutação por pacotes é o ponto crítico para o futuro de todas as operadoras de telecomunicações hoje.

Com o tamanho e o escopo das redes de pacotes aproximando-se da PSTN, as operadoras começaram a procurar maneiras de cobrir seu tráfego de voz e dados. Então, moveram os serviços de voz para redes de pacote tanto para reduzir os custos internos como para prover mais serviços de valor agregado e obter uma maior eficiência de custo em um ambiente cada vez mais competitivo.

O aumento vertiginoso dos usuários de internet forçou as operadoras a investirem em uma capacidade adicional a PSTN, um exercício custoso, dado que os provedores de serviços não tinham como oferecer banda passante suficiente a um preço razoável. Quanto ao retorno sobre investimento, houve baixo ou até nenhum rendimento.

Além disso, as características de rajada e demandas de largura de banda para a transmissão de dados não foram bem atendidas pela comutação de circuitos, natureza da PSTN, e houve pouca requisição de seus serviços de voz de valor agregado até o momento. As redes de comutação por pacotes, entretanto, poderiam acomodar esse rápido crescimento e suportar as características de rajadas das aplicações de dados mais eficientemente do que as arquiteturas fixas (64 kbit/s) da PSTN. Assim, as operadoras rapidamente envidaram esforços e os concentram nas arquiteturas de dados e construíram ou expandiram suas redes Frame Relay, ATM e IP, a maioria delas com o ATM no *core* tecnológico e na camada baixa do *backbone* da rede.

Um estudo da Sprint Corporation divulgou o seguinte: equipamentos de dados estavam 70% mais baratos que os de voz; linhas de acesso de dados custavam entre 60% e 80% do valor das linhas de acesso de voz; a manutenção das redes de pacotes estava 50% menor; já o provisionamento era 72% menor (IEC, 2002).

Entretanto, a consolidação das redes de voz com as de pacotes no passado provou-se difícil, já que a PSTN não foi projetada para trabalhar com dados e as redes de dados não tinham intenção de acomodar aplicações de voz ou serviços de valor agregado com voz para usuários de telefonia.

Como comentado, a rede pública de telefonia é robusta, a PSTN fornece 99,9999% de disponibilidade *versus* uma média de 99,9% das redes de dados. Ademais, a maioria das redes de pacotes utilizava a técnica *best-effort* para transporte e não dava atenção para questões de *delay* necessário para aplicações de voz.

As redes ATM, as quais algumas operadoras estavam aptas a alavancar como solução devido à sua base instalada e potencialidades intrínsecas de QoS e suporte à sinalização (requisito para interoperar com redes SS7), pareciam ser o melhor e mais rápido método disponível para a migração do tráfego de voz da PSTN para *backbones* baseados em pacotes, porém se mostraram extremamente complexas e onerosas.

Até a proliferação da internet, havia estruturas apartadas para telefonia (voz), dados e imagem, que utilizavam canais, meios e redes diferentes para prover seus serviços. A rede de telefonia transmitia somente voz, e a rede de TV exclusivamente vídeo. A rede de dados tinha acesso apenas a arquivos e tráfego de *e-mails*, como ilustrado a seguir.

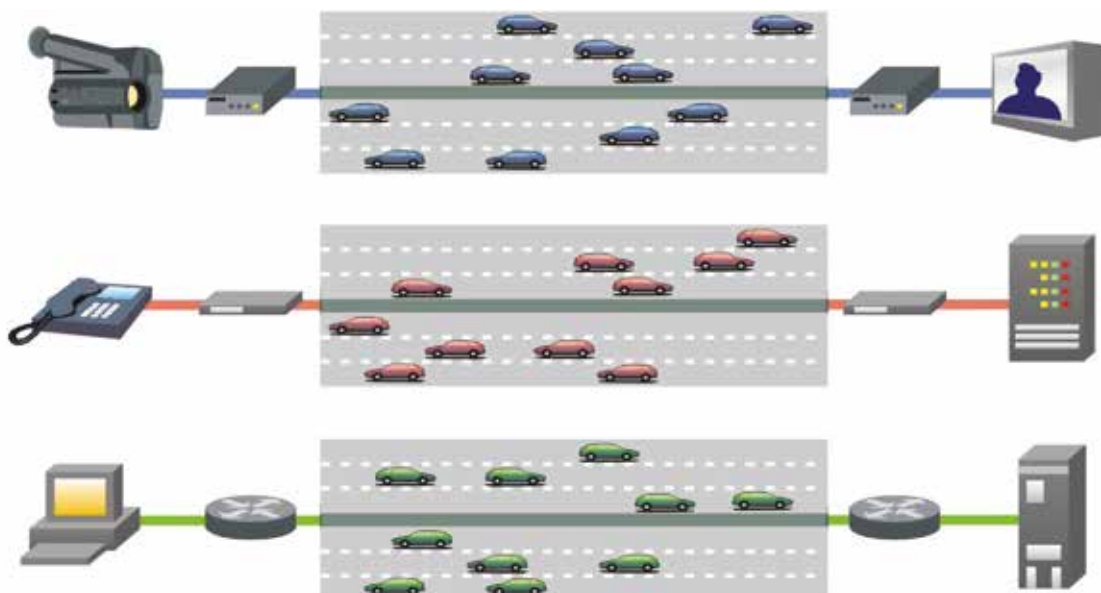


Figura 6 – Serviços diferentes utilizando meios/redes/canais diferentes

Observação

De forma geral, as redes de comutação por circuito são já estabelecidas e proporcionam comprovada confiabilidade, inteligência da rede centralizada e qualidade de serviço assegurada. Além disso, elas possuem ampla gama de serviços, interfaces, serviços e protocolos proprietários, mas apresentam um alto custo de banda pelos períodos ociosos em uma chamada.

Já as redes de comutação de pacotes possuem interfaces e protocolos abertos, alta escalabilidade da rede, inteligência nos equipamentos terminais de clientes. Apesar de terem baixo custo de banda e flexibilidade de banda, apresentam qualidade de serviço inferior às redes comutadas.

O quadro a seguir compara, segundo diversas características, os dois tipos de comutação: a de circuitos, utilizada em telefonia, e a de pacotes, usada em redes de computadores.

Quadro 1 – Comparativo entre comutação de circuitos e comutação de pacotes

Característica	Comutação de circuitos	Comutação de pacotes
Necessidade de estabelecer conexão	É necessário estabelecer a conexão	Não é obrigatório (método dos datagramas)
Utilização do endereço	Somente depois de estar conectado	Transmitido juntamente com o pacote
Aceitação da rede à conexão	Rede pode rejeitar solicitação de usuário	Rede sempre disponível para receber dados do usuário

Largura da banda	Garantida para usuários	Não é conhecida para usuário individual
Tempo de atraso	Tráfego transmitido em tempo real: sem atrasos	Os retardos da transmissão são aleatórios
Confiabilidade de transmissão	Alta confiabilidade	Pode haver perda de dados no <i>buffer</i> devido à sobrecarga
Uso eficiente da largura de banda	Uso ineficiente da largura de banda reduz eficiência geral da rede	Recursos da rede são eficientemente usados em tráfegos intermitentes, em rajadas
Possibilidade de alterar banda de usuários sem prejudicar sistema	Não é possível	É possível redistribuir dinamicamente a largura de banda entre usuários conforme o tráfego

2 REDES CONVERGENTES E REDES DA PRÓXIMA GERAÇÃO

2.1 Necessidade da convergência de redes

Segundo o dicionário *Houaiss* (2009), convergência é a disposição de dois ou mais elementos lineares que se dirigem para ou se encontram em um mesmo ponto. Também pode ser interpretada como uma tendência para aproximação ou união em torno de um assunto ou de um fio comum.

Os primeiros artigos sobre o assunto datam do início de 1970, com a experiência inicial de transmissão de pacotes IP com áudio, entre a University of Southern California e o Massachusetts Institute of Technology, em agosto de 1974. A primeira Request for Comments (RFC) sobre pacotes de voz, RFC 741, foi publicada em 1977.

As empresas de tecnologia trabalham com o conceito de convergência desde o fim da década de 1980. Nessa época, entendia-se por convergência a busca pela otimização dos meios de comunicação instalando sistemas ou aparelhos que possibilitassem o tráfego simultâneo de vídeo, voz e dados no mesmo meio de transmissão. Diversas redes corporativas foram projetadas e implementadas nesse conceito para suporte de aplicações que necessitem de maior integração das operações, gerenciamento da rede e segurança da informação.

Analisando o contexto de redes de computadores e sistemas de comunicação, essa definição é relevante. Desde o fim da década de 1990, as empresas de comunicações buscam soluções de tecnologia que habilitassem diferentes aplicativos de rede a convergirem para uma única tecnologia, a qual fosse capaz de suportar vários aplicativos.

Até então, a maior parte do tráfego de dados era tráfego não tempo real, porém cada vez mais serviços em tempo real começaram a ser desenvolvidos, criando a possibilidade de agregar novas opções à rede convergente.

Depois dos anos 2000, as operadoras de telecomunicações ao redor do mundo enfrentaram o desafio de como reverter a diminuição das receitas geradas pelos serviços de voz, mais

conhecidos como serviços de telefonia fixa tradicional, e até hoje continuam enfrentando essa adversidade. O fenômeno é resultante sobretudo pelo rápido crescimento da internet, além da competição entre as operadoras de telefonia fixa local ou Incumbent Local Exchange Carriers (Ilecs), as operadoras de telefonia fixa espelhos ou Competitive Local Exchange Carrier (Clecs), e as operadoras de telefonia móvel.

Para dificultar esse cenário, as operadoras de serviço de TV a cabo já começaram a oferecer serviços de voz aos seus tradicionais clientes de TV a cabo, disputando preços e serviços neste mercado. Estudos têm mostrado que os clientes estão dispostos a pagar por um serviço atrativo que permita a integração entre voz, vídeo e dados. Sob essas condições, tornou-se essencial às operadoras de telefonia fixa mudarem seus valores e serviços para tornarem-se competitivas. Essa concorrência levou a uma baixa de preços e diferenciação pelos serviços ofertados.

No futuro, o faturamento das operadoras de telecomunicações será predominantemente oriundo das operações com dados. Todavia, no passado, a maior parte do volume da receita vinha da operação das redes comutadas. Era preciso obter um modo de garantir o futuro, mas sem perder a receita atual.

Caso um mesmo processo padronizado de codificação, roteamento, transporte, endereçamento e utilização de redes físicas fosse utilizado para todas as conexões fim a fim, então tal processo poderia ser eficiente em escalas de produção e operação, minimizando os custos e beneficiando os usuários finais com menores preços. Porém, muitos fatos demonstram que isso não é uma meta alcançável.

É vital destacar que existe uma diversidade de exigências dos usuários, tais como mobilidade, resposta em tempo real, tamanho de banda, segurança e preços acessíveis. Adicionalmente, é necessário haver uma série de compatibilidades de redes e meios, como o uso de rádios com espectro limitado, redes legadas que utilizam cabos de cobre de forma predominante nos acessos para telefone e TV a cabo, os *backbones* baseados em tecnologias do tipo ATM, SDH, PDH, entre outros. É preciso considerar a quantidade das exigências de serviços, tais como TV, telefonia, Video on Demand, Digital Sound Broadcast, Digital Video Broadcast, jogos via internet etc., que possuem diferentes demandas por banda, com características específicas quanto à simetria, atraso, perda de informação e tempo de configuração. Por fim, uma das razões é a força do mercado, o que significa que os fornecedores de tecnologias tendem a esperar até que seus últimos lançamentos sejam vendidos para que os novos cheguem ao mercado.

A convergência deverá ser o grande desafio. Quanto mais perto as redes chegarem da convergência total, mais eficientes serão as soluções de serviços e o atendimento a demandas específicas.

Dessa forma, como a manutenção de duas redes separadas, de voz comutada e de dados por pacotes, tornou-se cara e não competitiva, a interoperabilidade entre os serviços das diferentes redes é o ponto essencial.

2.2 Tipos de convergência

Tanto para o caso específico de convergência de redes de voz e redes de dados, quanto para os outros eventos de convergência, pode-se definir três tipos de convergência: a de protocolo, a tecnológica e a industrial.

No caso da convergência tecnológica, um dos casos mais antigos e comuns foi a utilização de computadores e *modems* para transmissão de dados pelo sistema de telefonia. Assim, o sistema de transmissão de voz convergia com o sistema de transmissão de dados, produzindo um método capaz de trafegar dados e voz. No fim dos anos 1990, redes locais iniciaram a transferência de chamadas telefônicas.

Outros casos de convergência tecnológica ocorrem em telefonia em fio. Por exemplo, depois de tirar uma foto em um celular, o usuário pode transferir a imagem pela rede da operadora para outro telefone celular. Além disso, consegue enviar mensagens de texto instantâneas. Desde a década de 2000, as operadoras de telefonia celular iniciaram a oferta de serviços que possibilitavam ao usuário a transmissão de dados em alta velocidade por uma conexão de telefone celular. Esses são outros exemplos de convergência de aplicativos diferentes, no caso telefonia celular e fotografias digitais, em uma única tecnologia.

A convergência industrial ocorre quando várias empresas telefônicas que oferecem serviço telefônico local e a distância convergem para um número menor de empresas.

Então, protocolos de rede mais antigos deram lugar a outros protocolos, ou se fundiram a estes, havendo, nesses casos, a convergência de protocolo. Por exemplo, o IPv4, versão 4 do protocolo IP, foi sendo substituído progressivamente pelo IPv6, que possui uma maior capacidade de endereçamento para dispositivos.



Observação

O IPv6 será implementado gradativamente, de modo que ambas as versões do IP deverão coexistir por alguns anos, até que o período de transição seja completado e todos os *hosts* do planeta sejam IPv6. Assim, este deverá apresentar compatibilidade com a versão anterior. *Hosts* IPv6 são capazes de se comunicar tanto com *hosts* IPv6 quanto IPv4.

2.3 Objetivos da convergência

O objetivo da convergência era encontrar uma fórmula que otimizasse os meios de comunicação através da instalação de equipamentos ou da utilização de sistemas que permitissem a coexistência do tráfego de vídeo, voz e dados no mesmo canal de transmissão.

A convergência é a fusão da tecnologia de comutação por pacotes com a sinalização telefônica e a inteligência de processamento de chamada, permitindo às operadoras consolidar as redes de voz e dados, [...] que eram separadas, e prover um novo e diferenciado serviço integrado de comunicações (OLIVEIRA, [s.d.]).

A influência das redes de computadores sobre outros tipos de redes de telecomunicações resultou em uma convergência de redes, um processo que começou muito antes da internet. A transmissão digital de voz em redes telefônicas foi um dos primeiros sinais desse procedimento. Indicações mais recentes de convergência são o desenvolvimento ativo de novos serviços em redes de computadores que antes eram prerrogativas das redes telefônicas, radiofônicas e televisivas, tais como a telefonia IP, isto é, Voice over IP (VoIP), as transmissões de rádio e os serviços de TV.

A solução para esse dilema foi a arquitetura de comutação convergente – uma mescla da tecnologia de comutação por pacotes com a inteligência SS7. Como resultado do fenomenal crescimento do tráfego de dados, tecnológico e da melhoria na *performance* de custo, a comutação de pacotes ultrapassou muito qualquer ganho na tecnologia de multiplexação por divisão no tempo TDM (Time Division Multiplexing).

A internet, pelo seu grande potencial disseminador informativo e notadamente comercial, é considerada hoje a mais nova etapa dentro deste processo de desenvolvimento da comunicação humana. Ela trouxe o conceito sobre vários tipos de mídia interagindo num mesmo ambiente.

Como visto, historicamente, as redes de transmissão de voz, dados e imagem eram projetadas para o transporte específico de cada tipo de informação ou tipo de mídia.

A internet é uma rede de dados convergente, por meio da qual as operadoras utilizam seus *backbones*, comutadores para prover transporte para rede de pacotes em alta velocidade e, ao mesmo tempo, provêm telefonia, com Voz sobre IP ou VoIP, serviços multimídia (VoD), ou seja, Video on Demand e Redes Privadas Virtuais (VPNs), isto é, Virtual Private Networks.

Com a revolução técnica trazida por redes convergentes, é possível separar rede legadas como PSTN, X25 e PDH, contribuindo com a redução de custos do meio de transmissão e da complexidade.

Algumas das razões para haver redes específicas para cada tipo de mídia são:

- não existiam ou eram economicamente inviáveis tecnologias que permitissem uma operação integrada desse tipo de informação num só meio;
- formulação de padrões pelos órgãos reguladores de telecomunicações, que viabilizam a fabricação de equipamentos para que no fim tudo se tornasse realidade.

Quando se refere à convergência, trata-se da possibilidade de uma única rede capaz de prover serviços integrados de comunicação de dados, voz e imagem, que é o que denominamos como convergência de redes ou redes convergentes.

Dessa forma, um objetivo é descrever a migração da infraestrutura de redes heterogêneas de redes de telecomunicações para uma plataforma que integre os serviços de convergência das redes da próxima geração e seus serviços *triple play* de vídeo, voz e dados provenientes de uma mesma operadora.

O *triple play* consiste nos seguintes serviços: voz, internet e acesso a serviço de TV. O *quadruple play* adiciona os serviços móveis aos serviços do Triple Play. No futuro, haverá múltiplos *plays* de serviços. Tais ferramentas são operadas através de um acesso de banda larga genérico, e o desafio é exatamente este. A primeira tentativa de obter uma rede digital totalmente integrada foi com a rede ISDN (Integrated Services Digital Network).



Observação

A convergência de redes é o processo que viabiliza em uma única rede a operação integrada de diferentes tipos de mídia. Os serviços integrados podem ser: voz, dados e vídeo.

Para operar num ambiente integrado, a forma mais viável foi através de tecnologias de transmissão de voz sobre dados ou voz sobre pacotes, como também são chamadas, pois trabalham sob o princípio da comutação de pacotes.

Nesse sistema, antes de operar num ambiente de dados, a voz é digitalizada, comprimida e transformada em pacotes por meio de elementos denominados *codecs*. Depois, com um processo de multiplexação, ela é transmitida na forma de dados juntamente com os demais dados da rede.

Basicamente, a motivação das empresas em optar pela convergência de tecnologias é a redução de custos. A próxima geração de redes telefônicas provavelmente usará essa multiplexação de voz e dados ao longo das mesmas linhas de transmissão.

Assim, redes convergentes são redes interligadas, com a possibilidade de trafegar dados e voz por meio de um mesmo meio físico. A principal característica de redes convergentes é o fato de a voz falada ao telefone não trafegar pelos meios de telefonia comum: todas as facilidades de voz e dados, num só equipamento.

As plataformas são equipamentos integradores das soluções de redes corporativas. Modulares e eficientes, elas permitem configurar um variado conjunto de serviços e soluções customizadas, desempenhando todas as funções de PABX, correio de mensagens, multiplexação e compactação de voz, roteamento e servidor.

Os serviços compartilham o mesmo meio de transmissão, cada um com um tratamento diferenciado, com uma Classe de Serviço (CoS) diferenciada. Como foi visto, até o início do processo de convergência, existia uma rede para voz e outra para dados, eram distintas. Entretanto, com serviços convergentes, são utilizados os mesmos meios físicos e canais para transmitir voz, dados e vídeo, conforme figura a seguir:

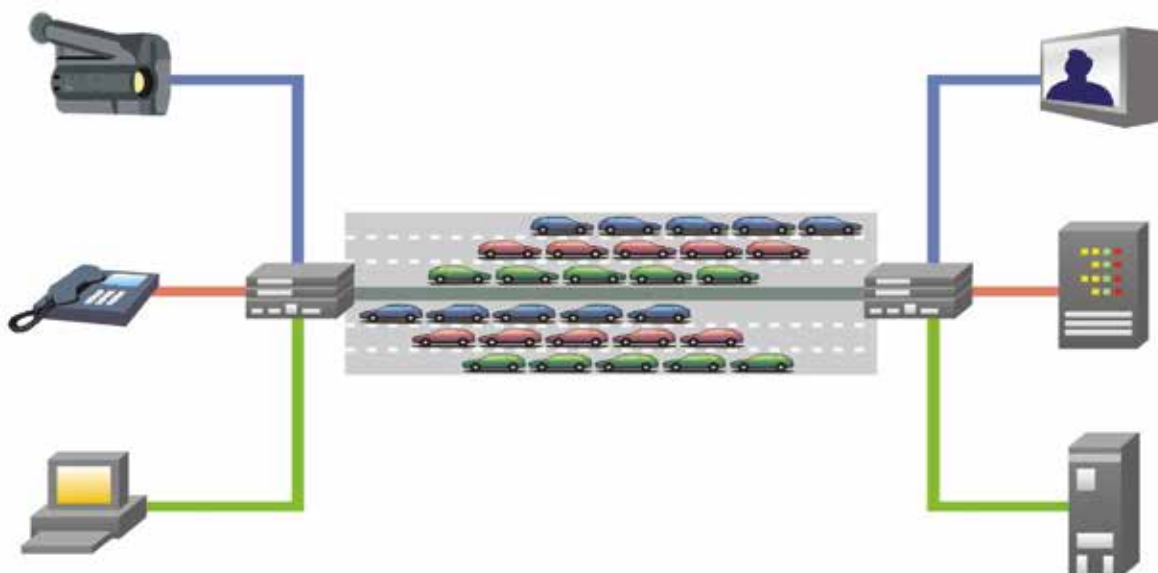


Figura 7 – Serviços convergentes em uma rede

2.4 Vantagens e desvantagens de redes convergentes

As redes convergentes trazem diversas vantagens em relação à existência de redes apartadas para vídeo, voz e dados. Vejamos quais são:

- **Economia:** o custo fixo é importante, e existe uma motivação para agregar tráfego e agrupar elemento visando à redução do custo médio por unidade pela economia de escala através da multiplexação.
- **Valor agregado:** os sistemas permitem a combinação de rotinas de processamento almejando uma solução mais completa e moderna para agregar valor à comunicação corporativa de uma empresa.
- **Otimização:** melhoria do uso do meio físico, visto que uma demanda adicional que chegue à rede IP é um custo marginal em termos de custo por *bit* transportado. Com isso, há efetiva e ordenada ocupação dos recursos de telecomunicações e seus serviços.
- **Sinergia:** maior capacidade de gerência de negócios, serviços e monitoração de aplicações, administrando recursos de Tecnologia da Informação (TI) e de telecomunicações, permitindo que aplicações que monitorem o tráfego de dados sejam usadas também para tráfego de voz e imagem.
- **Racionalização:** redução de espaço e facilidade de administração dos equipamentos de telefonia e computação.

Todavia, a convergência exige uma série de estudos detalhados. Particularmente, deve haver alguma certeza de que a demanda prevista irá preencher a infraestrutura compartilhada, caso contrário o custo da nova oferta pode aumentar demais.

Adicionalmente, existe um acúmulo de fluxo de tráfego em poucos elementos da rede ou de sistemas. Falhas em um deles podem causar efeitos em diversas ofertas de serviços. Para garantir a confiabilidade da rede, é indispensável a inclusão de redundâncias para assegurar que determinadas funções da rede estejam sempre disponíveis. Os objetivos de indisponibilidade podem ser explicitamente definidos no início do serviço ou no projeto da arquitetura de rede.

Entretanto, é necessário fazer o balanceamento entre diferentes requisitos, porém muitos deles são conflitantes entre si. Assim, existe uma perda de desempenho em cada rede específica, mas ela é detalhada afim de manter a qualidade de serviço ao usuário dentro de parâmetro preestabelecido para cada aplicação.

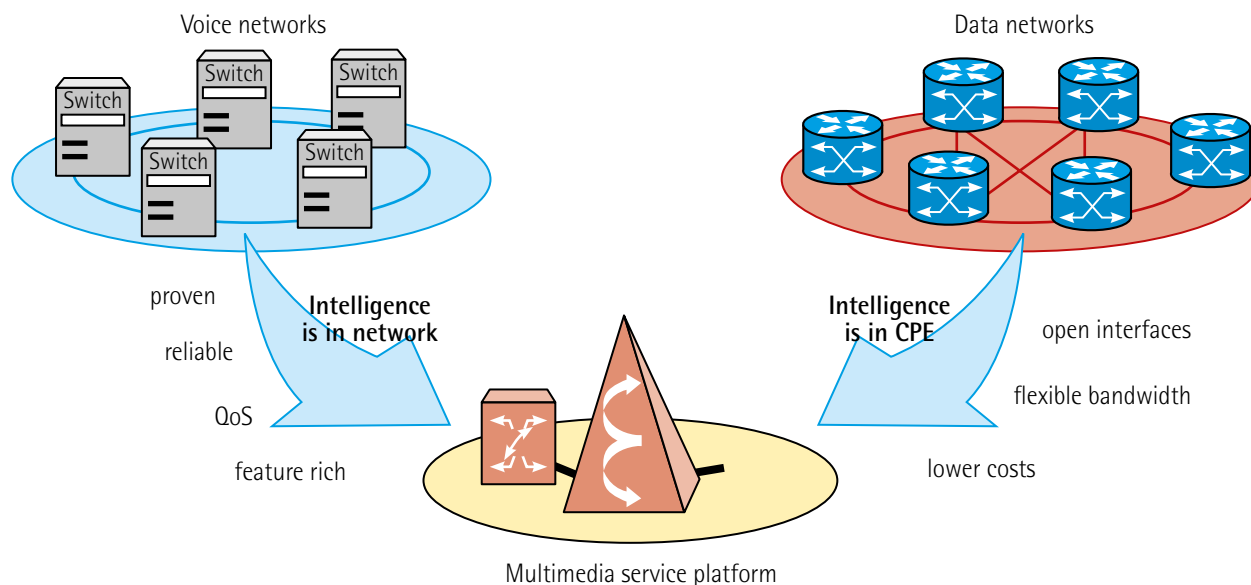


Figura 8 – Comparação entre a rede de voz e a rede de dados



Lembrete

As principais vantagens das redes convergentes são a economia, o valor agregado, a sinergia, a racionalização e a otimização.

2.5 Tecnologias utilizadas em redes convergentes

O usuário que decidiu aderir a uma implementação de redes convergentes tem muitas escolhas a fazer. Afinal, existem várias tecnologias como boas candidatas a operar num ambiente convergindo voz e dados.

A tecnologia convergente incluiu suporte total às características do sistema de sinalização número 7 (SS7) e interfaces padrões de telefonia, além de uma completa interoperabilidade com a infraestrutura da PSTN existente, suportando todas as características de voz as quais os usuários estão acostumados,

bem como o tráfego de dados. Ela também pôde prover uma ponte para o acesso e o desenvolvimento de novos serviços.

A Voz sobre IP, que, em termos de execução, foi a tecnologia de voz sobre dados de maior crescimento nos últimos anos, usa o mesmo protocolo de rede utilizado pela grande maioria das redes em todo o mundo, o protocolo IP.

A Voz sobre Frame Relay é a tecnologia que vem sendo muito aplicada atualmente no Brasil para o transporte de voz sobre dados através de WANs.

E, finalmente, abordaremos alguns aspectos do VoATM, que tinha tudo para ser o futuro das redes de dados em todo mundo. Contudo, diante da sua dificuldade de implementação, acabou atravancando o seu próprio desenvolvimento.

Como visto, muitas tecnologias são boas candidatas para esta operação, como Voz sobre IP, ou VoIP; Voz sobre Frame Relay, ou VoFR; e Voz sobre ATM, ou VoATM. Elas serão estudadas mais adiante.

Entretanto, os fornecedores são desafiados a prover equipamentos e soluções que permitam às operadoras atualizar suas redes utilizando Media Gateway, Softswitch e servidores de *feature* ou de aplicações enquanto fazem interface com tecnologias existentes (incluindo sistema de suporte à operação) e satisfazendo os padrões apropriados.

Provedores de serviço estão pesquisando por tecnologia para simplificar as suas redes, reduzir seus custos de operação, gerenciamento e manutenção e aumentar a flexibilidade de seus serviços. Contudo, antes das funções de rede distribuídas e execução de arquitetura de Softswitch baseada em pacote, a maioria das operadoras está olhando para a função de convergência de rede caso a caso.

Tais empresas estão buscando um retorno rápido dos investimentos e verificando padrões de custo/desempenho. Isto tem sido particularmente verdadeiro para as operadoras encarregadas (*incumbents*) com infraestruturas legadas e alta receita de serviço de voz. Em 2001 e 2002, operadoras cogitaram implementar a entrega de Voz sobre IP (VoIP), mas por causa do declínio econômico elas optaram por não reestruturar suas redes. Ao invés disso, empregaram tecnologia ATM e facilidades IP apenas em pontos críticos.

Como as redes estavam evoluindo em direção aos *softswitches*, no lugar do ímpeto à adesão total ao empacotamento, esperava-se que a partir de 2004 as operadoras continuassem ainda a implementar *switches* da próxima geração em pequena escala. Assim, confiabilidade e QoS permaneceram críticos nos *switches* e no roteamento de camada 3.

2.5.1 Protocolos de redes convergentes

Os protocolos da internet suportam o transporte de dados, praticamente de qualquer tipo de rede, desde pequenas LANs de escritórios até WANs globais com vários provedores. Da mesma forma, as NGNs necessitam suportar uma grande variedade de funções de rede, incluindo os tradicionais protocolos

orientados a dados e os mais recentes protocolos orientados à convergência. Até o protocolo básico TCP/IP está evoluindo para atender os rígidos requerimentos de crescimento, gerenciamento, segurança e qualidade das novas redes. Todos os novos protocolos, incluindo aqueles padronizados e proprietários, são a chave para consolidar a convergência das redes.

O termo "convergência" cobre normalmente uma ampla gama de possibilidades, incluindo as redes sem fio, distribuição de rádio e vídeo, serviços remotos, portais de informações etc. Como exemplo, os protocolos IP podem ser divididos em quatro áreas específicas, como apresentado no quadro a seguir.

Quadro 2 – Aplicação dos protocolos na NGN

Padrão	Protocolos	Proposta
SS7 over IP	Sigtran, Tali, Q.2111	As redes IP precisam ter interfaces com o protocolo de sinalização SS7 e também prover transporte entre elas. Devem permitir que a sinalização de voz possa ser manipulada em um ambiente IP.
Session Set-up	H.323, SIP, BICC, SIP-T	As redes convergentes devem ter o "melhor esforço" de transporte para suportar as sessões que representam o fluxo de dados e definir as especificações de QoS. Precisam permitir estabilidade, modificação e terminação das chamadas multimídia.
Gateway Control	MGCP, Megaco (H.248)	Iniciar e terminar sessões. Interfaces são necessárias para tarifação, provisionamento e sistemas de atendimento a clientes.
Transports	RTP (Voz sobre IP) ou AAL1/AAL2 (Voz sobre ATM)	Comunicações em tempo real para redes convergentes que suportam telefonia, o que deve ser combinado com o transporte tradicional de dados.

2.6 Redes da Próxima Geração (NGN)

Desde o início dos anos 2000, as operadoras de telecomunicações ao redor do mundo estão enfrentando o desafio de como reverter a queda das receitas geradas pelos serviços de voz, mais conhecidos como serviços de telefonia fixa tradicional. O fenômeno é resultante, em especial, do rápido crescimento da internet, em conjunto com a competição entre: as operadoras de telefonia fixa local ou Incumbent Local Exchange Carriers (Ilecs), as operadoras de telefonia fixa espelhos ou Competitive Local Exchange Carrier (Clecs), e as operadoras de telefonia móvel. Para dificultar este cenário, as operadoras de serviço de TV a cabo já começaram a oferecer serviços de voz aos seus tradicionais clientes de TV a cabo, disputando preços e serviços nesse mercado.

Pesquisas com clientes indicam que os clientes estão dispostos a pagar por um serviço atrativo que permita a integração entre voz, vídeo e dados. Assim, as operadoras se veem obrigadas a migrar de uma simples infraestrutura de rede de telefonia fixa para uma plataforma que integre os serviços de convergência das Redes da Próxima Geração ou NGN.

Nos últimos anos, houve um acentuado crescimento nos serviços de tráfego de dados (*e-mail*, *www*, *e-commerce*, *e-business* etc.), em detrimento dos serviços de tráfego de voz, popularização da internet e aplicações multimídia. Nesse contexto, com a desregulamentação do setor de Telecomunicações em muitos países, as empresas buscaram novas oportunidades de negócio, passando a investir em uma segunda rede.

A figura a seguir mostra um exemplo de rede NGN com serviço *triple play* que pode oferecer serviços como voz (VoIP), vídeo (IPTV, jogos interativos, videoconferência, aprendizado a distância) e dados (*e-mail*, transferência de arquivos, páginas web, DNS, *chat*, entre outros).

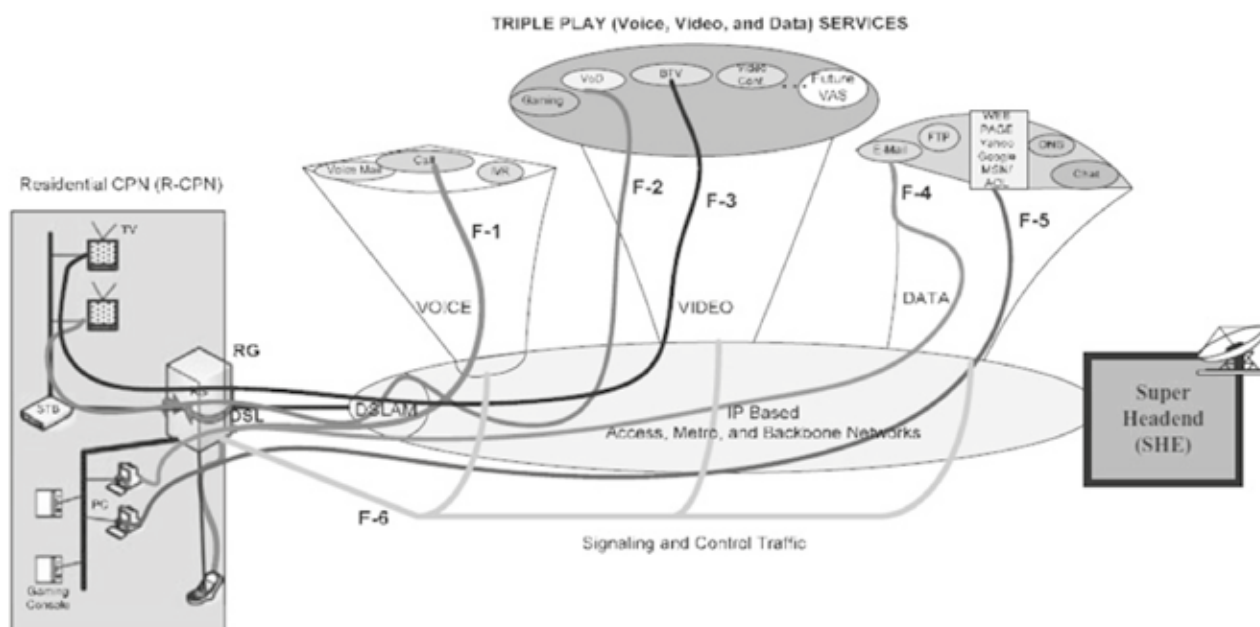


Figura 9 – Exemplo de serviços *triple play* e fluxos de rede

O tráfego ou fluxo de cada serviço compartilha a banda, que, por sua vez, é limitada no enlace de comunicação. Um cliente residencial gera seis diferentes fluxos usando todos os três serviços ao mesmo tempo. F1 representa o fluxo VoIP, F2 indica o fluxo de Video on Demand (VoD), já F3 destaca o tráfego IPTV, também conhecido como fluxo de TV Broadcast (BTV). F4 é o fluxo de *e-mail*, F5 das páginas web e, por fim, F6 representa os fluxos de sinalização e controle.



Saiba mais

O processo de padronização da NGN, pela ITU-T, ou International Telecommunication Union – Telecommunication (União Internacional de Telecomunicações – Telecomunicação), partiu de um projeto denominado NGN 2004 Project, datado de fevereiro de 2004, que visava coordenar atividades relacionadas à NGN, definir guias de implementação e normas para a realização da NGN.

Esse projeto resultou na *ITU-T Recommendation Y.2001 – Next Generation Networks – Frameworks and Functional Architecture Models*, que possui nove seções diferentes.

É possível encontrar essas recomendações no *site* a seguir:

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). *ITU-T Recommendations*. [on-line:], [s.d.]. Disponível em: <<https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index.aspx?ser=Y>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

A principal preocupação desse trabalho de padronização foi garantir, nas atividades de padronização ITU-T, que fossem endereçados todos os elementos requeridos para a interoperabilidade e capacitação de rede para suportar aplicações de forma global sobre a NGN. A ITU-T já havia dado alguns passos rumo à padronização das redes da próxima geração através de trabalhos relacionados, mas não havia endereçado os pontos a serem uniformizados, com base na definição da NGN.

O novo modelo de negócio das operadoras de telefonia deverá envolver valores inovadores, focando novos serviços multimídia. Esses serviços devem ir ao encontro da necessidade dos clientes em ter um serviço Triple Play, ou seja, de ter voz, vídeo e dados de uma mesma operadora. O sucesso da integração só poderá ser garantido caso esse processo seja ajustado conforme a expectativa do cliente.

Em um mercado de grande competitividade como o de telecomunicações, agregar novos valores em serviços é uma ação decisiva para o sucesso do negócio. Novas aplicações e serviços aumentam a fidelidade dos clientes, proporcionando novas fontes de receitas e uma nova janela para diversas oportunidades de negócios.



Observação

A Rede da Próxima Geração (NGN) representa a nova rede de telecomunicações na qual os dados, a voz e as novas aplicações multimídia convergem. Ela concretiza o objetivo de uma plataforma de transporte comum, permitindo aplicações como telefonia IP, acessos à internet por meio de telefones móveis e *streaming* de vídeo.

Vejamos suas principais características:

- substituição da rede por conexão de circuitos por uma rede de pacotes;
- multimídia;
- transmissão de informações em altas velocidades;
- endereçamento universal.

A figura a seguir detalha a estrutura de uma rede NGN.

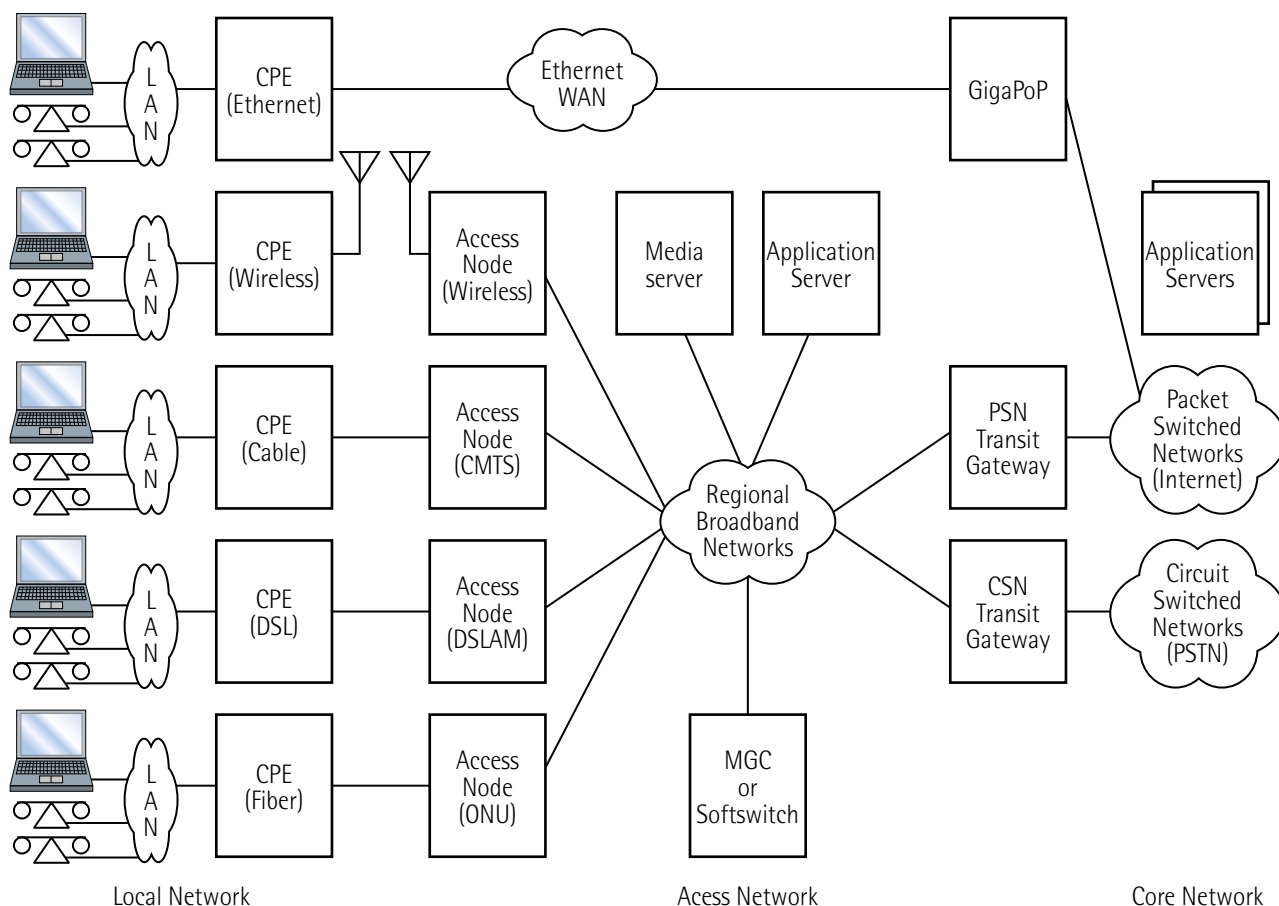


Figura 10 – Infraestrutura de NGN

Almejando-se a racionalização de recursos (infraestrutura, gerência etc.), com uma única rede para o transporte de voz e dados, a convergência entre as redes de telefonia e de dados através de uma única plataforma dá origem a uma nova rede denominada Next Generation Network.

As redes da próxima geração devem seguir os seguintes preceitos:

- Qualidade de Serviço (QoS): mudança da filosofia da rede de dados de menor esforço (*best-effort*) para alta qualidade (*high quality*) e tempo real.
- Confiabilidade: garantir os níveis de SLA, ou seja, os requisitos mínimos aceitáveis para o serviço proposto, mesmo durante falha dos elementos.
- Escalabilidade: capacidade para manipular uma porção crescente do tamanho de rede ou estar preparada para o crescimento da rede.
- Uso eficiente dos recursos: economizar investimentos em infraestrutura.

- Operação simplificada da rede: reduzir custos operacionais.

As características das redes NGN possuem algumas vantagens. Para operadoras de redes comutadas, há possibilidade de migrar sua rede para uma rede de pacotes de forma gradual, com investimentos moderados, sem perder as receitas provenientes da "antiga" rede de comutação por circuitos TDM.

Para novas operadoras, é possível entrar em novos mercados com baixo investimento, oferecendo serviços diferenciados e soluções inovadoras aos seus clientes. Falamos de uma rede de dados convergente, por meio da qual as operadoras utilizam sua rede (*backbones*, por exemplo) para não apenas prover transporte para rede de pacotes em alta velocidade, mas também telefonia (Voz sobre IP, IP Trunking), serviços multimídia (VoD), redes privadas virtuais (VPNs), entre outros.

O grande diferencial de acesso para as redes de comunicação multimídia é uma sigla comum no mercado corporativo e adotada cada vez mais como padrão da rede pública: o protocolo IP (Internet Protocol). Entretanto, os padrões de IP não são os únicos requisitos para o sucesso da convergência em larga escala. Uma NGN permite o tráfego simultâneo de sons, dados e imagens no ambiente internet com grande velocidade. Isso é possível pela transformação de todo o tráfego da rede em pacotes de dados, ou seja, no lugar de sinais analógicos enviados pela linha de voz, esse sinal é transformado em *bits* e enviado pela mesma linha em que transitam dados e imagens.

A NGN beneficiou-se das recentes inovações tecnológicas na área da informação aplicadas às telecomunicações, redes de computadores e serviços multimídia. Por exemplo, uma empresa pode utilizar a tecnologia IP para disponibilizar a transmissão de informações diversas através do uso de redes sem fio, linhas telefônicas ou redes xDSL. Isso promove grande flexibilidade na disponibilização dos dados, mas exige que a NGN mantenha um controle rigoroso do tráfego da rede. Além da oferta de novos serviços, as NGNs permitem a redução de custos para o mercado corporativo, pois os aplicativos são unificados e providos a partir de uma mesma infraestrutura. A simples transmissão de Voz sobre IP (VoIP) como um pacote de dados já é realidade no mercado corporativo, que vem aderindo às vantagens das redes multisserviços.

Dentre os serviços ofertados pelas operadoras de telecomunicações baseados na NGN, podemos destacar:

- *Video games* interativos: pelo computador, utilizando a linha NGN com acesso de banda larga, os usuários poderão disputar jogos com outros participantes com alta resolução de imagem, som e velocidade.
- IPfone via *desktop*: instalação de *softwares* que disponibilizam as funções de um aparelho de telefone na tela do PC, permitindo ao usuário realizar chamadas e atender ligações pelo computador.
- Videoconferência e videochamada via *desktop*: com a instalação de uma *webcam* no PC, os usuários de redes NGN podem participar de videoconferências utilizando o computador.
- Video on Demand (VoD): provedores de programação como TV por assinatura sob demanda podem intensificar a oferta de produtos que permitirão melhor qualidade de som e imagem.

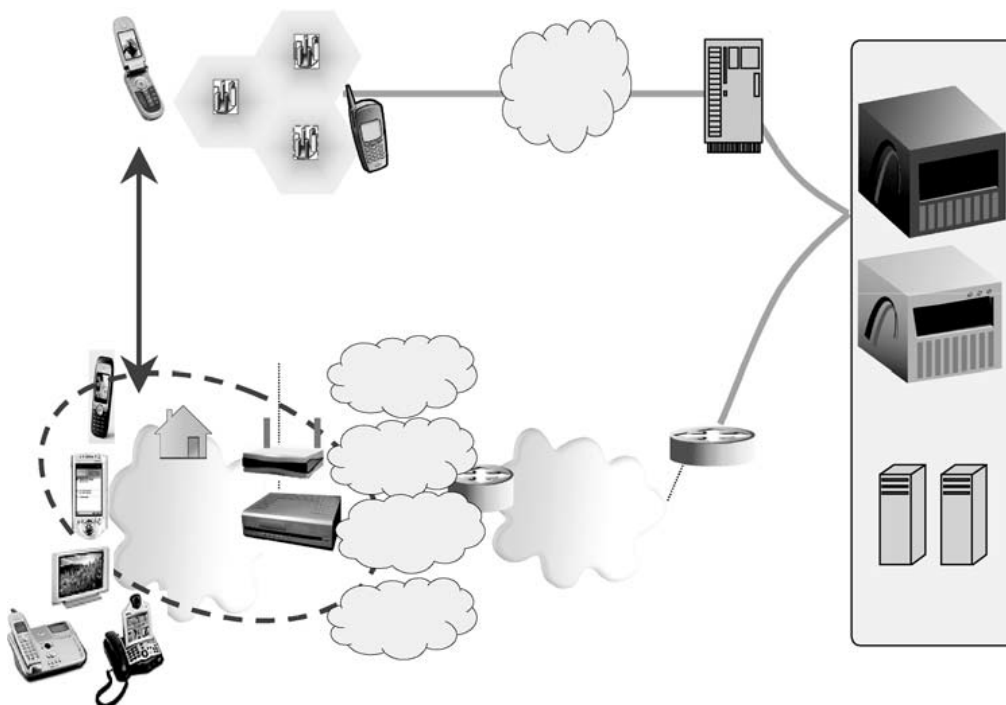


Figura 11 – Serviços ofertados pelas operadoras de telecomunicações baseados na NGN



Saiba mais

Em um processo de migração de uma rede de telefonia fixa para arquitetura convergente, existem basicamente três etapas. A primeira é a adequação das centrais de trânsito, responsáveis pela conexão das centrais de comutação locais ao sistema de Voz sobre IP. Esse método é feito por meio da inserção de roteadores NGN, etapa já superada por algumas operadoras. A segunda compreende o transporte dos sinais de voz em pacotes até a casa do assinante através dos *gateways* de acesso, substituindo as centrais locais. A terceira, ainda distante, envolve a instalação de telefones IP na residência de cada usuário.

A rede NGN oferece, pela sua integração entre diversas redes, substituição de equipamentos que possibilitam realizar essas junções, diminuição de componentes, redução de custos operacionais, manutenção e gerência, com uma melhor visualização com menos componentes, mais serviços e menos custos.

O artigo a seguir mostra um estudo de caso de implantação de uma rede NGN sobre a rede de telefonia fixa no Ceará.

ESTUDO de caso NGN II: migração para NGN. *Teleco*, [s.d.]. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialngnce2/pagina_4.asp>. Acesso em: 17 jul. 2018.

Os benefícios do acesso à banda larga (BB), combinados a um sistema de televisão IP de fácil utilização, farão que as operadoras de telecomunicações tornem-se competitivas em um mercado que até hoje tem sido limitado aos usuários de PC. Como atualmente o serviço de acesso à banda larga tem forte aceitação dos clientes, esse serviço tornou-se essencial, ou seja, uma *commodity* em muitos lares brasileiros.



Lembrete

As características que norteiam as redes NGN são qualidade de serviço, confiabilidade, escalabilidade, uso eficiente dos recursos e operação simplificada da rede.

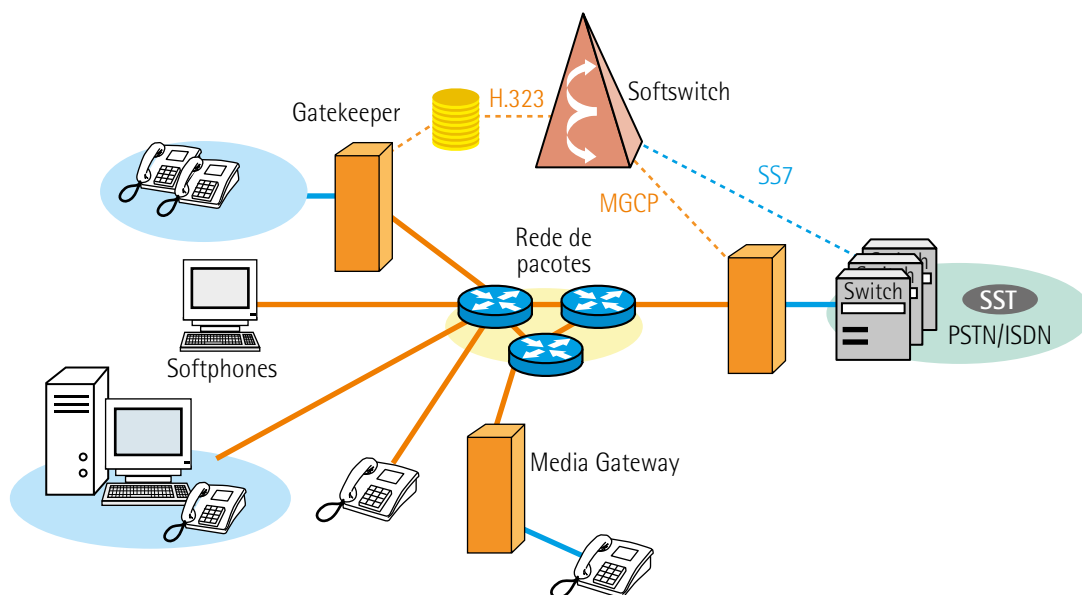


Figura 12 – Visão geral de uma NGN

Os principais serviços que os clientes desejam, considerando suas expectativas em relação às funções elementares de redes da próxima geração, são: televisão através do protocolo IP ou IPTV e serviços de voz através do protocolo IP ou VoIP.

A plataforma VoD é um conceito modular que permite que cada operadora possa criar uma estratégia customizada para entrada no novo negócio de serviços multimídia ou comumente chamado de serviços Triple Play, visando sempre à necessidade e à peculiaridade de cada cliente.

Essa solução traz a facilidade necessária para que os usuários desfrutem de serviços de entretenimento e comunicação em suas televisões. Tais serviços estão disponíveis a qualquer consumidor que possui televisão e um acesso à banda larga, transformando a televisão em um verdadeiro centro de entretenimento e comunicação.

São oferecidos serviços de entretenimento como: distribuição de canais de televisão (IPTV ou via DVB-x), jogos *on-line*, vídeo/áudio sob demanda, bem como funções de fácil utilização para a gravação de programa de TV (PVR) diretamente de um guia de programação eletrônico (EPG), permitindo ao usuário rever programas "perdidos".

Além desses serviços de entretenimento, estão disponíveis serviços de comunicações como: videotelefonia, mensagens de *e-mail*, Voz sobre IP, acesso à internet via aparelho de televisão, customização das páginas da internet etc.

O canal de retorno do acesso à banda larga, (*feed/upstream* de retorno) também permite às operadoras criarem novos serviços de televisão interativa em cooperação com companhias de teledifusão, oferecendo espetáculos e *shows* interativos, por exemplo.

Para customizar serviços conforme a necessidade do cliente, a plataforma está preparada para suportar o desenvolvimento de soluções fim a fim (E2E) em conjunto com uma variedade de fornecedores ao redor do mundo.

A plataforma envolve cooperações e parcerias com os líderes do mercado nos seguintes segmentos: *streamers*, codificadores e decodificadores de vídeo em tempo real, servidores de vídeo sob demanda, plataformas de gerência de conteúdo, proteção de conteúdo, usando também o *middleware* Myrio, que permite fornecer soluções fim a fim baseadas nos requisitos dos clientes.

Quanto ao equipamento localizado no cliente, a solução utiliza o *set-topbox* ou STB, fabricado pela Speedstream, que atende aos requisitos dos serviços gerados pela plataforma, mas a solução permite usar STBs de outros fornecedores caso estejam integrados com os serviços da solução.

Adicionalmente à escolha das parcerias corretas, essa solução tem demonstrado ser uma tendência em outros países, visto que possui excelência ao fornecer serviços *triple play* sob a rede de banda larga já existente.

Além disso, a convergência de ambientes tão distintos como a TV, a internet e a telefonia, integrados em um serviço *triple play*, cria possibilidades inimagináveis e uma variedade sem precedentes de serviços de comunicação interativa e pacotes de entretenimento, permitindo que as operadoras reduzam os investimentos e elevem o número de novos clientes, visando ter um aumento real nas fontes de receitas.

A solução será justificada sobre alguns pontos, como: análise do mercado e negócios, gerência do projeto, planejamento da rede e implementação da rede, sem esquecer uma referência relacionada às ações de manutenção e suporte da solução.

A solução ajudará as operadoras de telecomunicações tornarem-se competitivas neste novo mercado, com novos e atrativos serviços, completando a perda da decrescente margem de receita gerada pelo tradicional serviço de voz. Por exemplo, tanto as operadoras Ilecs como Clecs, com um pequeno investimento, poderão ofertar serviços de convergência de voz, dados e vídeo. Assim, obterão êxito nessa corrida pela migração da tradicional rede de serviços de voz para as da próxima geração.

2.7 Novas aplicações de redes NGN

Um dos desafios da NGN é a complexidade de testes em novas aplicações de redes para a determinação de problemas e garantia de disponibilidade e *performance*, dados pelos contratos de níveis de serviço ou SLA, possibilitando antecipar e evitar a interrupção dos serviços através de um processo de coleta de eventos e uma constante monitoração da rede. Isso é importante para reduzir os custos de operação, diminuir o número de reparos e melhorar o tempo de restabelecimento dos serviços.

A NGN integra infraestruturas de redes, tais como WANs, LANs, MANs e redes sem fio, antes discutidas em separado. A integração de recursos e a convergência do tráfego reduzem os custos totais dos recursos da rede, permitindo o compartilhamento da operação, a administração da rede, a manutenção e o provisionamento de dispositivos e facilidades para a criação de novas aplicações multimídia. As tecnologias da internet também criam oportunidades para combinar os serviços de voz, dados e vídeo, gerando sinergia entre eles.

A convergência em todos os níveis será uma força que moverá as tecnologias de telecomunicações para novas gerações. No plano dos dispositivos, os consumidores desejam usar o mesmo equipamento, seja este telefone celular, TV, computador ou telefone fixo, para voz, dados e vídeos, tanto *streaming* quanto ao vivo, e jogos eletrônicos. No nível de elementos de rede, os roteadores de borda e centrais estão se tornando mais informados sobre as aplicações e serviços como segurança, serviços de adaptação e *firewall*.

A figura seguinte mostra os elementos de uma NGN desenhada para suportar comunicação de voz e o transporte de dados e vídeo, embora não exista uma definição única para NGN. De fato, as características de uma implementação de NGN para outra podem variar bastante.

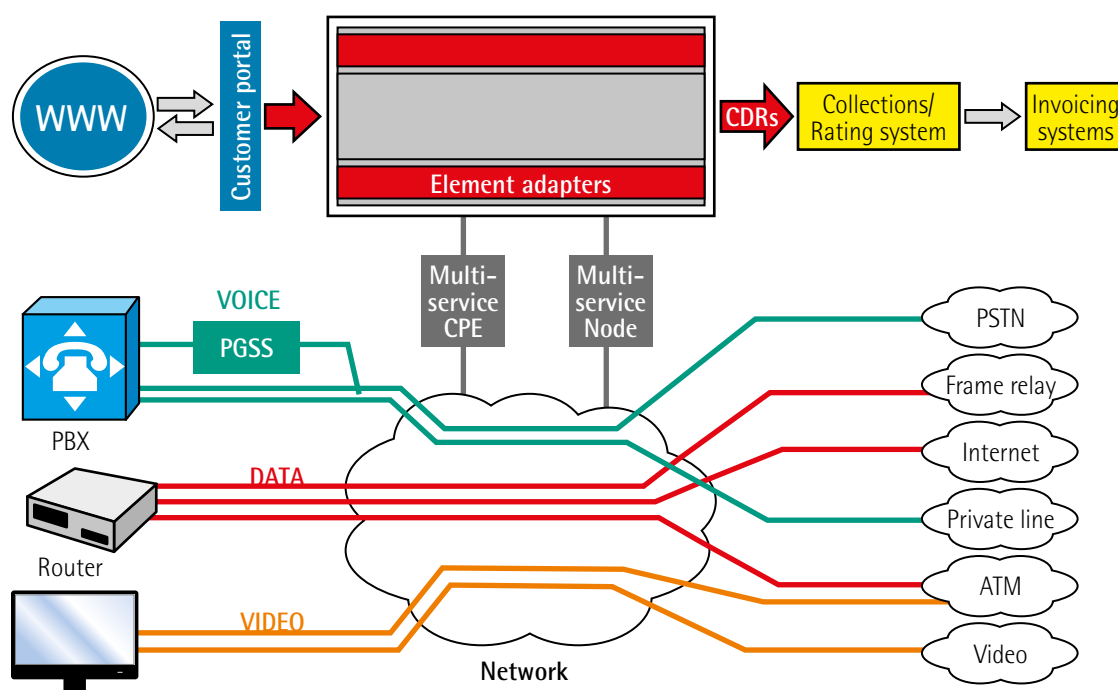


Figura 13 – Exemplo de aplicação NGN

As peculiaridades de execução para NGNs são resultado de muitos fatores:

- Várias tecnologias convergentes.
- Padrões que competem entre si ou especificações de diferentes padrões.
- Diversos fornecedores e provedores de telecomunicações que utilizam diferentes tecnologias que competem em mercados não regulamentados.
- Várias definições de serviços com diferente Qualidade de Serviços QoS (Quality of Service).

O maior estímulo para a evolução e mudança das redes é a redução de custos. Os custos dos equipamentos de telecomunicações caem na mesma proporção aos de redes de computadores, e isso tem estimulado o crescimento e interligação das redes.

Outra economia é o uso compartilhado da infraestrutura, operação, manutenção e utilização dos serviços de rede. Por exemplo, uma NGN implementa soluções que usam um acesso IP para várias redes privadas, para acesso à internet e para os tradicionais PABXs, resultando em reduções significativas de custos. Os novos serviços são orientados pelos seguintes aspectos:

- Novas aplicações que organizam a forma de trabalho: *streaming* de vídeo, *e-commerce* e os leilões *on-line* são exemplos de **aplicações de conteúdo específico**, enquanto a videoconferência com o compartilhamento de documentos através da internet é um exemplo de **aplicação de rede**.
- A desregulamentação das telecomunicações permite aos provedores de telecomunicações a exploração de novas tecnologias e o oferecimento de serviços sofisticados aos clientes.
- A opção da indústria por sistemas abertos torna a integração das redes viável. A consolidação da voz (VoIP, por redes sem fio e telefonia tradicional) e dos dados (internet, intranet, transmissão sem fio e transmissão através da rede de voz), dois ambientes distintos, sem ter que usar *gateways* e configurar interfaces, é uma mudança significativa.

2.7.1 Gerenciamento de protocolos nas NGNs

No ambiente NGN há um melhor gerenciamento de serviços porque as redes são otimizadas, permitindo uma redução de custos para as operadoras de telecomunicações e uma variedade de inovações na prestação de serviços agregados, além de ter à disposição produtos padronizados.

O gerenciamento dos protocolos assumirá um papel importante nas NGNs, especialmente quando envolver vários provedores de telecomunicações. O SNMP (Simple Network Management Protocol) é necessário para o gerenciamento de qualquer elemento da rede, através de mensagens MIB (Management Information Base). Outros protocolos são utilizados para suportar as políticas de controle das redes, tais como LDAP, Cops e XML.

O protocolo Cops (Common Open Policy Service) proporciona segurança da mensagem por autenticação, integridade e também pode reutilizar protocolos para segurança, como IPsec (IP Security Protocol) ou TLS (Transport Layer Security).

Já o protocolo LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) é executado sobre o TCP/IP, que permite organizar os recursos de rede de forma hierárquica, como uma árvore de diretório. Inicialmente, existe o diretório raiz, depois a rede da empresa, o departamento e, por fim, o computador do funcionário e os recursos de rede, como arquivos, impressoras e recursos compartilhados por ele. Essa árvore de diretório é criada de acordo com a necessidade.

Destaca-se, ainda, o XML (eXtensible Markup Language), uma linguagem de marcação para a criação de documentos com dados organizados hierarquicamente, tais como textos, bancos de dados ou desenhos vetoriais. Como permite definir elementos de marcação, a linguagem XML é classificada como extensível.

2.7.2 Serviços de tripla mudança

Um serviço de tripla mudança significa que o consumidor pode acessar e controlar, como pausar, rodar, voltar e avançar rapidamente os conteúdos dos serviços a qualquer tempo (mudança de tempo), em qualquer lugar (mudança de local) e usando algum dispositivo (mudança de dispositivo). Em outras palavras, os consumidores não terão limitações de tempo, local e dispositivo para acessar, controlar e repetir algum conteúdo.

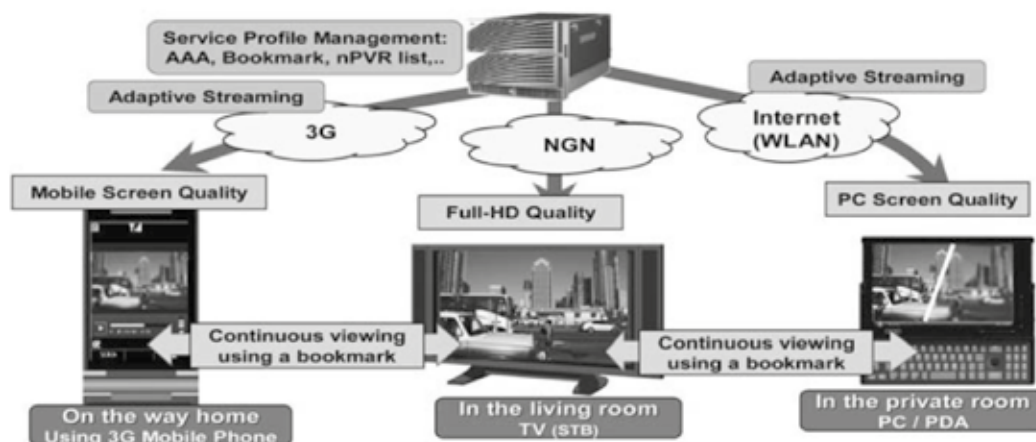


Figura 14 – Arquitetura dos serviços de tripla mudança

O acesso à informação, independentemente de tempo, local ou dispositivo já é uma realidade. *E-mails* e mensagens de voz estão conosco em todos os instantes. Outro exemplo é um assinante de TV que começa a assistir a um programa em seu celular enquanto está indo de táxi para o aeroporto. Antes de embarcar no avião, esse usuário pressiona um botão para requisitar ao sistema que grave o programa para que ele possa assisti-lo mais tarde. Encerrado o voo, enquanto ele vai para casa de carro, o sistema pode perguntar se ele deseja retomar o programa do ponto onde parou. Assim, ao chegar a sua casa, o indivíduo pode ver o programa na HDTV.



Resumo

Com o advento do telefone, foram instaladas redes telefônicas com centrais telefônicas para transmissão dos sinais de voz. Essas redes são do tipo de comutação por circuito.

A rede telefônica é uma das estruturas de comunicações mais complexas de maior capilaridade, que se inicia com um serviço telefônico básico e pode estender até um portfólio de serviços variados e densos.

As vantagens desse tipo de rede são a alta confiabilidade, o tráfego transmitido em tempo real sem atraso e alta qualidade de serviço. Entre as desvantagens, pode-se apontar que o uso ineficiente da largura de banda reduz a eficiência geral da rede. Tal fato é um problema quando existe transmissão de dados, que tem característica de fluxo de rajada.

As redes de computadores nascem nas décadas de 1960 usando a comutação por pacotes. Estas, por sua vez, possuem interfaces e protocolos abertos, alta escalabilidade da rede, inteligência nos equipamentos terminais, flexibilidade e baixo custo de banda. Entretanto, a largura de banda não é garantida ao usuário e pode ocorrer perda de dados no *buffer* devido à sobrecarga.

Comparando ambos os tipos de comutação, redes de comutação por circuito proporcionam comprovada confiabilidade, qualidade de serviço, ampla gama de serviços, interfaces, serviços e protocolos proprietário e um alto custo de banda pelos períodos ociosos em uma chamada. Já as redes de comutação de pacotes têm interfaces e protocolos abertos, alta escalabilidade da rede, inteligência nos equipamentos terminais, flexibilidade e baixo custo de banda.

Ocorrem diversas questões quando existem aplicações que necessitam voz, dados e imagem, pois o tipo de informação possuiu uma relevante influência sobre os requisitos da rede, em seus protocolos, padrões, meios e canais utilizados.

Assim, foi necessário estabelecer uma rede que convergisse a infraestrutura de redes com um mesmo meio físico, o que foi obtido com as redes convergentes, tema da próxima unidade.



Exercícios

Questão 1. (FCC 2009) A comunicação por meio da comutação de circuitos

- A) Aplica os métodos de datagrama e de circuito virtual apenas na fase de estabelecimento do circuito.
- B) Aplica o método de circuito virtual apenas na fase de estabelecimento do circuito e o de datagrama na fase de transferência de dados.
- C) Envolve as fases de estabelecimento do circuito, transferência de dados e desconexão de circuito.
- D) Envolve apenas as fases de estabelecimento do circuito, empacotamento de datagrama, transferência de dados e desconexão de circuito.
- E) Envolve as fases de estabelecimento do circuito, conexão celular, empacotamento de datagrama, transferência de dados e desconexão de circuito.

Resposta correta: alternativa C.

Análise das alternativas

Justificativa geral: a comutação de circuitos envolve as seguintes fases: estabelecimento do circuito; transferência de dados; desconexão de circuito.

A comunicação via comutação de circuitos entre duas estações se subdivide em três etapas: estabelecimento do circuito; conversação; e desconexão do circuito.

Entre uma ponta e outra da comunicação, é definida e alocada uma conexão bidirecional (isto é, um circuito), contendo um canal dedicado para cada estação transceptora até o término da comunicação.

Em seguida, as estações envolvidas podem trocar informações entre si, transmitindo e recebendo dados através do circuito já estabelecido, ou seja, não envolve somente fases.

Após um período indeterminado, a conexão é finalmente encerrada, quase sempre pela ação de uma das estações comunicantes.

Questão 2. (FGV 2015, adaptada) A respeito da Next Generation Networks – NGN, analise as seguintes afirmativas.

- I – Utiliza-se de tecnologias baseadas em padrões abertos definidos pelo ITU-T.

II – Tem por objetivo a convergência dos serviços existentes em uma única arquitetura de serviços convergentes.

III – Possui uma infraestrutura de redes independente.

É correto apenas o que se destaca na(s) afirmativa(s):

- A) I.
B) II.
C) III.
D) I e II.
E) I e III.

Resolução desta questão na plataforma.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.