

Fragmentos do Desenvolvimento das Telecomunicações

Um mosaico e breves notas históricas

Hélio Magalhães de Oliveira

Este artigo de boas-vindas é de autoria de H.M. de Oliveira (hmo@ufpe.br), professor na Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil, onde ensina **Princípios de Comunicações** para estudantes dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação. Além de Telecomunicações, os seus interesses incluem principalmente processamento e análise de sinais.

Objetivo: descrever episódios envolvidos em importantes realizações na área. Esta sinopse é sem dúvida rápida e incompleta, porém contém uma compilação de informações interessantes. Espera-se prover uma minúscula janela sobre a história das Comunicações.

A ciência se faz com idéias e homens: A história das Telecomunicações é também a história de pessoas e suas crenças, desencantos e lutas, não meramente uma lista de resultados e técnicas.

■ Primórdios

Em 1791, **Claude Chappe** (1762-1805) experimentava um semáforo (dito telegrafo óptico) entre os municípios de Parce e Brulon. Este sistema empregava de início um alfabeto de 26 sinais, evoluindo a 66 símbolos. O que caracteriza a rede de **Chappe** como sendo a primeira rede de telecomunicação moderna são três fatos.

- A informação é codificada
- Sistema óptico
- Estações repetidoras

Parece curioso e paradoxal que os primeiros sistemas de comunicação de sucesso tenham sido exatamente sistemas ópticos e digitais! Um sistema digital que possibilita a troca de informação nos dois sentidos. Os desenvolvimentos destes sistemas pioneiros são aqui sumarizados.

- 1794 Camot (Paris-Lille)
- 1795 Lord Murray (Londres-Portsmouth, Plymouth, Liverpool)
- 1795-1845 Napoleão (Toda a França)
- 1835 Czar Nicolau I (Moscou Petrogrado)
- 1835 Frederico IV da Prússia (Berlin-Coblence).

■ Comunicação telegráfica

Em 1809, **Samuel Thomas Soemmering** construía, na Baviera, o primeiro telégrafo

eletromecânico. Seguiram-se outros sistemas:

- 1832 Paul Von Canstatt Bonn
- 1833 Gauss/Weber Gotttingen
- 1836 C. Wheastone Londres.

O desenvolvimento do telégrafo atingiu sua forma definitiva em 1837 nos EUA através de **Samuel Finley Breese Morse**. Seu sucesso decorreu de adotar duas idéias simples:

- Manipulador
- código binário (. e _)

Ainda em 1838, Morse inaugurava uma linha comercial de 16 km com a mensagem: *"Attention the universe! By kingdoms right Wheel"*. Em 1844, Morse inaugurava uma linha de 70 km entre Washington-DC e Baltimore, com *"What hath God wrought!"*. Em 1845, o telégrafo foi sensivelmente melhorado por **W. Siemens**. Em 1851, a França, Bélgica e Prússia assinavam um primeiro acordo sobre o tráfego telegráfico, o qual foi aderido posteriormente por muitos países. Em 1850 foi lançado um cabo submarino entre Dover (UK) e Calais (FR).

No Brasil, o telégrafo elétrico foi inaugurado oficialmente em 1852 no Rio de Janeiro: esta primeira linha subterrânea ligava o Palácio imperial de São Cristóvão ao Ministério do Exército. Em

1855, deixou os limites do Rio, estabelecendo ligação com Petrópolis, local em que veraneava a Corte imperial. A partir daí, começaram obras em todo o país, sendo a ênfase na Região Sul (devido a Guerra com o Paraguai). Em 1900, o telegrafo nacional contava com mais de 20.000 km, com cerca de 400 estações.

■ Comunicação transoceânica

O primeiro cabo transoceânico foi lançado pelo americano **Cyrus West Field** (1819-1892) em 1866, após uma série de peripécias. Apenas como referência da dificuldade do desafio, **Field** cruzou o oceano 31 vezes (ida e volta), no que pode ser chamada a “*realização mais gloriosa do Século XIX*”.

As primeiras propostas de ligação telegráfica entre o Brasil e outras nações surgiram ainda em 1835, no Reinado de **D. Pedro II**. Tentativas infrutíferas foram realizadas em 1860 pela *North Atlantic Submarine Telegraph Company*, e em 1863, por **Pier Balestrini**. Em 1872, o governo fez concessão ao **Barão de Mauá** para lançar um cabo Brasil-Portugal (transferida depois para a *Braz. Subm. Telegraph Company*, 1873). Mas só em 1874 foi completada a 1ª ligação internacional do Brasil.

O cabo iniciava na Capital Portuguesa, passando pelas ilhas Madeira e São Vicente, terminando no Recife. Em 22 de Junho de 1874, os navios *Investigator*, *Edinburg* e *Hibérnia* chegaram à capital nordestina com a ponta do cabo. Em 10 de Julho seguinte, a inauguração.

Tabela cronológica de alguns desenvolvimentos das Telecomunicações no Século XIX

Ano	autor	Contribuição
1794	Claude Chappe	Telégrafo óptico: 1ª rede de Comunicações
circa 1800	Alessandro Volta	Pilha Elétrica
1835	Samuel F.B. Morse	Telégrafo elétrico
1864	James Clerk Maxwell	eletromagnetismo
1874	Jean M. Émile Baudot	Multiplex (digital)
1874	Karl Ferdinand Braun	TRC Osciloscópio Retificação (galena)
1871	Antonio Meucci	Telefone: o verdadeiro inventor!
1876	Alexander G. Bell	Telefone (cópia de Meucci)
1882	Thomas Alva Edison	fornecimento de eletricidade pública
1887	Heinrich R.Hertz Thomas Alva Edison	Ondas eletromagnéticas: ondas de rádio Gravação
1889	Almon Strowger	Comutação automática (eletromecânica)
1890	Édouard Branly	Coesor
1894	R. Landell de Moura	Experimentos de rádio: anematófono
1895	Aleksandr Popov	Antenas, rádio
1896	L. Magnus	Discagem
1897	Guglielmo Marconi	O rádio

Delmiro Augusto da Cruz Gouveia (1863*-1917) foi um industrial brasileiro, Pioneiro na eletrificação no Brasil (1913) com a usina de 1.500 HP para aproveitamento hidroelétrico da cachoeira do Angiquinho, Paulo Afonso. Em sua homenagem, a vila de Pedra, em Alagoas, mudou

de nome para **Delmiro Gouveia**. Com sua incansável atividade arrojada – comercial e industrial – foi um pioneiro de idéias e comportamento.

■ Comunicação telefônica

A invenção do telefone é erroneamente atribuída ao Escocês **Alexander G. Bell** (1847-1922), naturalizado norte-americano. **Bell**, nascido em Edimburgo, estudou em Londres e obteve PhD na Alemanha, viajando para os EUA. Ainda que os méritos de Bell no desenvolvimento do telefone sejam indiscutíveis, a verdadeira história do telefone envolve episódios complexos. Em Fevereiro de 1876 as 14 h, o Sr. **A.G. Bell** depositou, na seção de patentes de Washington, a descrição de um aparelho eletromagnético “brevé” n. 174.465, capaz de permitir a conversação de suas pessoas à distância. Algumas horas mais tarde, apresentou-se na mesma seção de patentes, o Sr. **Elisha Gray** (1835-1901), americano, inventor do famoso código de Gray, que consignou a descrição e os desenhos de uma aparelho praticamente idêntico ao de Bell. A coincidência era por demais estranha! Ambos afirmavam a autoria e o caso foi parar nos tribunais. A idéia, avaliada em milhões de dólares, constituía o mais importante passo após o sucesso do telégrafo. Gray acusava Bell de fraude, porém o tribunal decidiu a favor de Bell, permitindo a criação em 09/07/1877 da famosa *Bell's Telephone Company*. O processo durou oito anos com uma complicação adicional: o surgimento do nome de um pobre imigrante italiano,

Antonio Santi Giuseppe Meucci (1808-1896).

Meucci trabalhara no projeto desde 1849 e o patenteara em 1871. Nascido em Florença, **Meucci** imigrara para os EUA, onde desde 1849 iniciara a concepção do telefone. Com muita dificuldade. Em 1857, **Meucci** conseguiu um pequeno empréstimo e fabricou o 1º aparelho que funcionava razoavelmente. Houve tentativas de criar uma sociedade para explorar a idéia, porém dispondo de um pequeno capital (totalmente italiano) **Meucci** já depositara na seção de patentes de Washington uma descrição do aparelho. Entretanto, teve que fechar sua fabriqueta e ficou reduzido à miséria. Dirigiu-se, então, ao Diretor da poderosa *Western Union Telegraph Company*, **E. Gray**. A princípio recebeu muitos encorajamentos pela idéia, porém nenhum apoio. Ao solicitar a devolução de seus desenhos, os responsáveis afirmaram que “teriam sido extraviados”.

Os dirigentes da *Western* decidiram construir uma rede telefônica, ignorando os direitos de Bell (*a scrap of paper*). A Bell processava em 1879 três filiais da *Western*, que se viu em situação desfavorável a médio termo. Após uma negociação difícil, concluída em 10/11 do mesmo ano, A *Western* reconhecia os direitos de Bell, cedia a rede já instalada. Em contrapartida, Bell aceitaria comprar a rede da *Western*, pagar 20% de royalties, renunciando a qualquer atividade telegráfica. Afinal, a suprema corte americana declarou que cabia a **Meucci** a prioridade da invenção do telefone, mas os direitos de exploração ficariam com a já

poderosa *Bell's Telephone*. **Meucci** morreu na miséria e é desconhecido do grande público em muitos países.

No Brasil, deve-se a D. **Pedro II**, que vira a exibição de Bell em 1876, a introdução do telefone. Na oportunidade, exclamou: *Meu Deus! Isto fala!* O primeiro aparelho foi instalado no Paço de São Cristóvão na Quinta da Boa Vista (hoje museu nacional) em 1879, sendo um dos países pioneiros. O desenvolvimento da telefonia prosseguiu em ritmo assustador. Em 1888 havia mais de 2.000 telefones, e em 1918, em torno de 57.000, passando para 280.000 em 1939. Parcos comentários locais sobre a telefonia: Diário de Pernambuco, sexta 28/04/1882 - Manchete:

Telephone – Hontem começou a funcionar regularmente o telephone, que foi assentado para comunicação do palácio da presidencia da provincia com a secretaria da policia.

Diário de Pernambuco, domingo 05/11/1882:

Concessão: Empresa Telephonica Bougard —esta empresa, competentemente autorisada a funcionar nesta provincia por decreto do governo imperial.

Contra os 18 aparelhos em 1883, seguiram-se 550 telefones em 1905. A inauguração da DDI em Pernambuco foi implantada apenas em 1976.

A verdadeira solução para a transmissão surgiu apenas com o surgimento do triodo de **Lee de Forest** em 1906: Nascia a Eletrônica. Em 28 de Janeiro de 1878, foi instalada em New-Haven (Connecticut), a primeira mesa de comutação manual,

servindo 21 assinantes. Pouco a pouco, surgiram centenas de grandes centros de comutação, com as famosas “Telefonistas”. Foi **Almon B. Strowger** quem concebeu a idéia de substituir a operadora por um comutador eletromecânico, a fim de preservar o caráter confidencial das informações e aumentar a eficiência e rapidez de acesso. **Lars Magnus** (Ericsson) propõe em 1896, o sistema decádico de discagem. A criação das primeiras redes telefônicas constituiu um marco decisivo na história das comunicações. As técnicas aceleraram: redes à “longa distância”, comutação automática/ eletromecânica a partir de 1920. O ano de 1919 constitui uma data importante: Neste ano, dois suecos, **N. Palmgren** e **G.A. Betulander**, patentearam o selector a barramento transversal (o “sistema *Crossbar*”). A título de indicar a rápida evolução, a DDD foi inaugurada no Brasil em 1969, atendendo duas localidades. Em 1970, apenas 15 cidades possuíam serviço DDD!

■ **O Rádio:**
[Comunicações sem fio:](#)

Os ingredientes básicos do Rádio tiveram suas raízes nos trabalhos pioneiros de **Oerstedt**, **Ampère**, **Faraday** e **Maxwell**. Em 1888, **H. Hertz** publicava os resultados de suas pesquisas sobre as propriedades das ondas de rádio em seu famoso artigo *On electromagnetic waves in air and their reflection*. Ele mostrou que estas novas radiações, previstas por **J.C. Maxwell**, comportavam-se como a luz, sendo parte do mesmo espectro

eletromagnético. Hertz firmemente estabeleceu a validade da teoria de Maxwell. Em 1896, **Guglielmo Marconi** recebeu a patente do seu sistema de rádio (telegrafia sem fio), com alcance 2 a 9 milhas. A 1ª transmissão transatlântica via rádio ocorreu em 12/12/1901 (Poldhu-Newfoundland). **Marconi** recebeu o Nobel de Física em 1909 e inaugurou (via telecomando) a iluminação da estátua do Cristo Redentor no Brasil. Uma página decisiva na História das comunicações foi o desenvolvimento da FM. Esta modulação foi primariamente concebida objetivando reduzir os requisitos de banda passante. Contudo, em 1922, **J.R. Carson** criticou a FM como estratégia para reduzir banda; infelizmente convenceu muitos engenheiros que FM teria um futuro pouco promissor. Somente em 1936, a surpresa veio, com a publicação do famoso *A Method of Reducing Disturbances in Radio Signaling by a System of Frequency Modulation* pelo brilhante Eng. **Edwin Howard Armstrong** (1890-1954), estabelecendo as vantagens da FM devido às suas propriedades supressoras de ruído. Após infrutíferas tentativas de interessar à poderosa RCA (*Radio Corporation of America*) no novo sistema, Armstrong instalou um Transmissor FM em Alpina NJ e começou com radiodifusão regular em 1939. Suas inúmeras contribuições na transmissão de Rádio são comparáveis àquelas de **Marconi**, colocando-o na lista dos *Top Technical Contributors* em Engenharia Elétrica.

Acreditando praticamente sozinho na FM, Armstrong apostou toda sua vida no desenvolvimento desta técnica e montou as primeiras estações comerciais, operando na faixa de 42-50 MHz. Entretanto, a *Federal Communication Commission* e as indústrias de radiodifusão AM relutaram em aceitar esta "nova" modulação. A alocação de uma fatia do espectro para a FM foi negada durante muito tempo pela FCC. Apenas em 1944, devido a um engano (!), a faixa de 88 a 108 MHz foi alocada, dentro da faixa de TV comercial. De fato, devido a um erro técnico (!?), a FCC deslocou abruptamente a banda alocada à FM para esta faixa. Este fato tornou obsoletos todos os equipamentos já existentes na época, forçando a venda das antigas estações. **Armstrong** processou a FCC e em 1947, conseguiu ganho de causa, levando os "experts" da FCC a admitirem o erro. Porém, a despeito do fato, a alocação permaneceu inalterada e não houve indenizações. Nesta época, a indústria que havia lutado contra a FM, ao verificar o sucesso da mesma, passou a visualizar os méritos da idéia e começou a usar estas invenções sem pagar royalties. **Armstrong** passou grande parte da sua vida em batalhas jurídicas nas cortes de justiça, num dos processos de patentes mais complicados da era. Depois de lutar toda sua vida pela FM, falido, desapontado, Armstrong cometeu suicídio em 1954, encerrando a saga de um dos maiores Engenheiros de todos os tempos.

■ Rádio no Brasil

Muitas vezes uma invenção ou um desenvolvimento pioneiro é ofuscado por sistemas futuros de maior sucesso comercial e os créditos da invenção são atribuídos a quem contribuiu de modo significativo para o largo uso da técnica. Não se trata apenas de discutir um problema de primazia. Um exemplo muito conhecido é o da Aviação (Irmãos Wright vs Santos Dumont). Outros exemplos incluem a invenção do Telefone (Bell vs Meucci) e mesmo a invenção do Rádio (Marconi vs Landell). Não se trata de diminuir os méritos daqueles considerados pela vasta maioria como os criadores. O pioneiro **Landell de Moura** pode ser considerado como o primeiro inventor do telefone sem fio e o pai do Rádio. Nascido em 1862, em Porto Alegre, construiu seu primeiro transmissor em 1892. O padre gaúcho fez uma transmissão de voz por ondas Hertzianas da Avenida Paulista para Sant'Ana em 1894, num enlace de rádio de 8 km. A propósito das experiências de Landell, a seguinte nota foi publicada no Jornal do Commercio São Paulo:

"No Domingo próximo passado, no alto de Sant'Anna, na cidade de São Paulo, o padre Roberto Landell de Moura fez uma experiência com vários aparelhos de sua invenção, no intuito de demonstrar algumas leis por ele descobertas no estudo da propagação do som, da luz e da eletricidade, através do espaço, da Terra e do elemento aquoso, as quais foram coroadas de brilhante êxito. Esses aparelhos, eminentemente práticos, são com tantos corolários, deduzidos das leis supracitadas. Assistiram a esta prova, entre outras pessoas, o Sr. P.C.P. Lupton, representante do Governo Britânico, e sua família".

Depois da experiência, registrou patente de suas invenções no Brasil e nos EUA. No Brasil, sua patente (nº3279) foi concedida em 1900. Nos Estados Unidos, o telefone sem fio, o telégrafo sem fio e o transmissor de ondas Hertzianas receberam patente em 1904. A descrição pelo próprio Landell de seus aparelhos:

anematófono- é um aparelho com o qual, sem fio, geram-se os efeitos da telefonia comum, porém com maior nitidez e segurança, visto que funciona mesmo com vento e mau tempo (...)

Teletition- espécie de telegrafia fonética, com o qual sem fio, duas pessoas podem se comunicar, sem que seja ouvida por outra. Creio que com meu sistema, poder-se-á transmitir a grandes distâncias e com economia, a energia elétrica, sem que seja preciso usar-se fio ou cabo condutor.

Em 1905, o Presidente Rodrigues Alves nega ao padre **Landell** a oportunidade de comprovar a comunicação telegráfica entre navios em alto mar. Acreditava, diz-se, que o padre era louco. Na década de 80, alunos de Engenharia (USP) remontaram o anematófono como descrito por **Landell**. E ele funcionou com sucesso! A 1ª estação comercial de rádio da América Latina, *Rádio Clube de Pernambuco* (PRA8), era fundada por **Augusto Joaquim Pereira** em Abril de 1919 no Recife. A BBC, inaugurada em 1922.

■ Comunicações submarinas

A eletrônica intervem também nas ligações submarinas. A 1ª ligação telefônica transatlântica o TAT 1 foi inaugurado em 1956 (cabo coaxial nos dois sentidos, 51 amplificadores valvulados imersos, para transmitir 36 canais através

do Atlântico), interligando Londres-Nova Iorque e Montreal. O cabo entrou em serviço em 25/09/56 e foi desativado em 1979. O 1º cabo transatlântico brasileiro foi Recife-Lisboa, com 160 canais telefônicos. A técnica de cabos submersos experimentou progressos rápidos e em 1970, lança-se o cabo TAT 5, já inteiramente transistorizado, com 845 canais. Em Dezembro de 1988 entra em operação o 1º cabo transatlântico em fibra óptica: TAT 8 (7.000 km de extensão); interligando EUA (NJ), Inglaterra (Widemoth) e França (Penmarch), com distância entre repetidoras de 40 km. Tem capacidade de operar com 2x280 Mbps (40.000 canais telefônicos). Em 1992, esta distância no cabo TAT 9 já ultrapassava 100 km. O TAT 12 (EUA-UK) e TAT 13 (EUA-França) opera com 2x56 Gbps cada, amplificadores espaçados de 45 km e 74 km, respectivamente. O SEA-ME-WE3 com comprimento de 40.000 km, entrou em operação em agosto de 1999 com dois pares de cabos a 40 Gbps, operado por consórcio internacional.

■ Computadores

Eniac

- 140 kW consumo
- **100 kHz relógio**
- 5.000 adições/seg.
- 500 multiplicações/seg.
- 18.000 Válvulas
- 70.000 resistores
- 10.000 capacitores
- 6.000 chaves
- 30 m x 3 m x 1 m
- MTBF # 1h

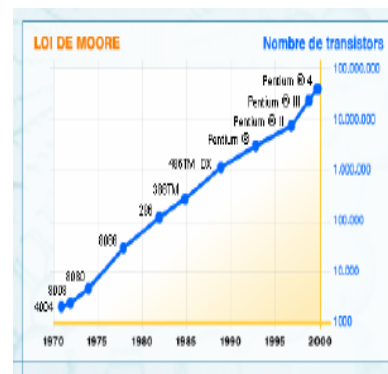
CRONOLOGIA

- 1946 ENIAC
- 1948 IBM SSEC
- 1949 BINAC, EDSAC
- 1953 Univac, IBM 701
- 1955 IBM 704
- 1958 Univac II
- 1959 IBM 7090

- 1960 DEC PDP-1
- 1964 CDC 6600
- 1965 IBM 1130
- 1966 DEC PDP-8, IBM 360
- 1968 DEC PDP-10
- 1975 ALTAIR 8800
- 1977 CRAY I, APPLE I
- 1982 IBM AT 286
- 1984 APPLE MAC
- 1993 Pentium
- 1998 Pentium II
- 1999 Pentium III
- 2000 Pentium 4

Um histórico da configuração típica de processadores, ilustrando sua evolução.

µProces	Ano	clock	Bar*	Mem.
4004	1971	108 kHz	4 bits	640 B
8008	1972	108 kHz	8 bits	16 kB
8080	1974	2 MHz	8 bits	64 kB
8086	1978	5 MHz	16 bits	1 MB
8088	1979	8 MHz	8 bits	4 MB
80286	1982	8-12 MHz	16 bits	16 MB
386SX	1985	16 MHz	16 bits	4 GB
386DX	1988	33 MHz	32 bits	4 GB
486SX	1988	33 MHz	32 bits	4 GB
486DX	1991	50 MHz	32 bits	4 GB
Pentium	1993	66 MHz	32 bits	4 GB
Pentium II	1994	133 MHz	32 bits	8 GB
Pentium Pro	1995	150 MHz	64 bits	16 GB
Pentium III	1998	200 MHz	64 bits	32 GB
Pentium IV	2000	1.33 GHz	64 bits	32 GB
Dual core	2006	3.33 GHz	64 bits	32 GB



Evolução da Programação

- 1950: *Invenção do assembler*
- 1951: *Invenção do primeiro compilador*
- 1957: *criação da 1ª linguagem universal, FORTRAN*
- 1958: *LISP (LISt Processing)*
- 1960: *publicação do COBOL fazendo sumir o ALGOL.*
- 1964: *BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code)*
- 1964: *IBM cria a PL/I (Programming Language I).*
- 1964: *criação do código ASCII (padronizado em 1966).*
- 1968: *PASCAL por Niklaus Wirth.*
- 1970: *Ken Thompson cria B (em referência a BCPL).*
- 1971: *Dennis Ritchie faz evoluir B para C (compilado)*
- 1972: *primeira linguagem orientada a objeto, SmallTalk*
- 1973: *UNIX em C*
- 1979: *ADA (Jean Ichbiah) escolhida pelo Pentágono*
- 1983: *C++ de Bjarne Stroustrup*
- 1995: *JAVA*

Em 1950, apareceram os 1^{os} Modems sobre linhas telefônicas (Bell 103, 300 bps). O maior impacto na transmissão de dados ocorreu certamente a partir do surgimento dos microcomputadores. Em 1971, a Empresa MITS do Eng. **Edward Roberts** divulgava na Revista *Popular Electronics* um kit para o primeiro microcomputador, o ALTAIR 8800, com 256 bytes de memória. A Evolução foi assombrosa deste então... No final da década de 80, a rede mundial Internet já servia milhares de usuários, em ambientes de pesquisa. Nesta época, os PCs tornaram-se atrativos a usuários não técnicos e de acesso esporádico, atraídos pelas facilidades de interfaces gráficas. O acesso à rede, por outro lado, era desencorajado por interfaces exclusivas para textos,

comandos complicados. O *Gopher* foi uma primeira evolução, proporcionando um sistema de menus que permitia a "navegação na Internet" sem comandos confusos. A situação modificou-se radicalmente nos anos 90 com a *www*, não só por expandir a infraestrutura, mas por proporcionar um acesso fácil. A primeira encarnação da Web foi criada em 90 por **T. Berners-Lee, R. Cailliau** (pronuncia-se caiiô) e colaboradores, no Centro Europeu de Pesquisas de Partículas CERN, em Genebra. Eles conceberam um sistema para auxílio a cientistas, facilitando a criação e compartilhamento de dados multimídia num sistema conhecido como *www*. A inovação central foi o uso de linguagem hipertexto, a qual permite a criação de "*links*" entre diferentes arquivos de informação (textos, gráficos, vídeo, áudio etc.). Sua plataforma foi a Internet inteira, ao invés de ser restrita a máquinas ou sistemas operacionais particulares. O CERN havia adotado o TCP/IP uma década atrás e a Web foi projetada para "rodar" em protocolo Internet. Um dos elementos chaves do processo foi o protocolo para a troca de informações entre "navegador" e servidores, chamado de *http—hypertext transfer protocol*. O grupo do CERN criou um formato padrão de documentos hipertextos, chamado de *HTML—hypertext markup language*. Finalmente, para assegurar aos usuários e servidores uma correta localização da informação na Web, eles adotaram um formato de endereço padrão: o *URL—uniform resource locator*.

■ Comunicações por satélite

O desenvolvimento dos satélites artificial constitui uma verdadeira revolução no domínio das comunicações. A idéia do uso de satélites estacionários surgiu já em 1945, com o escritor Britânico de ficção científica, **Sir Arthur C. Clarke**. O raio da órbita geoestacionária vale 42.162 km, permitindo a cobertura de cerca de 1/3 da superfície da Terra (!), fornecendo uma idéia do possível impacto dos satélites nas comunicações. Em 1955, **J.R. Pierce** explorava a possibilidade de usar um "satélite artificial" repetidor em transmissão transoceânica. Em 1956, o órgão predecessor da NASA lançava em órbita um enorme balão visando medir a densidade do ar em altas altitudes. **Pierce** soube da existência do balão e propôs usá-lo como refletor passivo como experiência de comunicação satelitária. Em 1959. Nascia o Projeto ECHO, desenvolvido com sucesso pela Bell Labs, NASA e JPL em 1960-1961. Em 4 de outubro de 1957, o primeiro satélite (SPUTNIK) era lançado pelos Russos, permitindo telemetria (modo simplex) durante 21 dias. Já o primeiro satélite de comunicação tipo registra-e-retransmite, SCORE, foi colocado em órbita (132 km perigeu e 1.048 km apogeu) em 1958, tendo funcionado durante 12 dias, até a descarga das baterias. A primeira comunicação transoceânica por satélite ocorreu entre Holmdel NJ (ATT) e a estação de Plemeur-Bodou (CNET-França) em 1960. A primeira repetidora ativa de satélite foi o TELSTAR I, lançado em 10 de julho de 1962 do Cabo Canaveral. Este foi um

marco no desenvolvimento dos satélites: um satélite esférico lançado em órbita elíptica baixa (1.000 a 10.000 km), com cerca de 90 cm de diâmetro e pesando 80 kg. Este foi o primeiro satélite capaz de transmitir sinais de TV através do Atlântico. O sucesso dos satélites geoestacionários foi enfim conseguido em 1963, com o satélite SYNCOM II, após tentativas infrutíferas. O consórcio Internacional INTELSAT (*the INternational TELEcommunicationSATellite consortium*) criado nos EUA em 1963 é constituído por mais de uma centena de países membros. O INTELSAT I (pássaro madrugador) foi lançado do Cabo Kennedy no dia 6 de Abril de 1965, com capacidade para 240 canais de voz ou um canal de TV. De janeiro a setembro de 1967, foram lançados mais três satélites da série INTELSAT II. Em dezembro de 1968, foi iniciada a série INTELSAT III com uma capacidade para 1.200 canais de voz e um canal simultâneo para TV. Nesta época, o satélite foi adotado como meio principal para telecomunicações no Brasil (estação de Tanguá 1969). Em 25 de Janeiro de 1971 foi lançado sobre o Atlântico o INTELSAT IV com capacidade de 9.000 canais de voz e dois canais de TV. Já a série INTELSAT V apareceu em torno dos anos 80, com 12.500 circuitos telefônicos e dois canais de TV, cada satélite com 27 *transponders*. A série INTELSAT VI introduzida em 1986 constitui o primeiro sistema internacional a utilizar extensivamente TDMA. Em 1999, a decisão de privatização da Intelsat foi tomada e o processo concluiu em Janeiro de

2005. Outro importante consórcio, fundado em 1971, é o INTERSPUTNIK, que usa principalmente satélites *Molniya* (Apogeu 40.000 km e Perigeu 1.000 km), sendo os países do bloco do leste os principais signatários. O primeiro *Molniya* foi lançado em Abril de 1965 para transmissão experimental de TV. Este sistema da antiga U.R.S.S. é tecnicamente interessante por tratar-se durante muito tempo do único sistema de satélites comerciais fora da órbita geoestacionária.

Outra idéia interessante consiste no lançamento de constelações de satélites, formando uma rede de cobertura mundial. O *Iridium* é um sistema com 66 satélites ativos de comunicação (daí o nome). Os satélites operam em LEO aproximadamente 780 km, e inclinação 86,4°. O sistema não teve o sucesso comercial esperado. A *Globalstar* é outra constelação de 44 satélites LEO para telefonia e comunicação de dados em baixa velocidade. Em 1965, a nave americana MARINER IV emitia as primeiras fotos de Marte. As sondas PIONEER 10 (resp. 11) deixaram o sistema solar em 3 de dezembro de 1973 (resp. 4 de dezembro de 1974). 30 anos após, ainda captava-se fracos sinais da sonda! A rede de comunicações Brasileira via satélites iniciou-se em 1975 através do aluguel de *transponders* da INTELSAT. Em 1985, contudo, o Sistema Telebrás passou a dispor de satélite próprio, BRASILSAT I, com 48 *transponders* cada um com banda de 36 MHz. O BRASILSAT II foi lançado logo no ano seguinte, tendo

vida útil também de cerca de 10 anos. O primeiro serviço comercial de DBS, *Sky Television*, foi lançado em 1989.

Pequena cronologia brasileira

1964	<i>Barreira do Inferno</i>
1965	Sonda 1 (primeiro foguete brasileiro)
1985	(08/02) Brasilsat A1
1986	(28/03) Brasilsat A2
1993	(09/02) SCD1 Satélite de Coleta de Dados
1994	(10/08) Brasilsat B1 (órbita Geo 75°W)
1995	(28/03) Brasilsat B2 (órbita Geo 65°W)
1997	(02/11) Primeiro lançamento do foguete brasileiro, autodestruido Veiculo Lançador de Satélites (VLS-1) órbita um satélite (SCD-2A)
1998	(04/02) Brasilsat B3 (órbita Geo 84°W)
1998	(22/10) SCD2
1999	(14/10) CBERS-1 – lançado pelo foguete “longa marcha”
2000	(17/08) Brasilsat B4 (órbita Geo 70°W)
2003	(21/10) CBERS-1 – lançado pelo foguete “longa marcha”

Os SCDs destinam-se à coleta de dados ambientais e são utilizados pelos setores meteorológico, hidrológico, energético e agrícola. O SCD-1, primeiro satélite totalmente nacional, foi lançado em 1993 e o SCD-2, em 1998. Ambos orbitam a cerca de 750 km com inclinação de 25°. O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) tem desenvolvido um trabalho admirável, competente e digno de nota. Os CBERS são satélites sino-brasileiros de recursos terrestres (*China-Brazil Earth Resource Satellite*) com órbita a 780 km, destinados a obtenção de imagens do planeta. Foram lançados pelo foguete “Longa Marcha”, em Taiyuan, China.

■ Uma Revolução Copérnica

- *Comunicações digitais (pós-shannoniana)*

Claude Elwood Shannon é conhecido mundialmente como o inventor da Teoria da Informação, um novo ramo da Matemática com enormes aplicações práticas. Em 1936, recebeu o grau de Engenharia Elétrica e Matemática (quando tinha 20 anos). **Shannon** está indubitavelmente entre os mais brilhantes cientistas do período pós-guerra (2ª Guerra), e suas contribuições tem conduzido a uma verdadeira revolução, não só na Ciência, mas também na vida cotidiana dos habitantes do planeta. **Shannon** provou os principais resultados e estabeleceu os limites que se pode esperar sobre Codificação de fontes, Codificação de canal e Criptografia. Estabeleceu a moderna teoria das Comunicações. Em um artigo de 1948, ele apresentou uma prova para o Teorema da Amostragem, base para os Conversores A/D e D/A. Ele inventou não apenas a Teoria da Informação, mais foi também um pioneiro no uso de Álgebra Booleana aplicada em Engenharia Elétrica, isto é, foi o criador da Eletrônica Digital. Adicionalmente, teve inúmeras contribuições relevantes e pioneiras em assuntos como Inteligência Artificial, Cibernética e outros assuntos. Em 1937, **C.E. Shannon** mostrou como usar Álgebra Booleana para a síntese, análise e otimização de circuitos à relês. A descoberta de **Shannon** evoluiu dos conceitos para uma nova ciência que pode ser ensinada como uma disciplina de Engenharia: A

Eletrônica Digital. Seu interesse em computadores digitais superpunha-se com aqueles sobre problemas de comunicações e harmonizou estímulos na sua ênfase sobre os aspectos digitais da Comunicação. **Shannon** foi a primeira pessoa a considerar a idéia de uma máquina capaz de jogar Xadrez o bastante sério para avaliar criteriosamente quais as estratégias que tal máquina deveria adotar. Num artigo científico pioneiro sobre *Programming a computer to play chess* (!), publicado em 1950, entre uma enormidade de possibilidades potenciais para máquinas, inimagináveis na época, ele listava as seguintes: (i) Máquinas capazes de traduzir de um Língua para outra, (ii) Máquinas capazes de operar com lógica simbólica (realizando operações Matemáticas não numéricas) e (iii) Máquinas capazes de deduções lógicas... **Shannon** construiu umas poucas, pequenas e pioneiras máquinas de Inteligência Artificial. Uma delas jogava um jogo de tabuleiro, chamado HEX, usando uma estratégia baseada em idéias sobre a teoria de potenciais eletrostáticos. A máquina de **Shannon** mais elaborada foi o *Teseus*, um "solucionador de labirintos". Ele possuía um tabuleiro constituído por células quadradas que podiam ser transformadas em um labirinto através da inserção de placas metálicas entre pares de células adjacentes. Quando um rato artificial imitando uma forma viva era colocado no labirinto, ele caminhava erradicamente até atingir a saída. Depois disso, o pseudo-ratinho escolhia sempre uma rota direta para

a saída cada vez colocado no labirinto; ele havia "solucionado" o labirinto e lembrava-se da solução. Em 1956 ele publicou com **J. McCarter** o livro "*Automata Studies*", um dos clássicos pioneiros da teoria de Robótica e Inteligência Artificial. **Shannon** publicou o mais importante trabalho na História das Comunicações, "*A Mathematical Theory of Communications*" em 1948. Este artigo em duas partes apresentou mais que toda a teoria construída até então. Nenhum trabalho no século alterou profundamente a compreensão humana sobre as comunicações. Os resultados de **Shannon** são de potência, elegância, beleza e genialidade. Eles aportaram mais entendimento à verdadeira natureza do processo de comunicações e delinearão suas limitações inerentes. Pouco a pouco se tornou claro que ele havia criado uma ciência novinha em folha. Cresceu para tornar-se um capítulo excitante nos anais da Ciência.

■ Balanço brasileiro 2008

- ~150 milhões de assinantes:
 - 40 milhões com telefone fixo
 - 110 milhões com celulares (80% pré-pago)
 - 4 milhões com TV por assinatura
 - 6 milhões com Internet banda larga
- 16% da população não acessa a telefonia fixa ou sequer telefone público
- 41% dos municípios brasileiros (mais de 10% da população do País) não dispõe de telefonia móvel.
- Carga Tributária.
 - 44% em telecomunicações, campeão no *ranking* mundial (EUA 3%).

Avançamos muito. Mas resta muito mais a fazer: Cabe a vocês -- **Mãos à obra!**

Tabela cronológica de alguns desenvolvimentos das Telecomunicações no Século XX

Ano	autor	Contribuição
1906	Lee de Forest	Triodo (pai da eletrônica)
1906	Reginald Fessenden	Rádio AM comercial
1918	Edwin H. Armstrong	O receptor superheteródino
1919	Palmgren e Betulander	Sistema <i>crossbar</i>
1923	Vladmir K. Zworykin	
1927	Lee de Forest Gerard Philips	trilha sonora em filmes rádio comercial Philips
1928	John Logie Baird Harry Nyquist	Televisão, também 1936 Teorema da amostragem
1930	Hidetsugu Yagi	Antenas de TV
1932	Henry de Bellescizi	PLL
1933	V. A. Kotel'nikov	Teorema da amostragem, imunidade a ruído, Representação geométrica de sinais, radar
1934- 1935	Émile Girardeau Robert Watson-Watt	Radar
1936	Edwin H. Armstrong	FM
1937	Alec H. Reeves Claude E. Shannon	PCM Eletrônica Digital
1938	Georges Valensi	modelo de cor para televisão
1941	Paul Eisler J. Bennet, M. Deloraine	circuitos impressos TDM
1942	Vladmir K. Zworykin Harry Nyquist	SEM (ruído térmico, padrão de TV, interferência intersimbólica, servomecanismo, estabilidade)
1944	John W. Mauchly e John Presper Ekart Jr	ENIAC, seguido de EDVAC, MARK1, UNIVAC, BINAC
1945	Maurice Deloraine John von Neumann	modulação Δ Moderna Arquitetura de computadores
1946	H.C.A. van Duuren Dennis Gábor	Sistemas ARQ (projeto TOR) Holografia, Informação (logon)
1947	J. Bardeen, W. Brattain, W. Schockley	Transistor de junção
1948	Claude Elwood Shannon	Teoria da Informação
1950	Richard Hamming Texas Instr.	Códigos corretores de erros Transistores comerciais
1951	IBM	JFET/Disco duro
1954	Townes Charles Texas Instr.	Maser Primeiro Rádio transistorizado
1953	An Wang	Memória de núcleo magnético (toroidais)
1955		Fim das válvulas em circuitos lógicos Primeira calculadora (2.200 transistores 50.000 pontos de solda)
1956	David Huffman Robert Adler	Compactadores Controle remoto.
1958	Jack Kilby	(Nobel) CI
1960	Robert Noyce I. S. Reed, G. Solomon Theodore Harold Mainman	primeiro verdadeiro circuito integrado Códigos de bloco multiníveis LASER
1963	Bob Bemer	código ASCII
1965	Doug Engelbart J. Cooley & J. Tukey	<i>Mouse</i> Algoritmos rápidos, Processamento Digital (PDS)
1966	Ray M. Dolby C.K. Kao & G.A. Hockman	VCR (videocassete), Tb 1956 Dolby Fibras ópticas (<i>Standard Telecomm. Laboratories</i> , UK)
1967	Robert Noyce, Gordon Moore, & Andy Grove	Intel

	Lawrence (Larry) Roberts	Arpanet
1968	Doug Engelbart	Interface gráfica (icons)
1971	Edwards Roberts Andrew J. Viterbi S.B. Weinstein & P. Ebert Stephen A. Cook Ted Hoff	(MITS) Altair 8800 Decodificação OFDM Problemas P e NP μ Process. 4004 INTEL: 15/11/1971 (2250 Transistores 108 kHz, 4 bits)
1973	Godfrey Housfield	Tomografia computadorizada
1972	Pioneer 10	1ª nave a deixar o sistema solar
1974	Roland Moreno N. Woodland & G. Lauer	Carta à puce (smart card) Código de barras
1975	Robert Metcalf	Ethernet
1976	Raymond Kurzweil	OCR (leitura óptica)
1977	Steven Jobs, Stephen Wosniak	Apple I and Apple II
1978	GPS Navstar	The Global Positioning System 24 satélites com relógios atômicos
1979	Kees Immink & Toshitada Doi Seymour Rubinstein Jay Forrester NTT	Philips e Sony, CD Wordstar, Primeiro editor de texto Memória RAM Primeira rede comercial de telefonia celular
1982	Gary Starkweather Gottfried Ungerboeck	LASER PRINT IBM 1982 30 linhas/seg. Modulação codificada (1972 equalização)
1987	Phillip Estridge	Hard drive
1988	TAT-8, nave Magalhães	Cabo submarino com fibras ópticas
1990	Tim Berners-Lee Robert Cailliau	Web: www
1992	Steve Jobs	Quick take, iPod
1994	Peter W. Shor Bluetooth	Computação quântica: fatoração eficiente (Ericsson Mobile Platforms, Agilent Technologies)
1996	Lov K. Gover	Computação quântica: busca em lista desordenada
1998	Fraunhofer Society (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung.) Philips CCEET (Centre commun d'études de télévision et télécommunications)	MPEG, mp3 etc.
2000	Honda	ASIMO (アシモ, ashimo) robô humanóide da Honda, criado 2000. 130 cm, 54 kg.

Um sumário parcial dos acontecimentos relevantes nas Telecomunicações no cenário brasileiro é apresentado:

Tabela cronológica de alguns desenvolvimentos das Telecomunicações no Brasil.

1ª linha telegráfica RJ	1852	Interligação RJ- Niterói- Petrópolis	1910	Brasil no Intelsat	1975
Cabo transatlântico p/ Europa PE	1874	Inauguração da linha telefônica SP-RJ	1915	Introdução de CPA-T (AXE, NEAX, EWSD)	1979
Telefone de D. Pedro II RJ	1877	1ª rádio comercial no Brasil- Rádio Clube de Pernambuco	1919	CPqD desenvolve PCM30 Nacional	1980
Telefonia: Paço São Cristóvão RJ	1879	1ª centrais telefônicas automáticas: Pelotas, Porto Alegre, Recife	1921	ELO 34. início do uso extensivo de fibras ópticas	1984
Concessão telefônica em PE	1882	1ª transmissão no Centenário da Independência, RJ	1922	Lançado o Brasilsat 1, 24 transponders	1985
Experiências de rádio de Landell de Moura	1884	Rádio Sociedade – Roquete Pinto	1923	Trópico-R: Central CPA-T brasileira	1985
Central telefônica em Santos		100.000 aparelhos telefônicos SP	1932	Início das comunicações com móvel celular	1990
Rede Telegráfica de integração nacional – Mal. Rondon	1891	TV Tupi de São Paulo, Chatô (5º país com TV comercial)	1950	Início da CATV, DTH, SDH, RDSI	1990
		Centrais crossbar (SP e RJ)	1953	SCD1, 1º satélite integralmente brasileiro	1993
		Criação da Embratel 16/09/65	1965	Início do celular digital	1996
		Início dos serviços DDD	1969	Privatização das telecomunicações	1998
		Criação da Telebrás 11/07/72	1972	TV digital no Brasil	2007
		TV em cores, 1ª transmissão em 31/03/72	1972		

■ Bibliografia

- Adreus F.T. The Heritage of Telegraphy, *IEEE Comm. Mag.*, Aug., pp.12-18, 1989.
- Asimov I. *Cronologia das Ciências e Descobertas*: RJ: Ed. Civilização Brasileira, 1993.
- Bellchambers W.H. et al., The International Telecomm Union and the development of worldwide telecommunications, *IEEE Comm. Mag.*, 22, pp72-83, 1984.
- Bennet W.R., Time division Multiplex Systems, *BSTJ*, 20, pp. 199-221, 1941.
- Bonavita M.E. *História da Comunicação: Rádio e TV no Brasil*, RJ:Petropolis, Vozes, 1982.
- Braga N. *TV: por que não existe o canal um?* Eletrônica total, N.27, pp.14-15, 1990.
- Brittain J.E. Scanning the past: Reginald Fessender and the origins of Radio, *proc. of IEEE*, Dec., pp.1852-1853, 1996.
- Carré P.A. Archéologie d'une Europe des Télécommunications, *France Telecom*, 70,pp. 72-83, 1989.
- Coatanis N. The Radio Receiver Saga: An introduction to the classic paper by E. Armstrong, *Proc. of IEEE*, 85,pp. 681-684, 1997.
- Compact Disk, *IEEE Spectrum*, 25th Anniversary,pp.102-108, 1988.
- Ehrbar E.P. Undersea Cables for Telephony, *IEEE Comm. Mag.*, Aug,21,pp.18-27, 1983.
- Ferrari A.M. *Telecomunicações: Evolução e Revolução*, São Paulo: Érica, 1991.
- Floherty J.J. *História da Televisão* [Television history] RJ: Editora Letras & Artes, 1964.
- GEMs from Smithsonian (including 1917 superhet), *IEEE Spectrum*, Sept.,pp.82-83, 1984.
- Griset P., Les fils de Théodore, *France Telecom*, 73, pp.78-87, 1990.
- Harrison Jr. A.P. The Wolds vs RCA: Circumventing the Superhet, *IEEE Spectrum*, Feb., pp.67-71, 1983.
- Hogan J., Claude Shannon, *IEEE Spectrum*, Apr., pp..72-75, 1992.
- IEEE Centennial—Giants of the Profession, *IEEE Spectrum*, Apr., pp.64-66, 1984.
- IEEE Comm. Mag.*, A Conversation with Claude Shannon, special issue: 100 years of Communication progress, May, 1984, B22, pp.123-126,1984
- Kline R. An Overview of Twenty-Five Years of Electrical and Electronics Engineering in the Proceedings of the IEEE, *Proc. of IEEE*, 78, pp.469-485, 1990.
- Knapp J.G. and Tebo, J.D. The History of Television, *IEEE Comm. Mag.*, May, pp.8-21, 1978.
- Massey J.L. Information Theory: The Copernican System of Communications, *IEEE Comm. Mag.*,Dec., 22,pp. 26-28, 1984.
- Millman S. (Ed.), *A History of Engineering and Science in the Bell Systems: Communications Science* (1925-1980), Indianapolis: AT&T Tech., 1984.
- Miquel P. *Histoire de la Radio et de la Télévision*, L'univers Contemporain Ed. Richelieu/Bordas, Paris, 1972.
- Pahlavan K., Holsinger J.L., Voice-Band Data Modems: A Historical Review, *IEEE Comm. Mag.*, pp.16-27,1988.
- Pierce J.R. Telephony: A Personal View, *IEEE Comm. Mag.*, May, 22, pp. 116-120, 1984.
- Profile/Careers Richard W. Hamming, *IEEE Spectrum*, May, pp.80-82, 1993.
- Profile/Careers: C. Shannon, *IEEE Spectrum*, April, pp.72-75,1992.
- Reeves A.H. The Past, Present and Future of PCM. *IEEE Spectrum*,2,pp.58-63, 1965.
- Revue d'Histoire des Sciences, presses universitaires de France*, tome 1, 1993, issue: Edourd Branly et la TSF, 1993.
- Scientific American*, vol.227, Sept.1972, special issue on Communications.
- Simons R.W. Guglielmo Marconi and early Systems of Wireless Communication, *GEC Review*, 11, pp.37-55, 1996.
- Special issue: 50th Anniversary of the Transistor!, *Proc. of IEEE*, Jan., 1998.
- Stumpers F.L.H.M. The History, Development, and Future of Telecommunications in Europe, *IEEE Comm. Mag.*, May, 22,pp.84-95, 1984.
- Telles da Silva P.C. *História da Engenharia no Brasil* (Século XX), RJ: Clavero-LTC, 1984 (753pp.)
- Wolf M.F. The secret six-month project, *IEEE Spectrum*, Dec., pp. 121-122, 1984.
- O AUTOR:
<http://www2.ee.ufpe.br/codec/deOlivira.html>
- Algumas animações, vídeos e URLs que se relacionam com este artigo também estão disponíveis.
- <http://www.aeb.gov.br/cbers2/>
- www2.ee.ufpe.br/codec/Landell.htm
- www2.ee.ufpe.br/codec/shannon.pdf
- www2.ee.ufpe.br/codec/Zweig.pdf
- www2.ee.ufpe.br/codec/Landell.htm
- www2.ee.ufpe.br/codec/Bell.pdf
- www2.ee.ufpe.br/codec/Meucci.html
- <http://www.turing.org.uk/turing/>
- www2.ee.ufpe.br/codec/ClaudeEliwoodShannon.html
- www2.ee.ufpe.br/codec/Hertz.html
- www2.ee.ufpe.br/codec/Armstrong.html
- www2.ee.ufpe.br/codec/Hertz.html
- www2.ee.ufpe.br/codec/WEB.html
- www2.ee.ufpe.br/codec/shannon_juggling.mov
- <http://video.google.com/videoplay?docid=-2567011062576169322&q=claudio+shannon&pr=goog-sl>
- www.kugelbahn.ch/sesam_e.htm
- www.nostalgieair.org
- www.antique-radio.org