
Panorama das Telecomunicações

2015

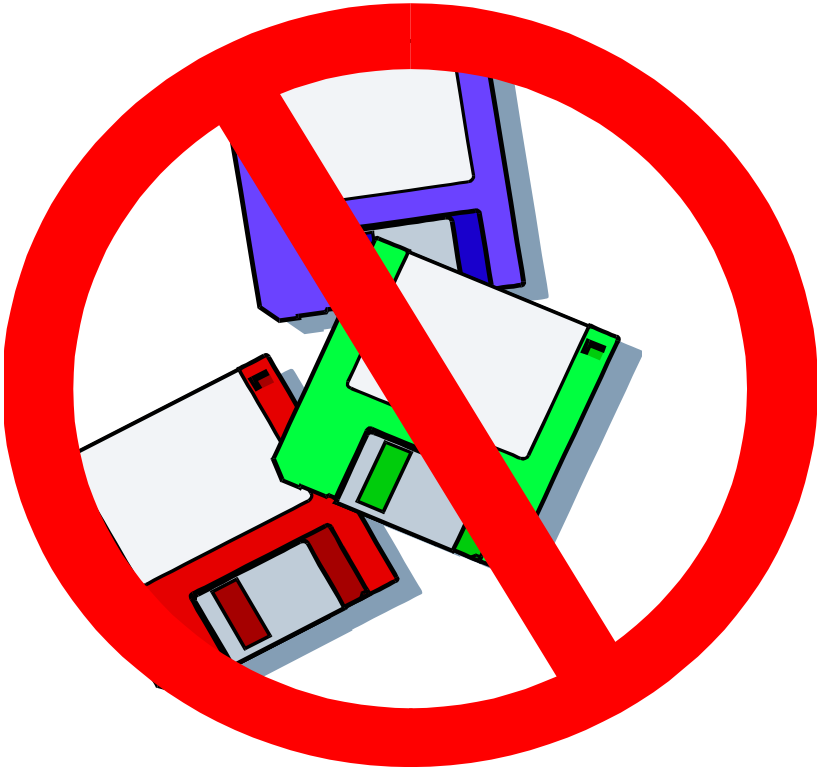
SEL 600 Informação Profissional em Engenharia de Computação I

Amílcar Careli César

Mônica de Lacerda Rocha

Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação da EESC-USP

Atenção!



- ✓ Este material didático é planejado para servir de apoio às aulas de **SEL-600: Informação profissional em engenharia de computação I**, oferecida aos alunos regularmente matriculados no curso de engenharia de computação.
- ✓ Não são permitidas a reprodução e/ou comercialização do material.
- ✓ solicitar autorização ao docente para qualquer tipo de uso distinto daquele para o qual foi planejado.

✓ O Profissional

- Os engenheiros de computação poderão atuar em áreas ligadas ao uso e desenvolvimento de computadores pessoais e de grande porte, redes locais, metropolitanas e de longa distância de computadores, comunicação entre e por computadores, visão computacional, inteligência artificial, programação, modelagem de bancos de dados, gerência de sistemas, comunicação via satélites, telefonia fixa e celular, sistemas de comunicações ópticas, robótica e sistemas de controle, processamento de voz, som e imagem para usos médico, industrial e entretenimento, projetos de circuitos integrados, desenvolvimento de ferramentas auxiliadas por computador.
- São posições típicas de trabalho ocupadas por engenheiros de computação de engenheiro de projeto digital, administrador de rede, arquiteto de computadores, administrador de sistemas computacionais, engenheiro de sistemas embarcados, engenheiro de rede, engenheiro de software, programador técnico, projetista de circuitos integrados, engenheiro de controle industrial, engenheiro projetista VHDL, engenheiro de sistemas, gerente de engenharia.

Sociedade da Informação

- ✓ O termo Sociedade da Informação ou Sociedade do Conhecimento surgiu ao final do Século XX
- ✓ Novo paradigma de sociedade baseada na informação e que se encontra num processo de formação e expansão
- ✓ Possui um modo de desenvolvimento social e econômico onde a informação desempenha um papel primordial na produção de riqueza e do bem-estar e qualidade de vida da população.
- ✓ O acesso de todo às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) é uma condição obrigatória para a evolução da Sociedade da Informação



Sociedade da Informação

- ✓ Queremos acessar um grande número de serviços
 - Necessidade de centralizar o acesso aos serviços em um único endereço eletrônico e utilizar uma única autenticação
 - Parte da inteligência do serviço deve se situar na rede
 - O armazenamento das características e preferências do usuário na rede viabiliza o acesso em qualquer local e com qualquer tipo de terminal
 - Redes e terminais não são concorrentes entre si e sim complementares



Sociedade da Informação

- ✓ Não se pode mais limitar o uso de um serviço a um único tipo de terminal, como foi feito no passado com o serviço de telefonia fixa, onde se utilizava um único tipo de dispositivo de acesso
 - A utilização de vários tipos de terminais de acesso, com telas e capacidades diferentes de reprodução de sons, implica no desenvolvimento de serviço que se adaptam automaticamente a diversos tipos de dispositivos



Serviços de comunicação pessoal

QUALQUER UM

EM QUALQUER LUGAR

A QUALQUER HORA

conceito de serviços com base em
uma nova classe de pequenos aparelhos de mão,
reunindo as qualidades dos aparelhos sem fio,
celular e serviços de telefonia, incluindo
comunicações de dados

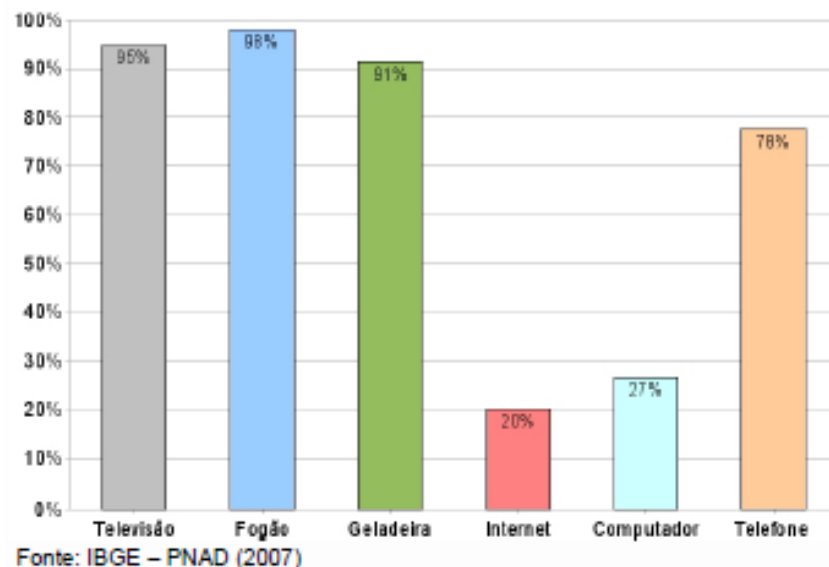
Mercado Potencial

✓ Brasil

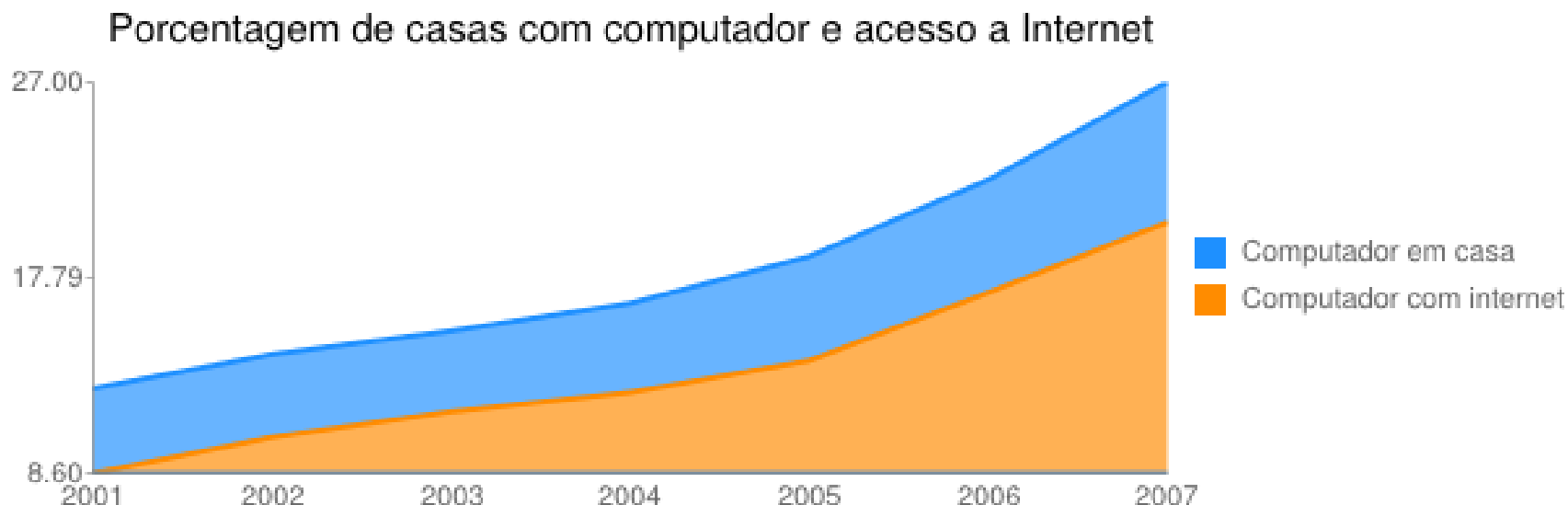
- Somos mais de 105 milhões de internautas (outubro de 2013), sendo o Brasil o 5º país com mais usuários de internet. *
- O percentual de brasileiros conectados à internet aumentou de 27% para 48%, entre 2007 e 2011. *
- O principal local de acesso é a lan house (31%), seguido da própria casa (27%) e da casa de parente de amigos, com 25% (abril/2010). *

* Fonte:

http://tobeguarany.com/internet_no_brasil.php
acessado em 03/04/2014



Mercado Potencial

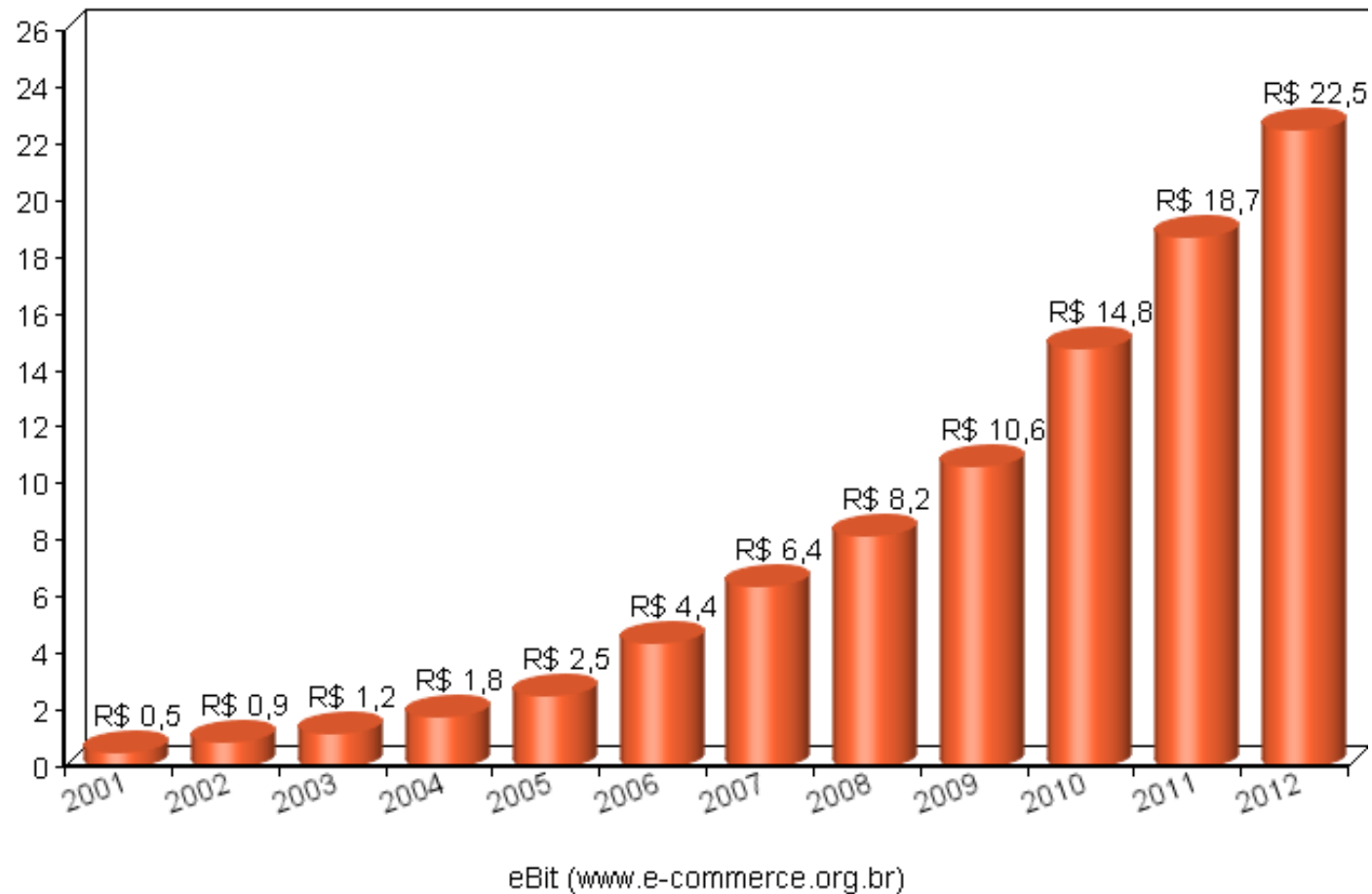


- ✓ O ritmo de crescimento da internet brasileira é intenso. A entrada da classe C para o clube dos internautas deve continuar a manter esse mesmo compasso forte de aumento no número de usuários residenciais.

Fonte: http://tobeguarany.com/internet_no_brasil.php acessado em 15/04/2013

Mercado Potencial

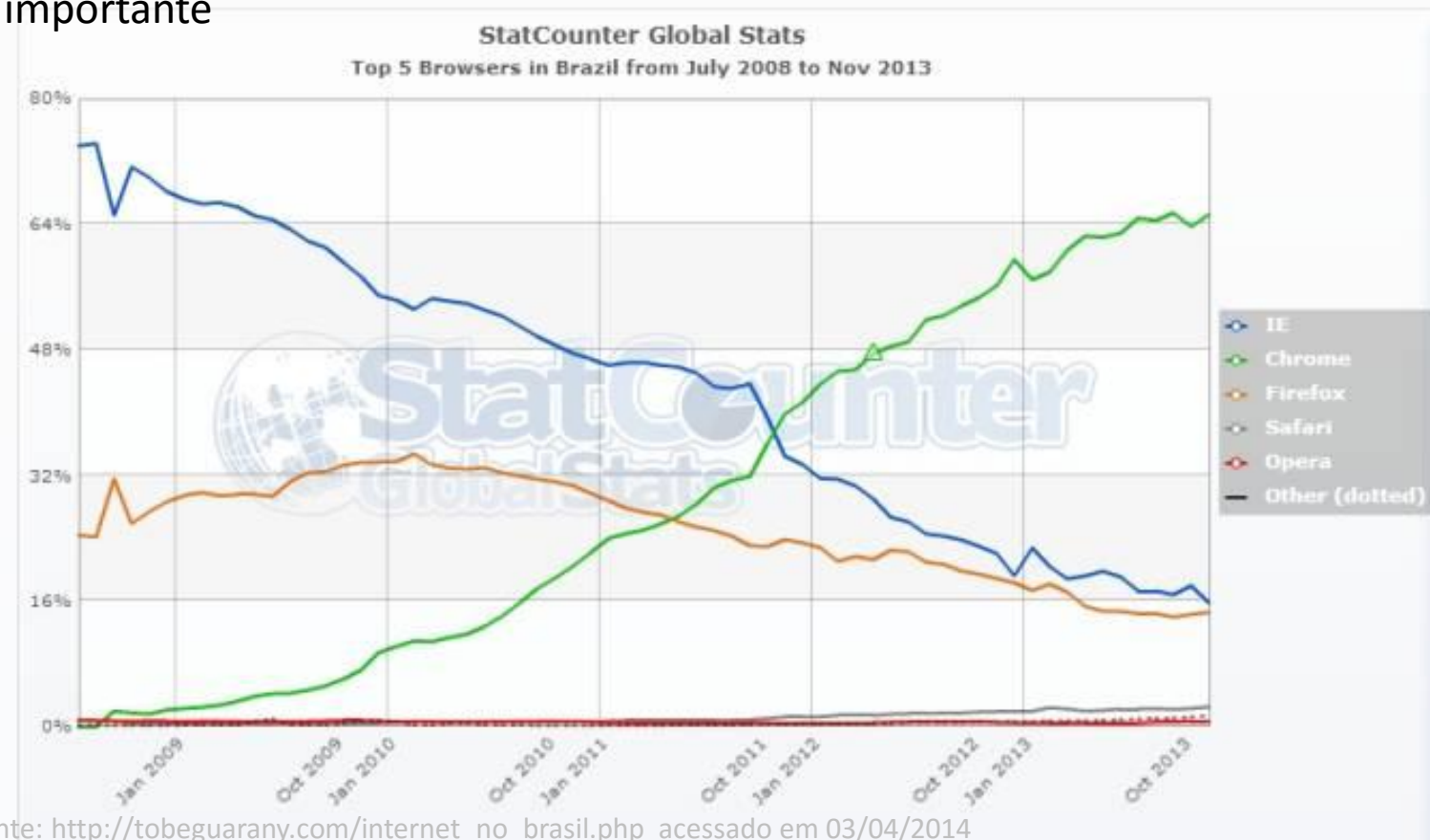
Faturamento anual do e-commerce no Brasil (em bilhões)



Fonte: http://tobeguarany.com/internet_no_brasil.php acessado em 03/04/2014

Mercado Potencial

- ✓ Importante para os desenvolvedores nacionais, a rápida ascensão do Google Chrome é impressionante. Hoje, o Chrome está presente em 65% dos computadores. O IE, que antes tinha 75% do mercado, hoje tem apenas 15%.
- ✓ Quanto à resolução de tela, a antes dominante 1024×768 caiu de 57% para 17%. Hoje, nota-se que as resoluções estão cada vez mais pulverizadas, tornando-se o design adaptável cada vez mais importante



Mercado Potencial

✓ Brasil

Sazonalidade do E-commerce no Brasil



	Período	Faturamento	Tíquete médio	Crescimento
Dia do Consumidor	18/mar/2015	R\$ 200 mi	R\$ 425	15%
Dia das Mães	25/abr a 9/mai 2015	R\$ 1,51 bi	R\$ 401	-5%
Dia dos Namorados	28/mai a 11/jun 2015	R\$ 1,43 bi	R\$ 404	3%
Dia dos Pais	25/jul a 8/ago 2015	R\$ 1,51 bi	R\$ 424	4%
Dia das Crianças	28/set a 11/out 2015	R\$ 1,47 bi	R\$ 385	9%
Black Friday	27/nov/2015	R\$ 1,64 bi	R\$ 580	38%
Cyber Monday	30/nov/2015	R\$ 294 mi	R\$ 433	56%
Natal	15/nov a 24/dez 2015	R\$ 7,40 bi	R\$ 420	26%

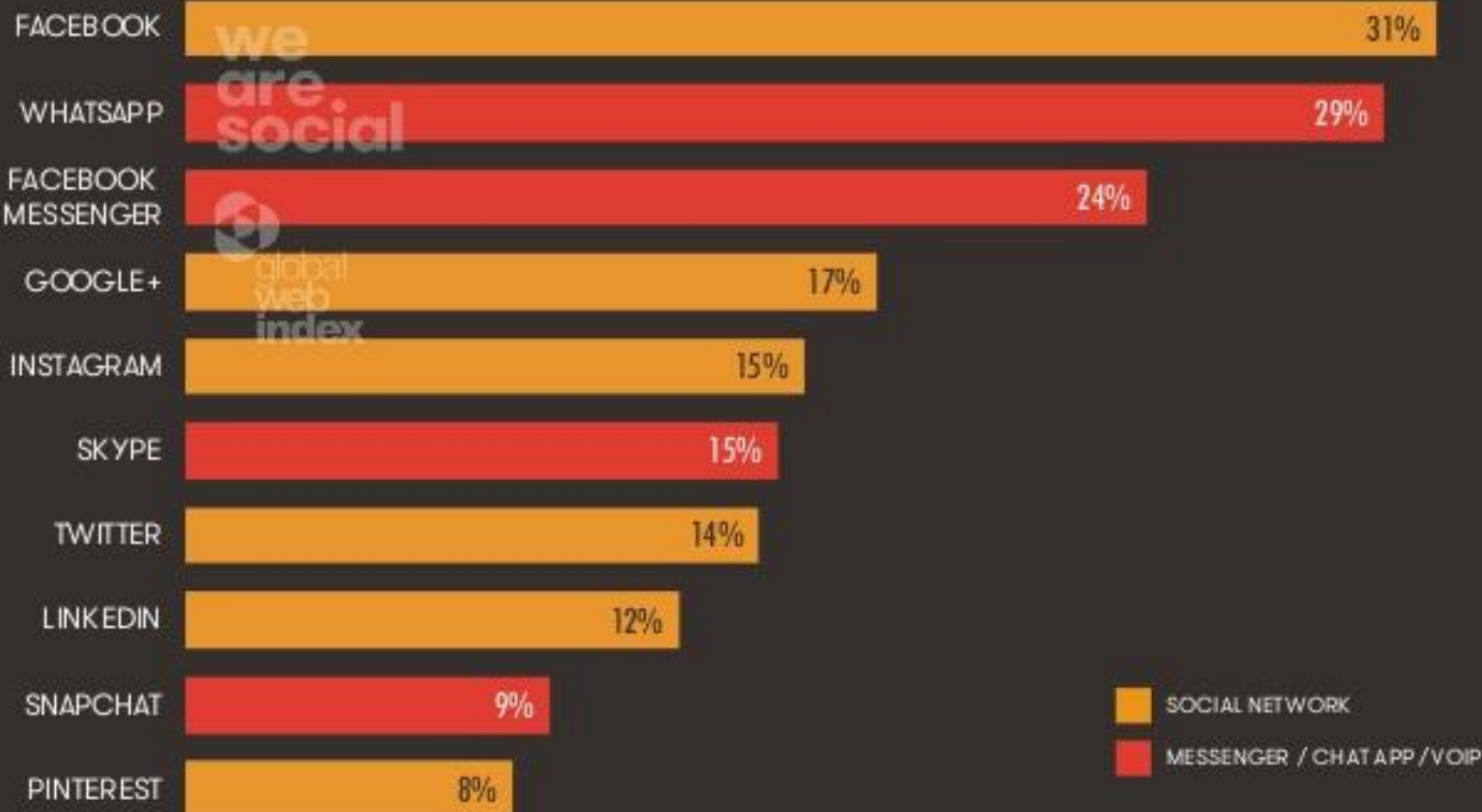
Fonte: E-bit/Buscapé

<http://www.profissionaldeecommerce.com.br/e-bit-numeros-do-e-commerce-no-brasil/>

JAN
2016

TOP ACTIVE SOCIAL PLATFORMS

SURVEY-BASED DATA: FIGURES REPRESENT USERS' OWN CLAIMED / REPORTED ACTIVITY



we
are
social

Source: GlobalWebIndex, Q4 2015. Based on a survey of internet users aged 16-64. Note: Data has been rebased to show national penetration.

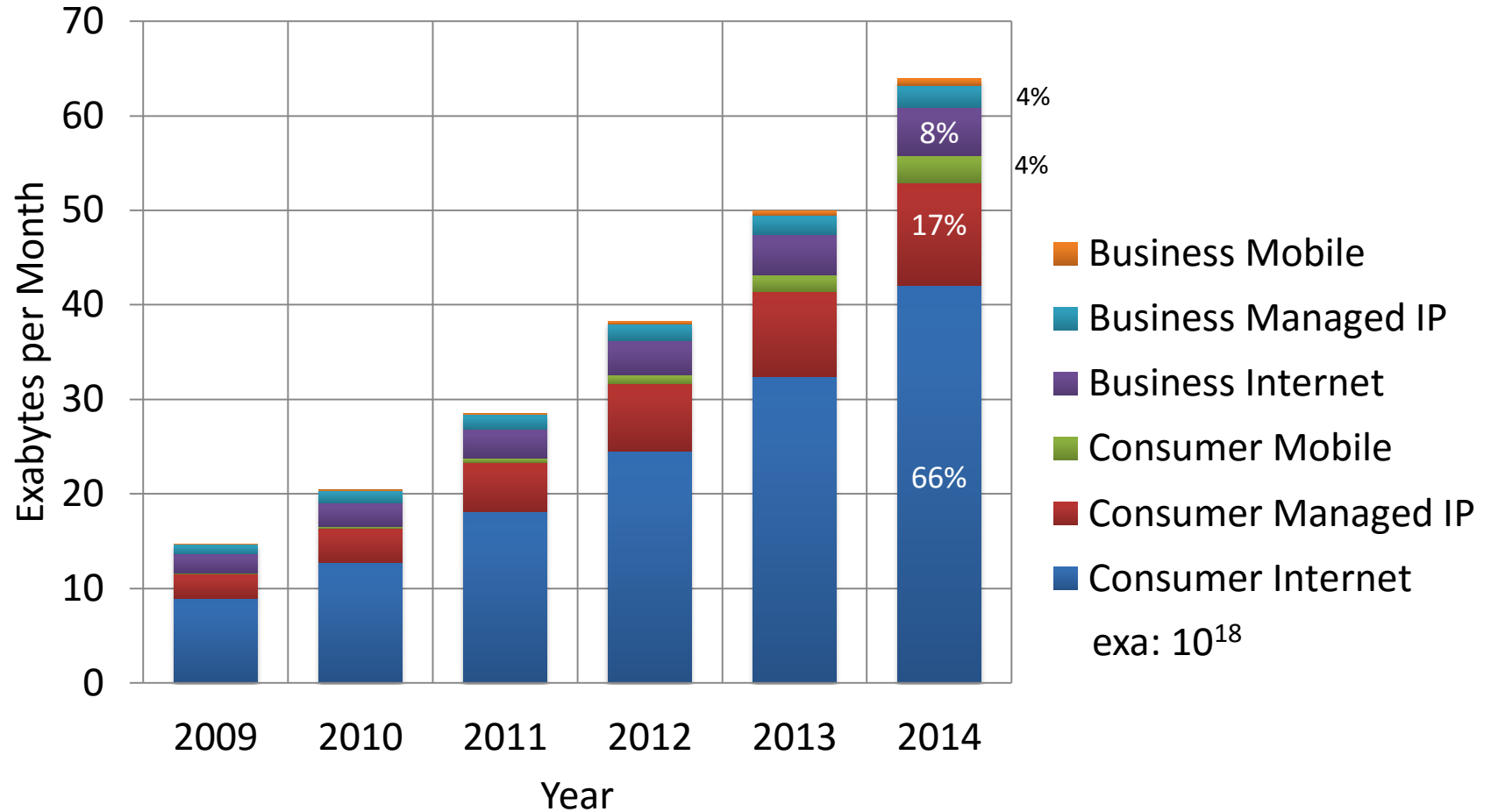
@wearesocialsg • 104

IBGE

- ✓ <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-04/ibge-embardada-ate-amanha-10h-0604>
- ✓ <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-04/celular-e-principal-meio-de-acesso-internet-na-maioria-dos-lares>
- ✓ <http://www.valor.com.br/brasil/4513070/mais-da-metade-da-populacao-brasileira-acessa-internet-aponta-ibge>

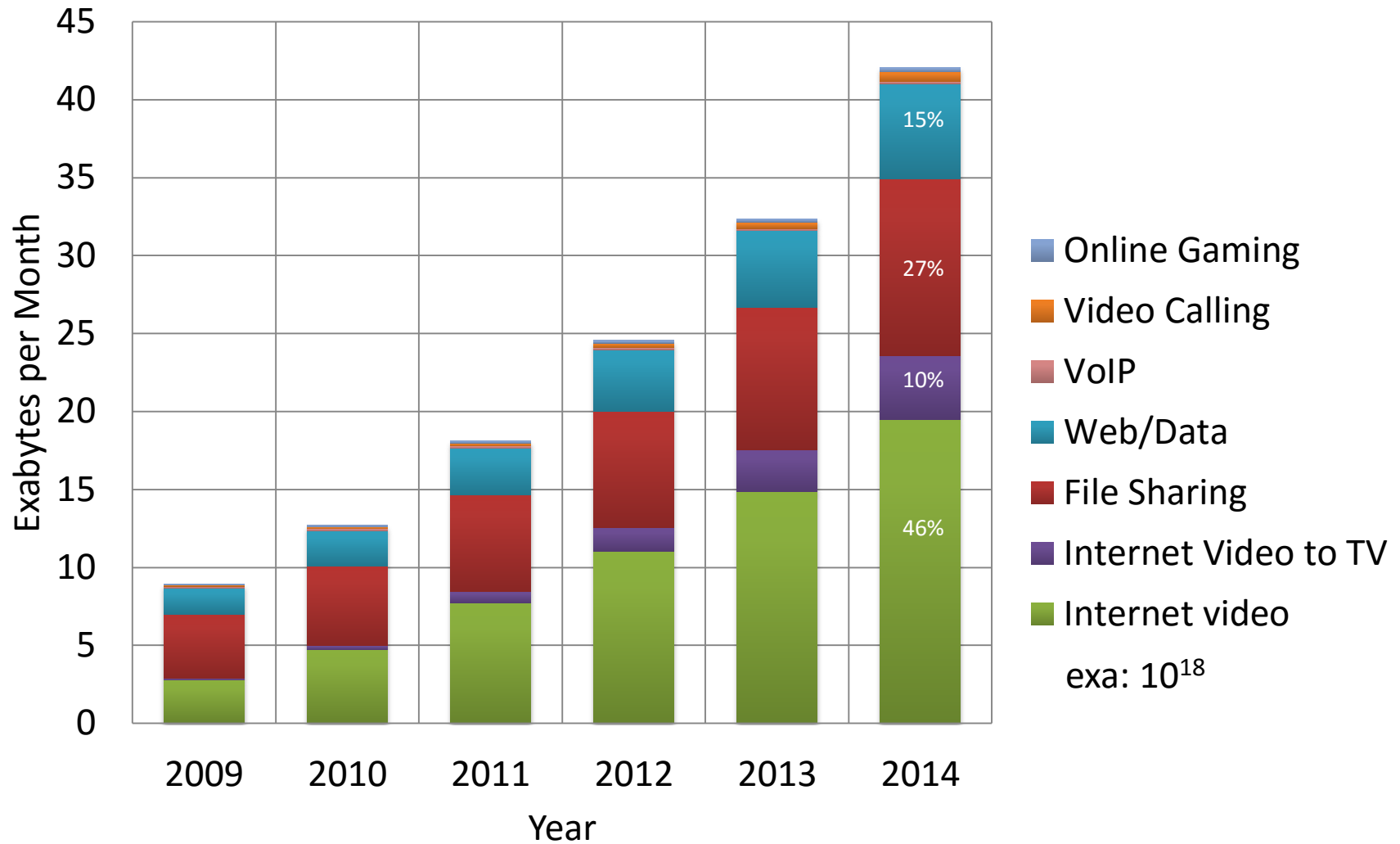
TRÁFEGO E BANDA LARGA

Cisco: Forecasts 64 Exabytes per Month of IP Traffic in 2014



Ref.: Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2009–2014
Cisco Hyperconnectivity and the Approaching Zettabyte Era

Cisco: Global Consumer Internet Traffic Forecast



Ref.: Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2009–2014
Cisco Hyperconnectivity and the Approaching Zettabyte Era

Actual relative sizes:



CC-BY-NC Ralph Straumann, Mark Graham, geonet.oi.ox.ac.uk, Oxford Internet Institute, University of Oxford

The World Online

Percentage of people online

80–100% 60–80% 40–60% 20–40% 0–20%

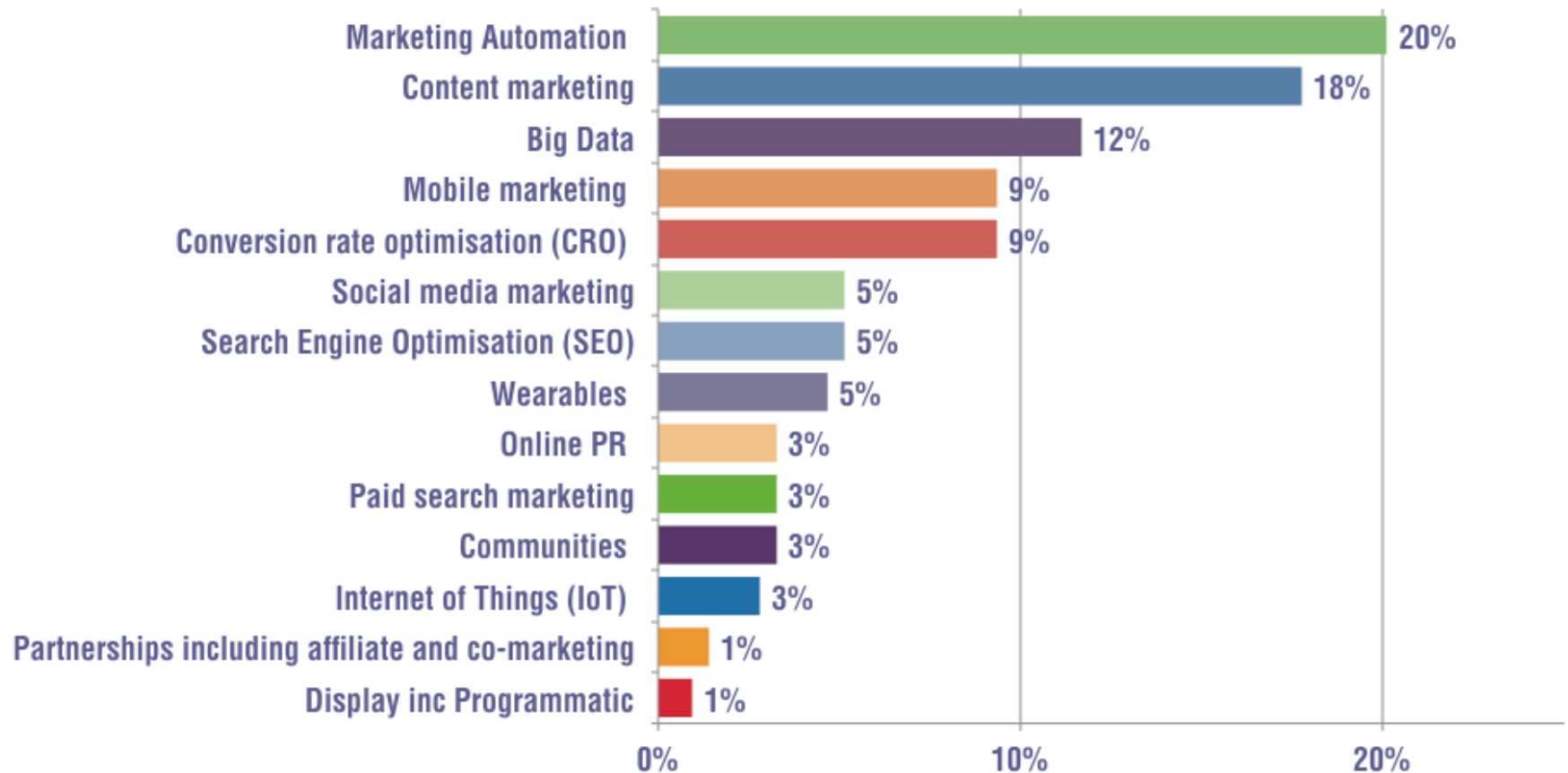
Number of people online

One ● represents roughly 470,000 people online.

The countries are scaled proportionally to the number of Internet users in that country. Countries with fewer than 470,000 people online have been removed from the map. The shading indicates the percentage of the population that is online.

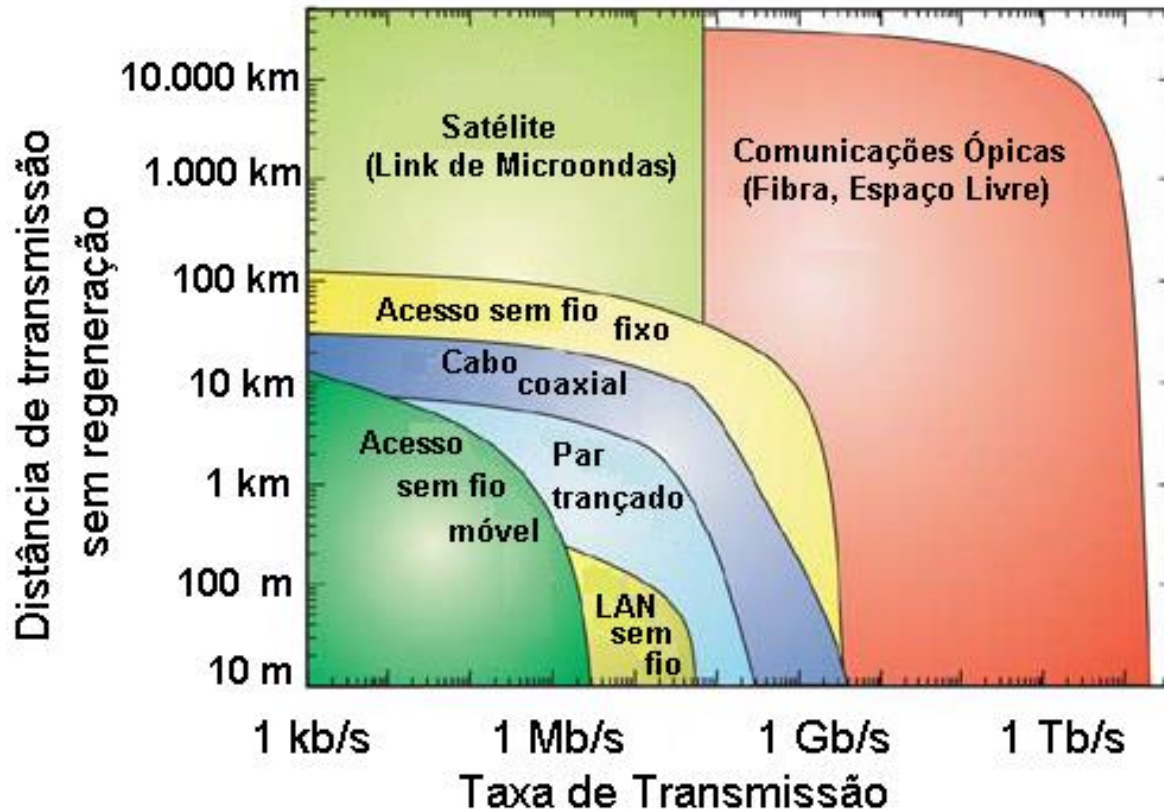
The visualization uses 2013 data from the World Bank's Worldwide Development Indicators project and from Natural Earth.

Digital marketing activities with the greatest commercial impact in 2016?



Telecomunicações

✓ Soluções Tecnológicas



P.J. Winzer, R-J. Essiambre, "Advanced Optical Modulation Formats", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 94, No. 5, pp. 952-985, May 2006.

Largura de faixa: áudio e vídeo

Audio Bit Rate (bps)	Qualidade/comentário
0,8 k	Mínimo necessário para reconhecimento de fala
8 k	Telefonia de qualidade (uso de codec)
224-320 k	Variable Bit Rate to highest MP3 quality
Video Bit Rate (bps)	Qualidade/comentário
1374 k	VCD (Vídeo CD) áudio e vídeo (multiplexados)
1,5-2 M 1.5 Mbps (typical)	SDTV de boa qualidade (compressão MPEG-4)
5-10 M 8 Mbps (typical)	HDTV - High Definition TV (compressão MPEG-4)
40 M	Blu-ray

- ✓ Super HD 2160i formato (8 megapixels): 32 to 60 Mbps por stream
- ✓ Ultra high definition (HD) 4320i formato (32 megapixels): 256 to 480 Mbps por stream

Ref.: http://en.wikipedia.org/wiki/Bit_rate#Bitrates_in_multimedia

The International Cablemakers Federation (ICF); www.icf.at/en/6000/how_much_bandwidth.html

Cenário de banda de alguns serviços

Serviço	Downstream (bps)	Upstream (bps)
HDTV (vários canais)	30 M	50 k
SDTV (vários canais)	8 M	50 k
Jogo on line	10 M	10 M
Video conferência / aprendizado	3 M	3 M
VoIP	110 k	110 k
HSI	5 M	2 M
Navegação multimídia	8 M	2 M
Trabalho em casa	4 M	2 M
Total (estatística)	68 M	19 M

Padrão	MPEG-2 (Mbps)	Típico (Mbps)	MPEG-4 (Mbps)	Típico (Mbps)
SDTV	2 - 5	3	1,5 - 2	1,5
HDTV	15 - 20	16	5 - 10	8

k: 10^3 ; M: 10^6

HDTV: High-definition television;

SDTV: Standard-definition television

HSI: High speed interface; **VoIP**: Voice over Internet Protocol

Ref.: R. W. Heron *et al.*, "Technology Innovations and Architecture Solutions for the Next-Generation Optical Access Network", Bell Labs Technical Journal 13(1), 163–182 (2008)

Ref.: The International Cablemakers Federation (ICF)
http://www.icf.at/en/6000/how_much_bandwidth.html

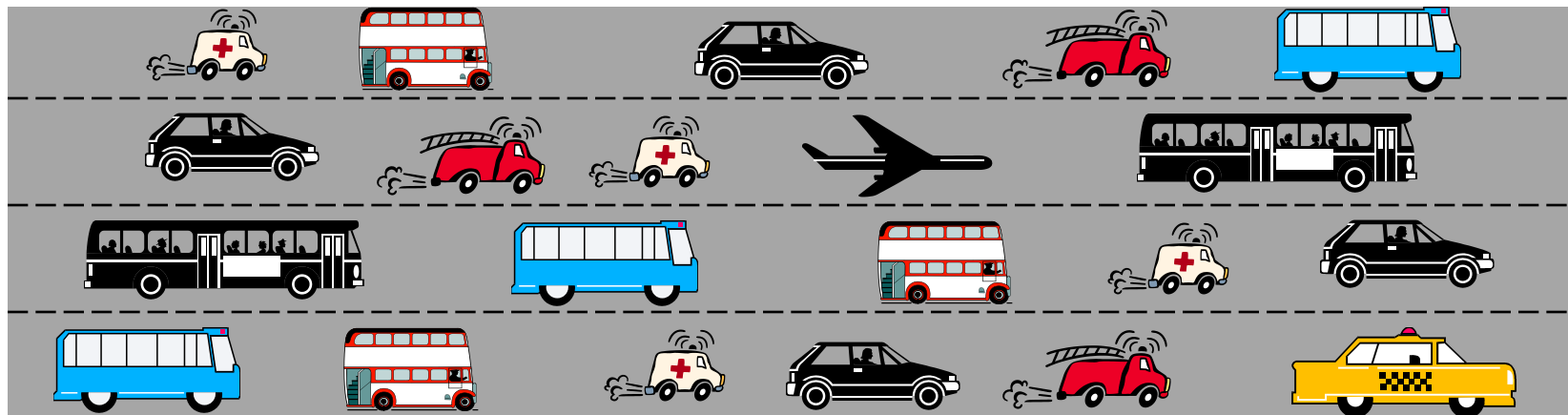
Impacto do crescimento do tráfego nas redes



Rede/Ano Tráfego (exabyte/mês)	Acesso	Metropolitana	Longa-distância
2007	8	7	6
2012	53	47	28
Fator de crescimento	7	7	5

Ref.: Cisco “Visual Networking Index – Forecast and Methodology, 2007–2012”

Tecnologias de acesso ao meio

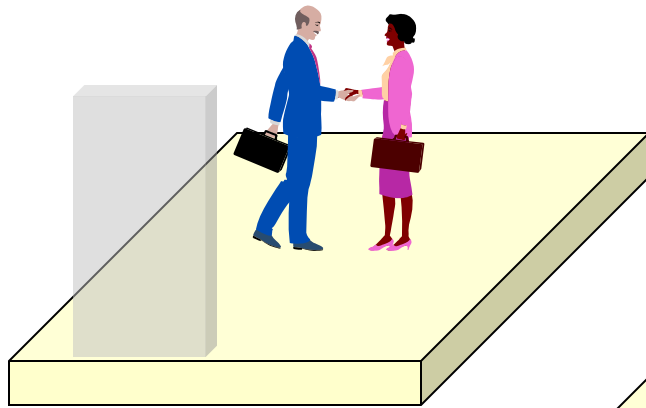


FDMA
TDMA
CDMA

D: divisão
M: múltiplo
A: acesso

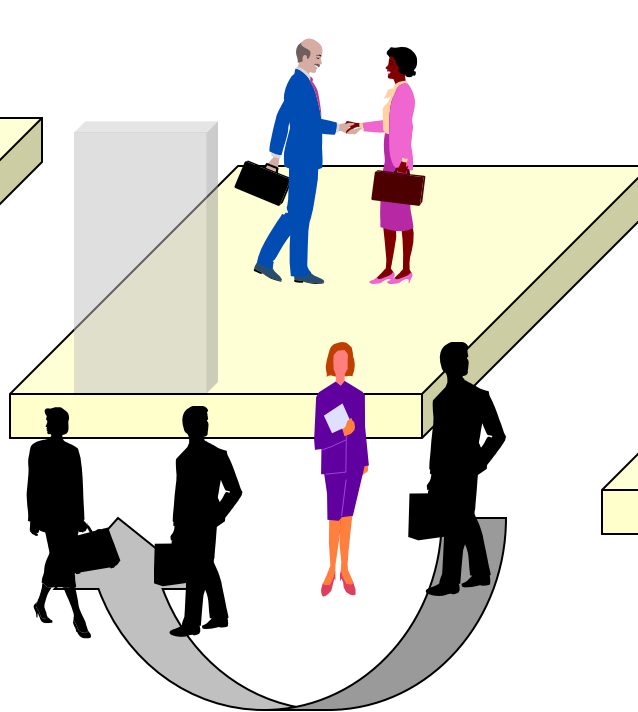
F: frequência
T: tempo
C: código

FDMA, TDMA, CDMA



FDMA

2 usuários acessam a sala e a utilizam continuamente. Nenhum outro usuário pode utilizar a sala.



TDMA

usuários têm acesso à mesma sala e a utilizam continuamente por pouco tempo: revezamento.



CDMA

todos os usuários têm acesso à mesma sala. Só há conversação entre os que “falam a mesma língua” (código).

Tecnologias de acesso

Tecnologia	Down/Up (Mbps)	Nota
ADSL 2+	24/3,5	Par de fios
Cable modem	300/100	Coaxial
WiMAX	70	Brasil: 2,6; 3,5 e 5 GHz
Wi-Fi	11 a 54	
3 G W-CDMA	0,384 (efetiva 0,2 a 0,3)	Brasil: 850; 1900-2100 MHz
3 (3.5) G HSDPA	14,4 (efetiva 0,4 a 0,7)	3,5 GHz
4 G LTE	50 (efetiva 5-10 Mbps)	1800; 2500 MHz
GPON (2,5 Gbps)	155/19,5	Fibra óptica; split 16/32/64/128
EPON (1,0 Gbps)	62,5/31,3	Fibra óptica; split 16/32

Par de fios, cabo coaxial; sem fio; fibra óptica

ADSL: 25 Mbps a 300 m; 16 Mbps a 2 km; 800 kbps a 5 km; cobre 0,4 mm

WiMAX: *Worldwide inter-operability for microwave access*, 6 a 9 km; Brasil: concessão blocos de 5 MHz; max 30 MHz

3G: 3ª geração; Brasil: concessão blocos 10+10 e 15+15 MHz

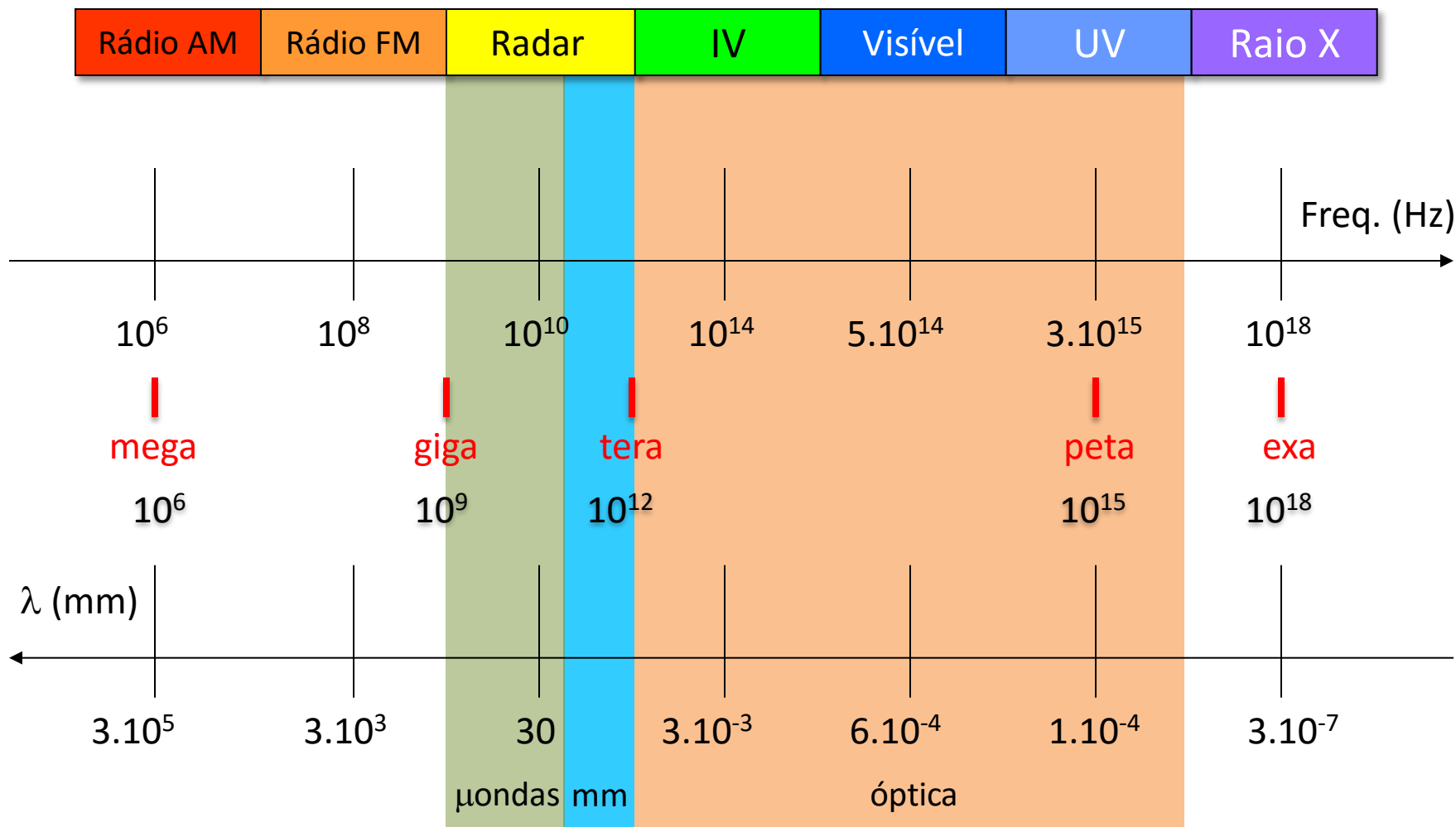
W-CDMA: Wideband code division multiple access; máximo por móvel; canal de 5 MHz

HSDPA: High-speed downlink packet access; **LTE:** long term evolution; baseado em IP

GPON: Gigabit passive optical network; **EPON:** Ethernet passive optical network

COMUNICAÇÕES ÓPTICAS

Espectro Eletromagnético



Solução: a fibra óptica



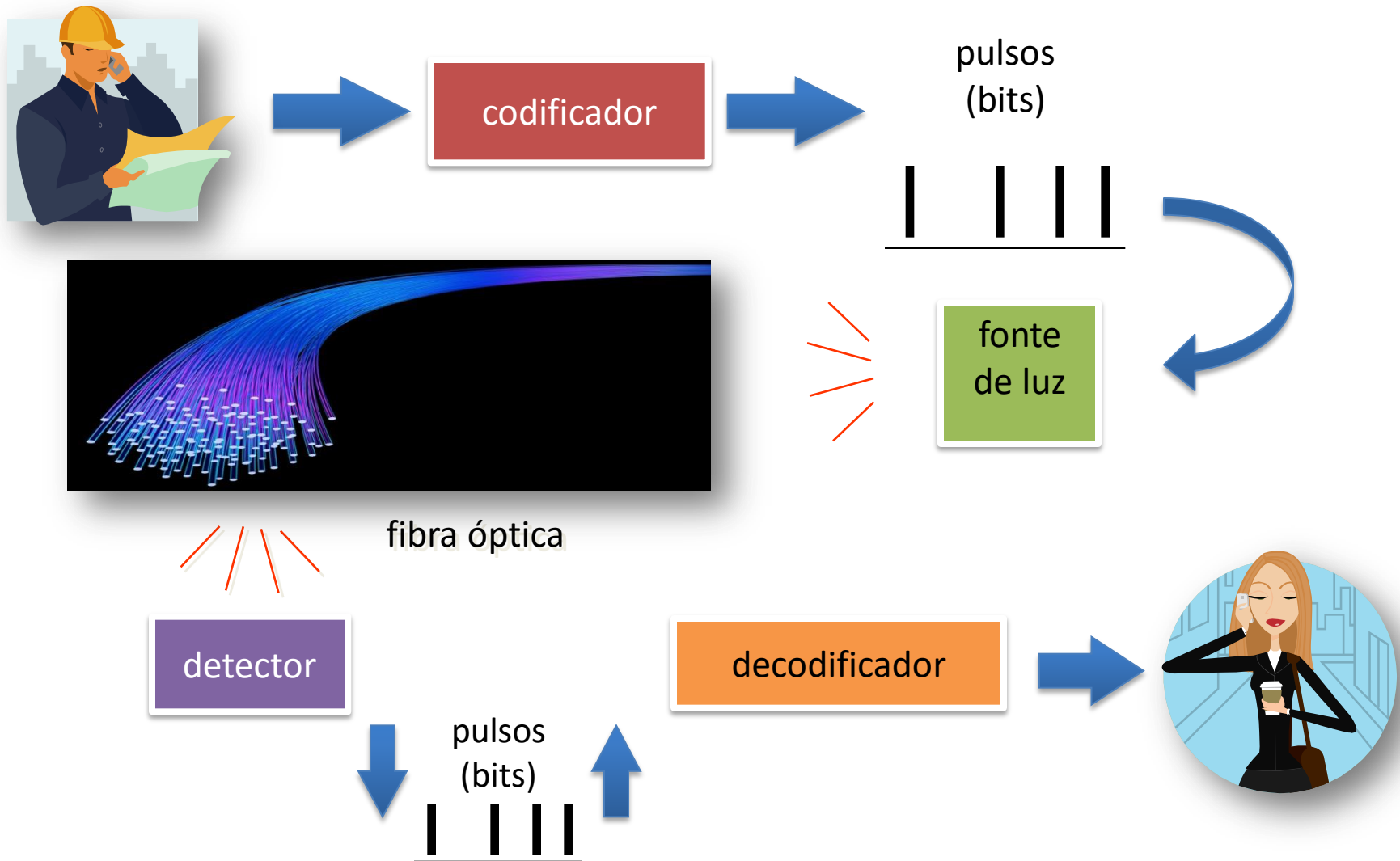
Fibra óptica



Fibra óptica

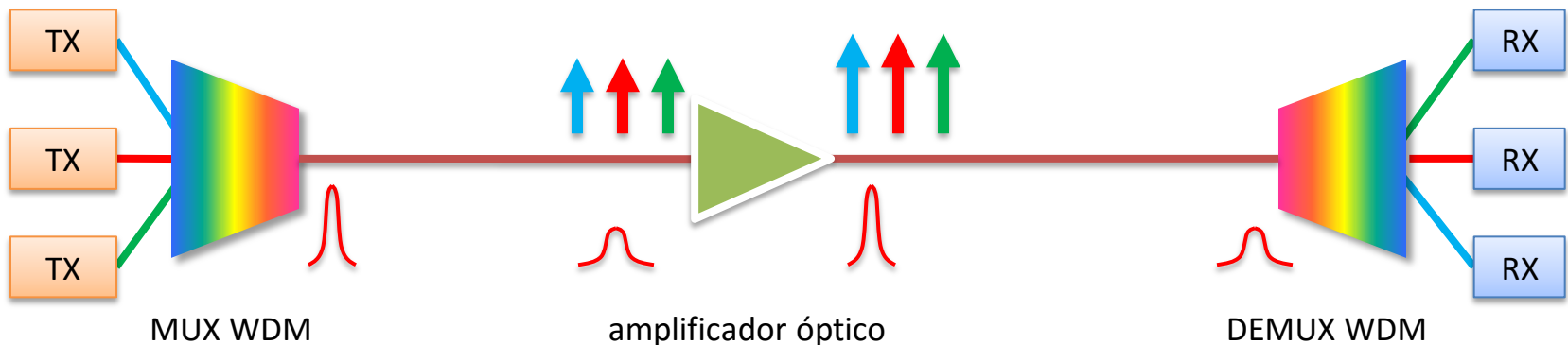


Sistema de comunicação óptica



Evolução dos sistemas de comunicações ópticas

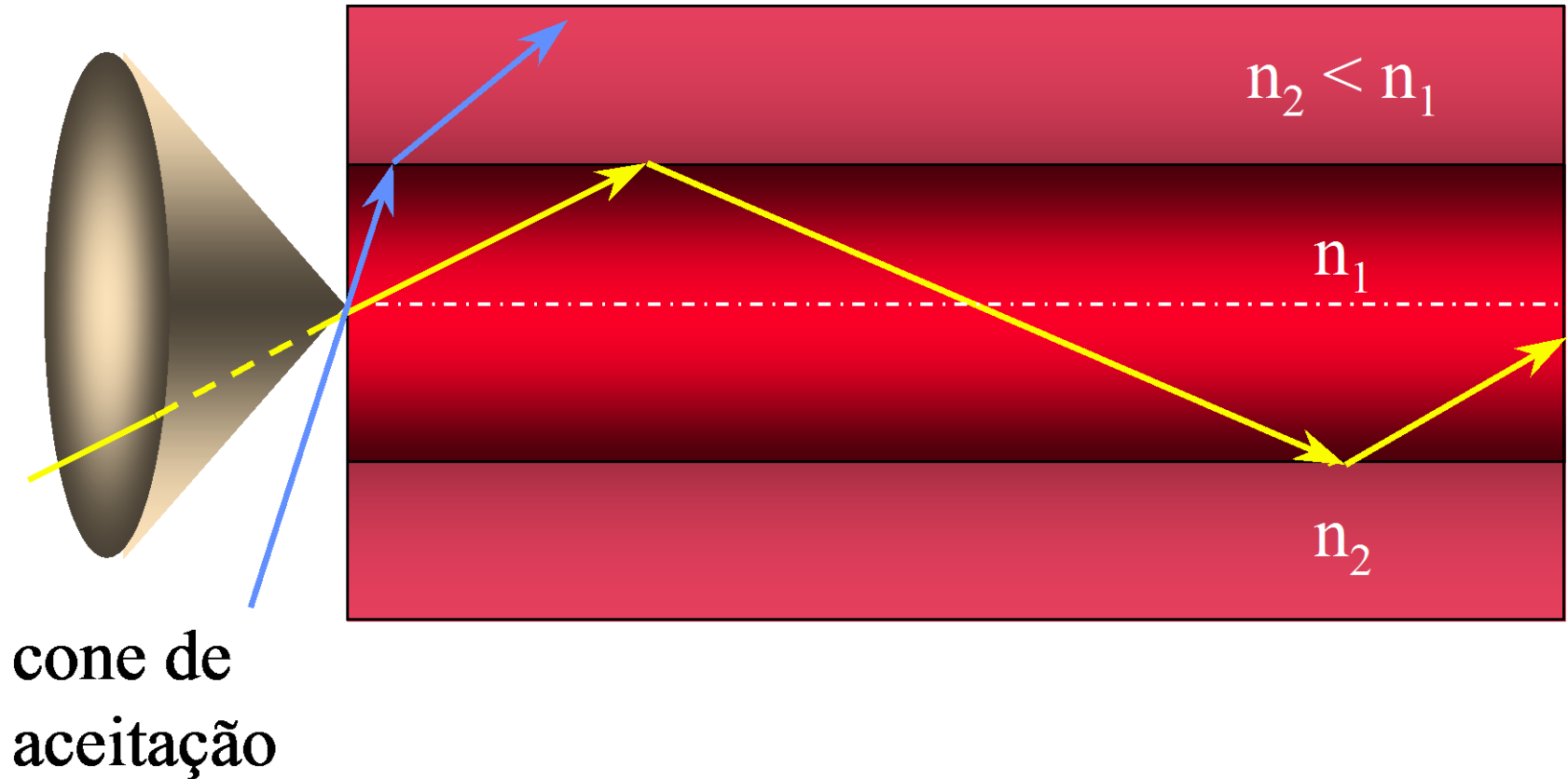
Fonte	Comprimento de onda (μm)	Comprimento do enlace, L (km)	Fibra	Receptor	Ano/ taxa de bit
Laser	0,85	10	Multimodo	Fotodetector	Final 70-início 80: 32 a 140 Mbps
Multimodo	1,3	40	Monomodo	APD	Final 80: mais de 1 Gbps
Monomodo	1,55	>100		PIN	Final 80 – início 90: EDFA (1987); WDM, 10 Gbps Taxas: 2,5; 10; 40 ; 100 Gbps



WDM: wavelength division multiplexing; **MUX:** multiplexador; **DEMUX:** demultiplexador; **TX:** transmissor; **RX:** receptor; **EDFA:** erbium doped fiber amplifier

Animação: www.c2v.nl

Operação fibra óptica



Cabos de fibras ópticas



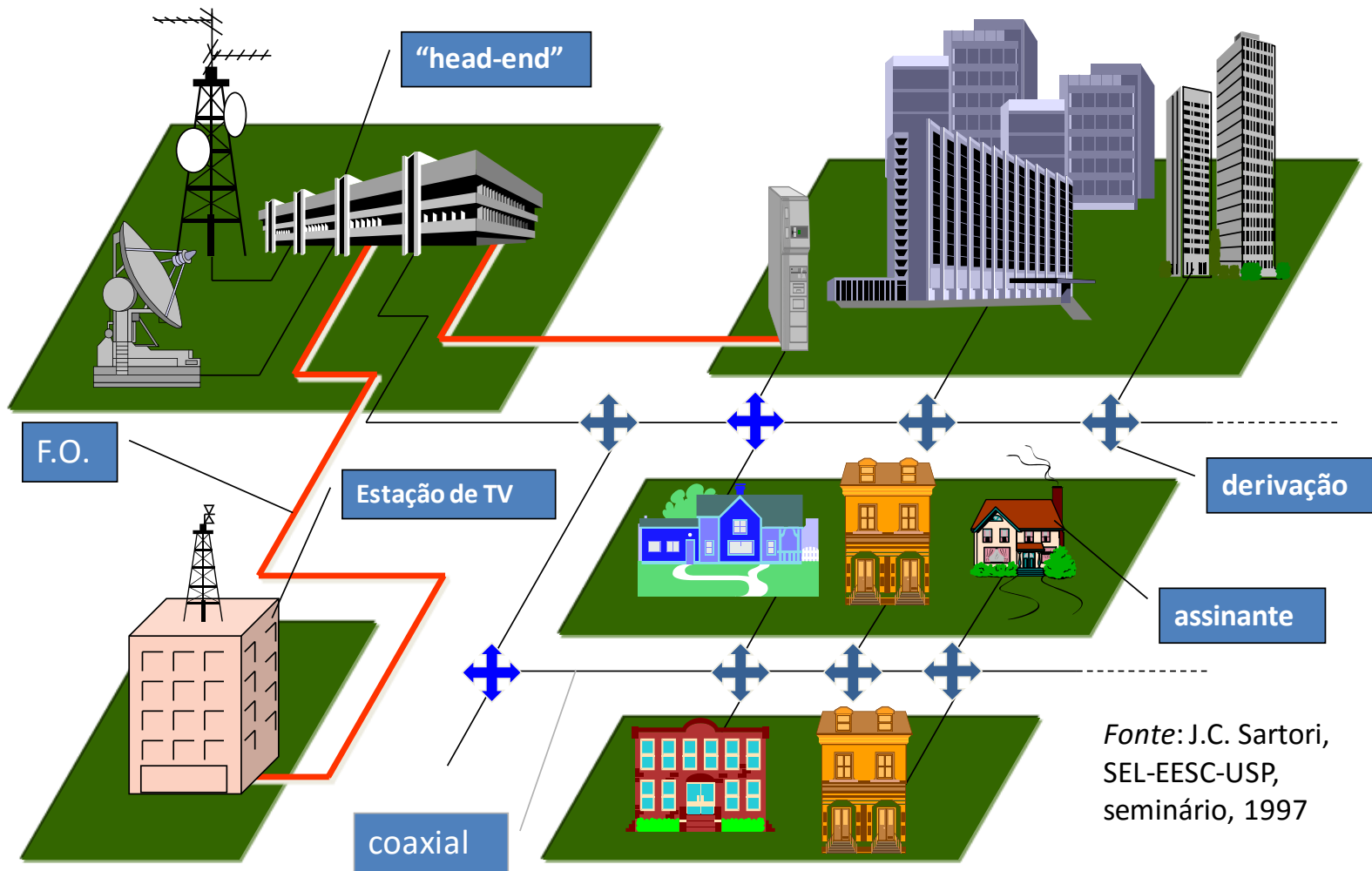
Rede de cabo óptico submarino

A NEW MAP of the SUBMARINE CABLES connecting the World, according to the best Authorities with all the latest Discoveries to the PRESENT PERIOD, 2015.



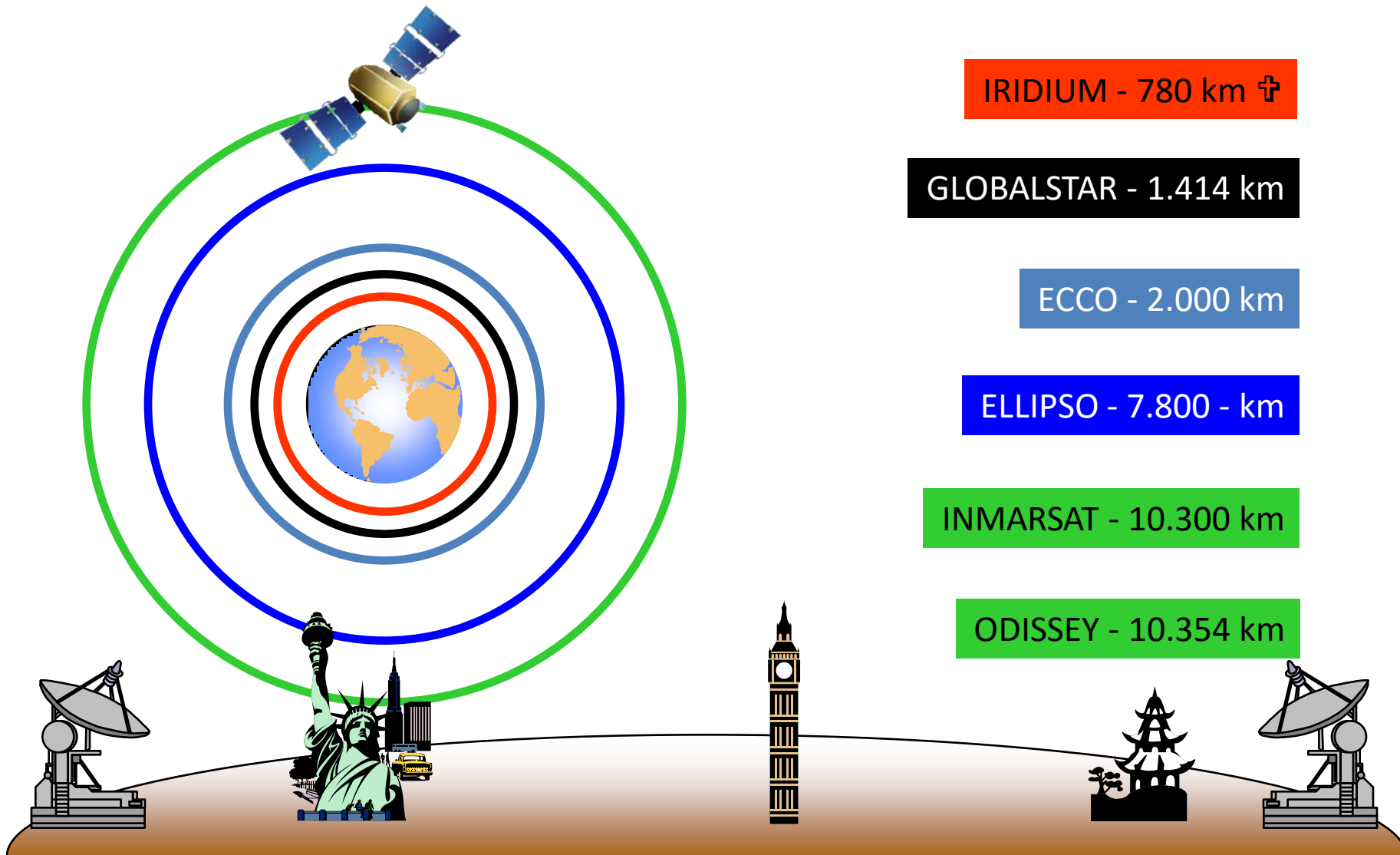
TV VIA CABO COMUNICAÇÃO VIA SATÉLITE

Rede de TV via cabo

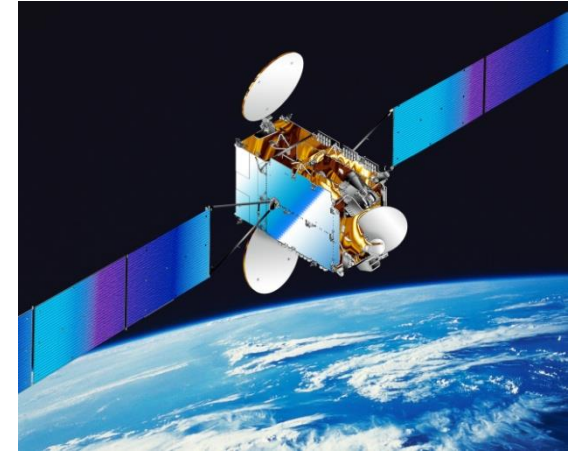


Fonte: J.C. Sartori,
SEL-EESC-USP,
seminário, 1997

As órbitas e os consórcios de satélites



Cobertura satélite Star one C2



Embratel
Guaratiba, RJ

Satélite Star one C2
DOC.: CTS-SISCOM/ENGSI-08003/00
www.starone.com.br/

Worldphone



Nera WorldPhone
Modelo **2003-02-17**
Voz: 4,8 kbps
Fax Grupo 3: 2,4 kbps
Dados: 2,4 kbps
www.ner.no

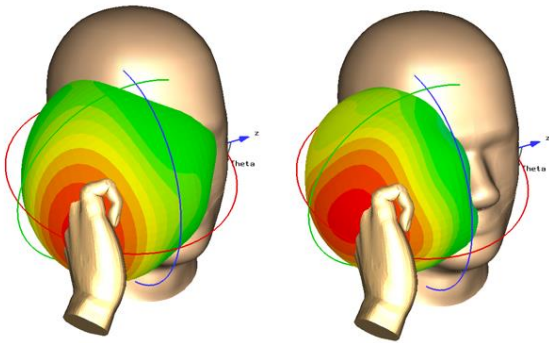


Nera WorldCommunicator
Modelo **17.02.2003**
Dados: 64 kbps; até 128 kbps
Voz (comprimida): 4.8 kbps
Transmissão: 1626,5 to 1660,5 MHz
Recepção: 1525 to 1559 MHz

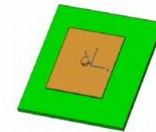
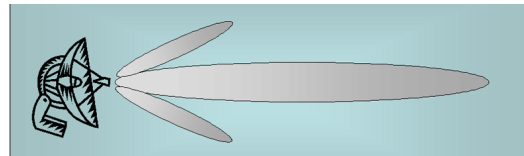


ANTENAS

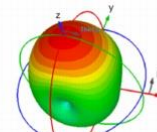
Diagramas de radiação



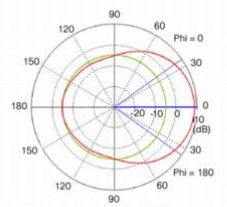
GSM (1747,7 MHz)
CST Studio (www.cst.com)



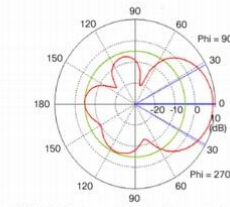
(a) Patch Antenna Model



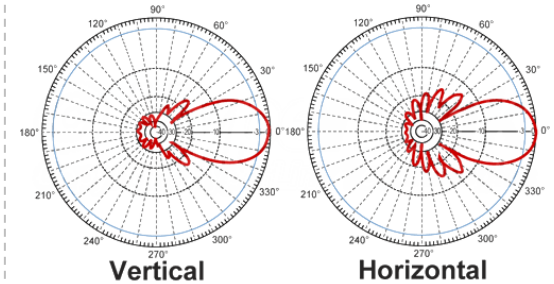
(b) Patch Antenna 3D Radiation Pattern



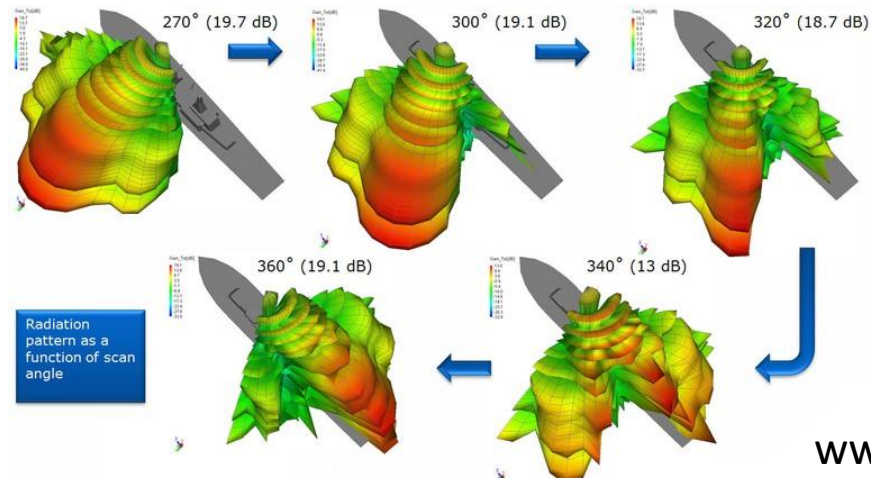
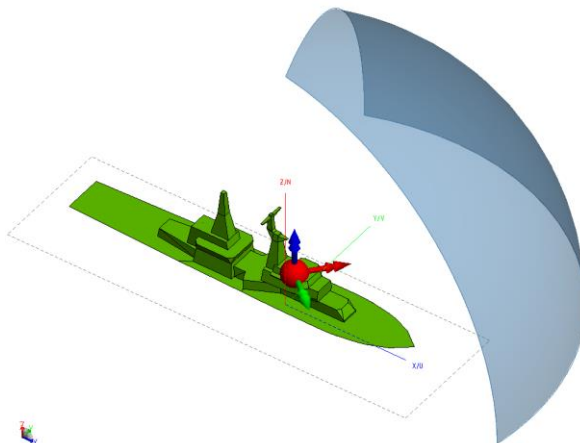
(c) Patch Antenna Azimuth Plane Pattern



(d) Patch Antenna Elevation Plane Pattern



900 MHz 14 dBi Yagi



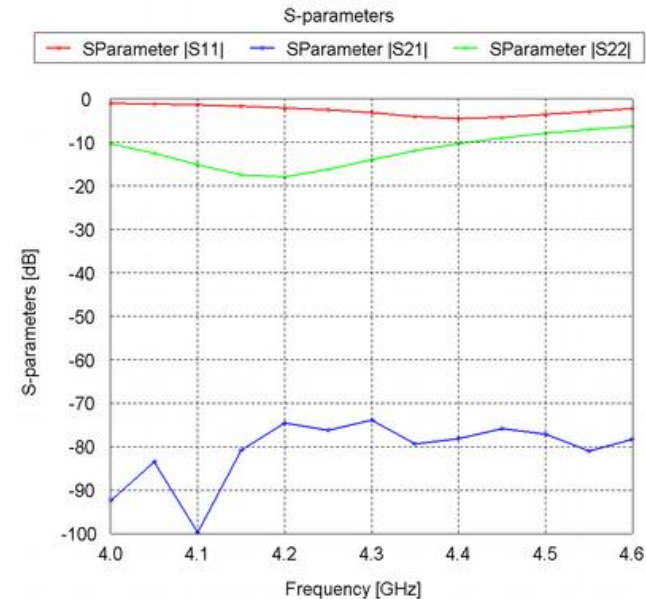
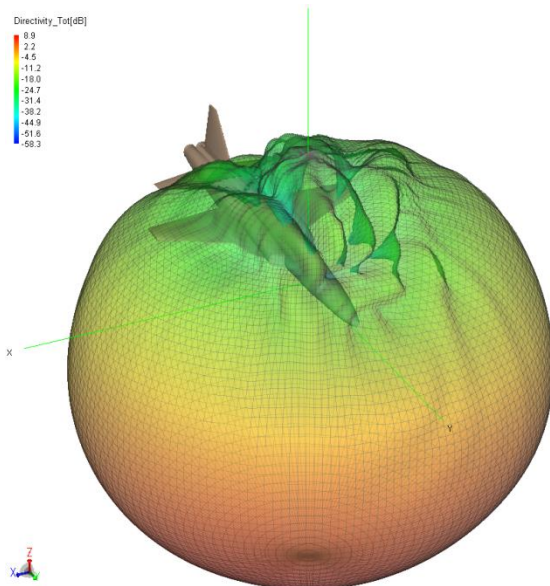
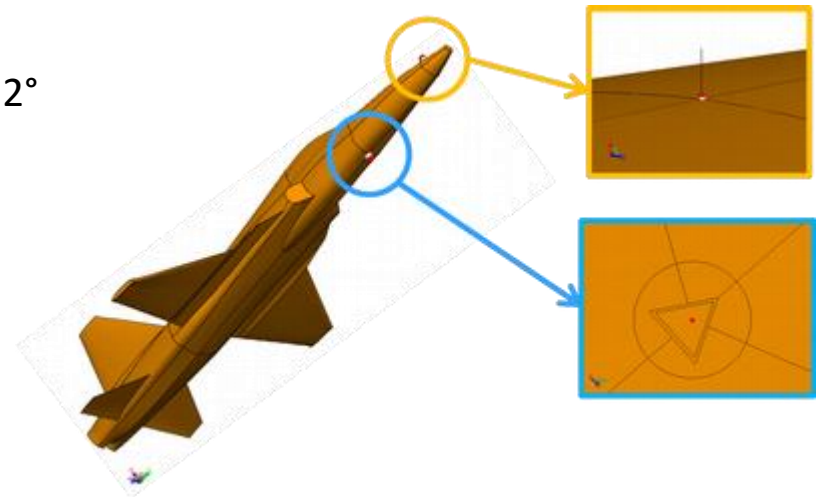
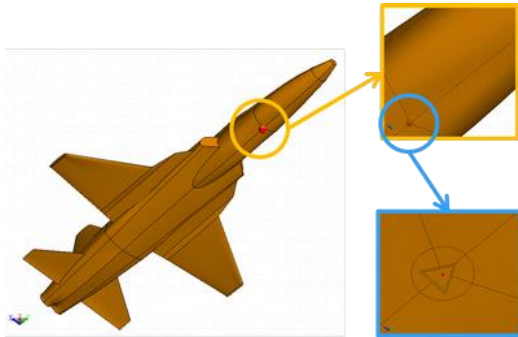
Radiation
pattern as a
function of scan
angle

www.feko.com

Antena patch triangular em fuselagem

Frequência central: 4,3 GHz; Ganho: 9 dBi

E-plane beam width: 88 °; H-plane beam width: 52°



www.feko.com

Antena para comunicação em aeronaves



Esterline 
MONTREAL • OTTAWA • CHICAGO • www.cmcelectronics.ca

CMC Electronics

- ✓ **Serviço**
 - ✓ Inmarsat
 - ✓ Voz e dados até 432 kbps
 - ✓ Compatibilidade ARINC 781*
- ✓ **Frequências**
 - ✓ Recepção: 1525 a 1559 MHz
 - ✓ Transmissão: 1626,5 a 1660,5 MHz
- ✓ **Cobertura**
 - ✓ Entre 12 e 17 dBi sobre 90%
 - ✓ Mínimo de 9 dBi sobre 100%
- ✓ **Polarização**
 - ✓ Circular à direita
- ✓ **Aerodinâmica**
 - ✓ Penalidade combustível: 0,04%
- ✓ **Certificação A330 e A340**

*Aeronautical Radio, Incorporated (ARINC)

Antena parabólica-2



Comunicação via satélite,
Erdfunkstelle Raisting

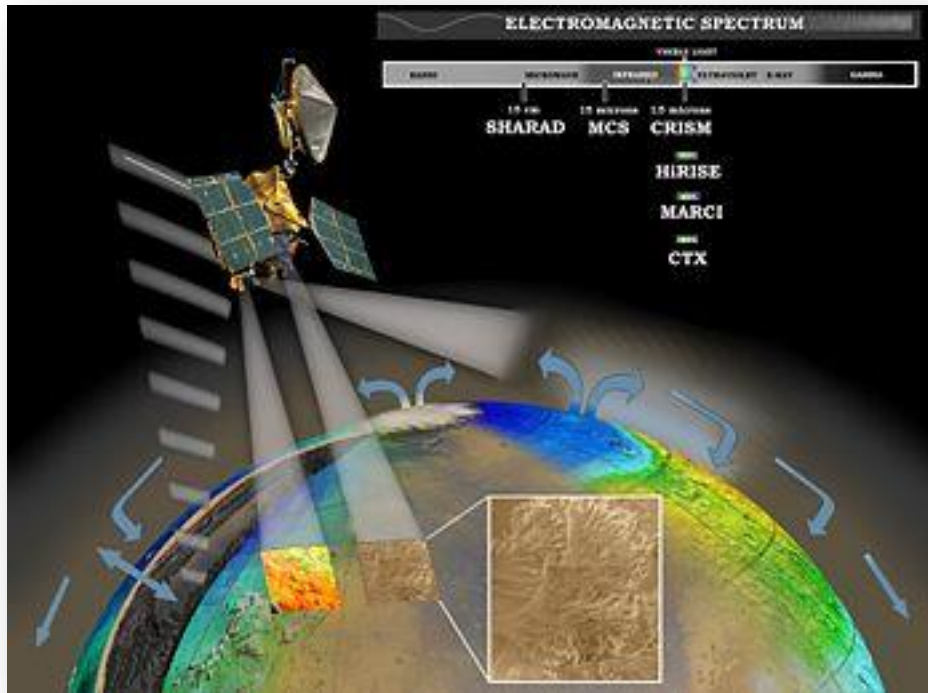


Very Large Array (VLA), radiotelescópio,
Socorro, Novo México, EUA
Em 1989 rastreou a Voyager 2, lançada
em 1977, Saturno, Netuno, Urano



Observatório de Arecibo, Porto Rico
Universidade Cornell, EUA
38 mil painéis (1×2 m) de alumínio
305 m diâmetro
Radar: 20 TW (EIRP) at 2380 MHz, 2,5 TW (pico pulso) em 430 MHz,
e 300 MW em 47 MHz
Ref.: wikipedia.org

Mars Reconnaissance Orbiter (MRO)



Goldstone DNS antenna, CA, EUA

Sonda e equipamentos em ação

Lançamento: 12 de agosto de 2005

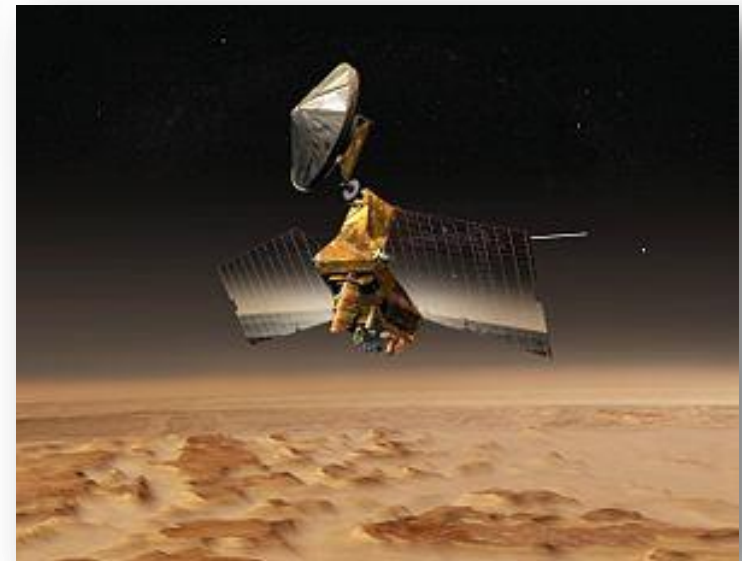
Órbita de Marte: 10 de março de 2006

Radar de exploração de solo: 15 a 25 MHz

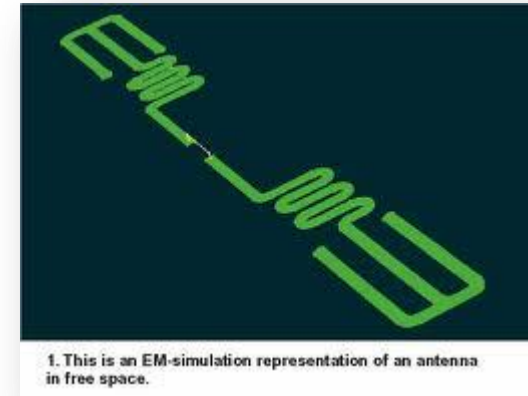
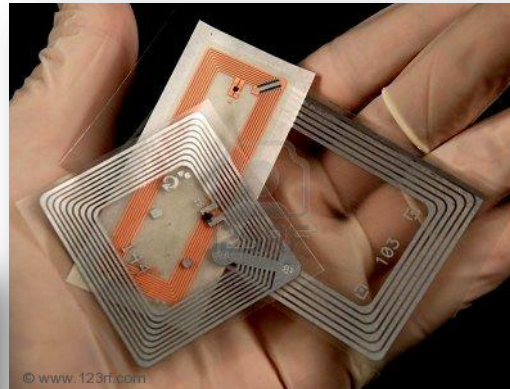
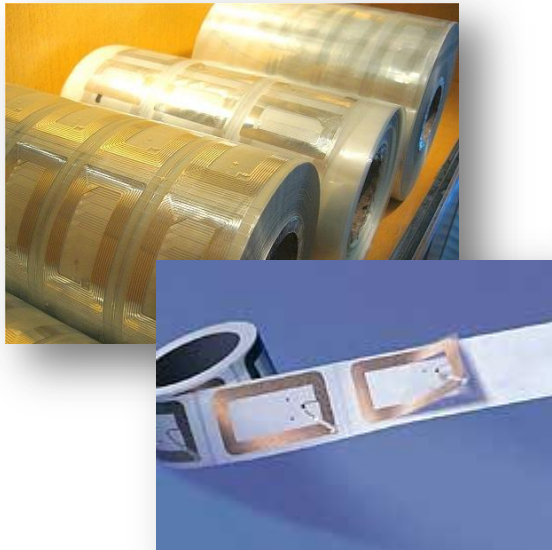
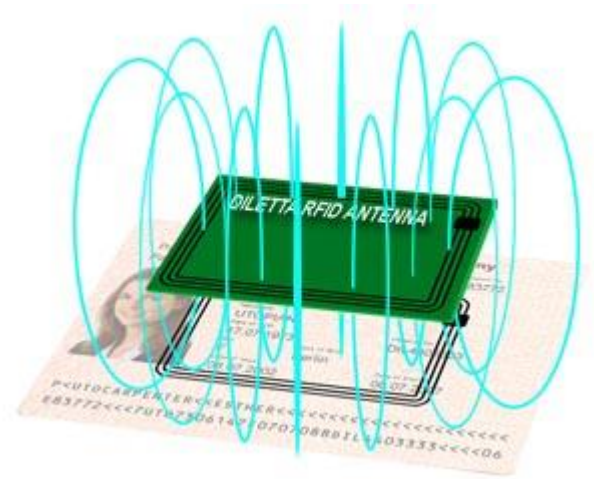
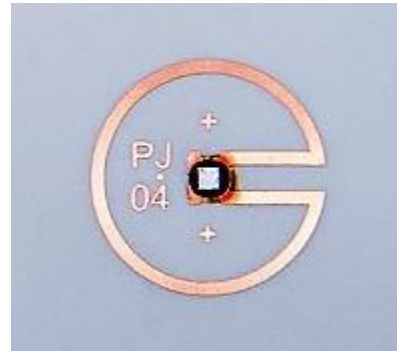
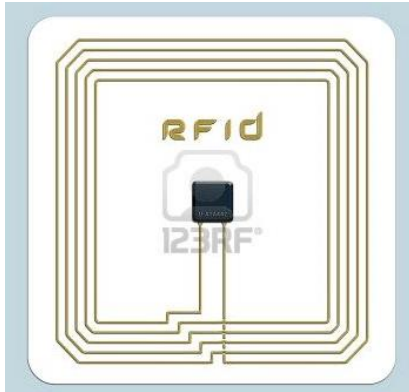
Banda-X: 8,41 GHz (100 W), antena 3 m diâmetro

Banda Ka: 32 GHz (35 W)

6 Mbps

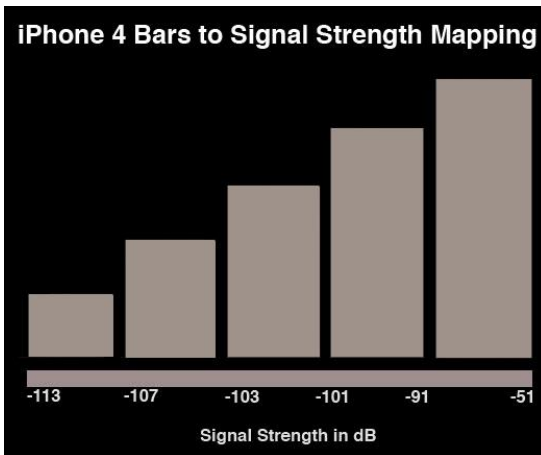
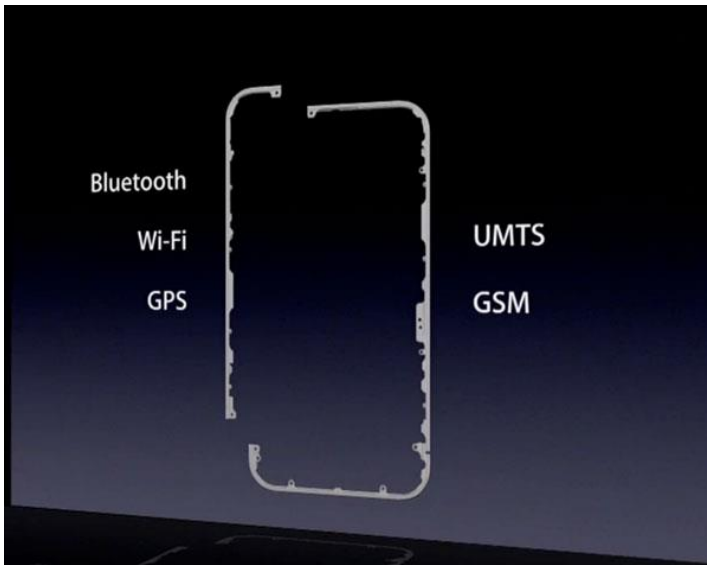


Radio Frequency Identification (RFID)-1



Frequências mais usadas: 125 kHz e 13,56 MHz

iPhone (4) e iPad (2)



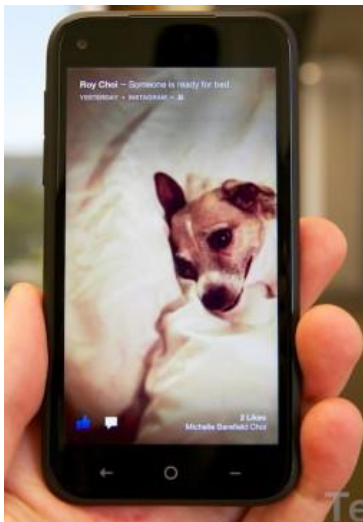
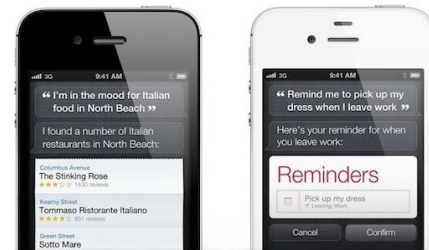
www.ifixit.com/Teardown/iPod-Touch-4th-Generation-Teardown/3562/3
<http://www.techrepublic.com/photos/apple-ipad-2-teardown/6201759?seq=36&tag=content;siu-container#photo-frame>

www.anandtech.com/show/3794/the-iphone-4-review/2



COMUNICAÇÃO MÓVEL CELULAR

Hoje

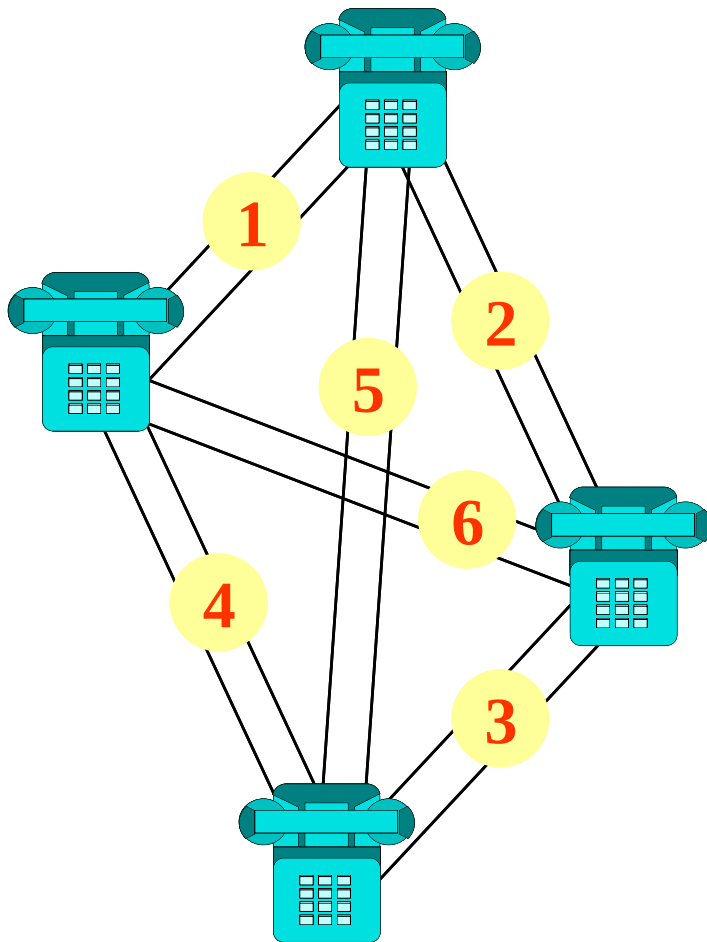
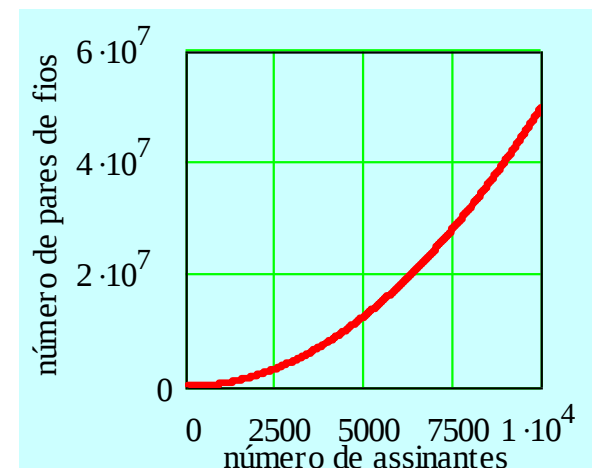


Central de comutação-1

nº de pares de fios necessários para interconectar n aparelhos **2 a 2** :

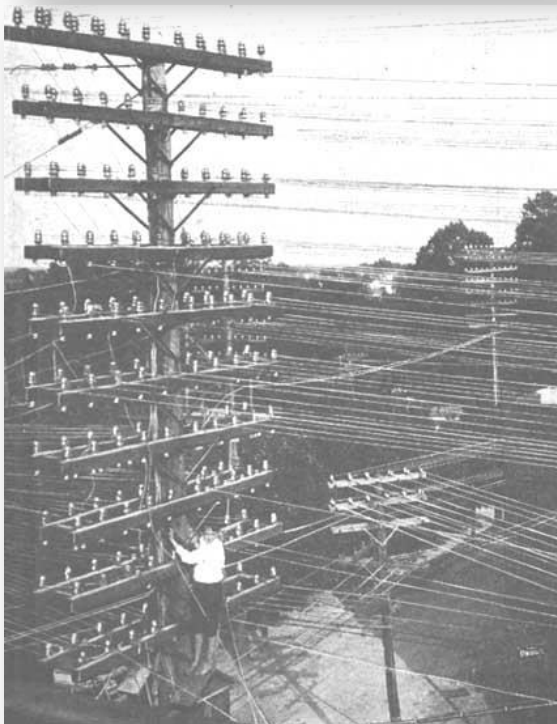
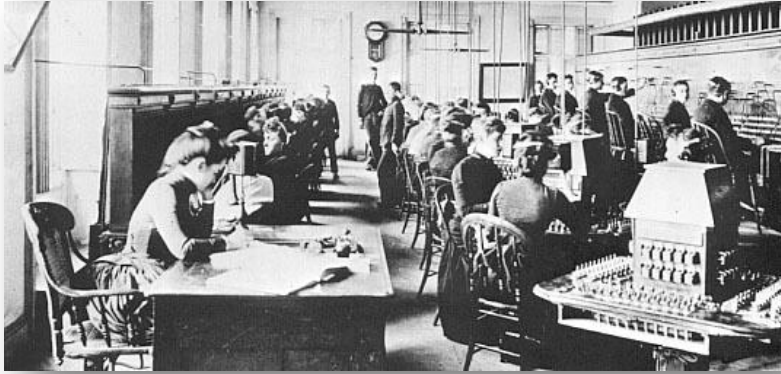
$$n_p = n(n - 1) / 2$$

Número de assinantes (n)	Número de pares de fios (n_p)
4	6
100	4.950
10.000	49.995.000



Solução?

Central de comutação-2

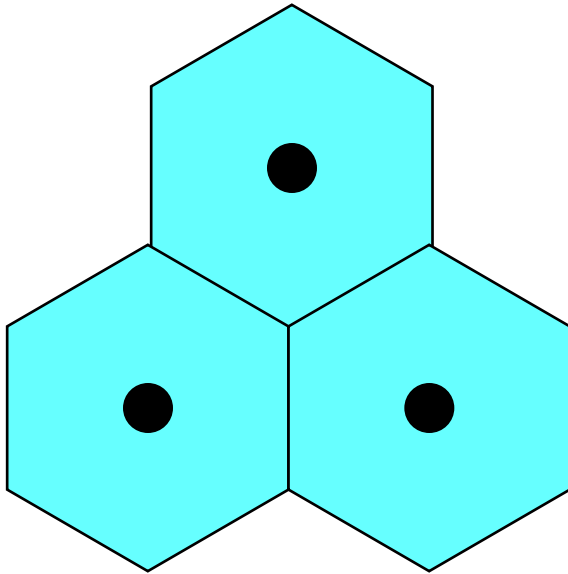


1890



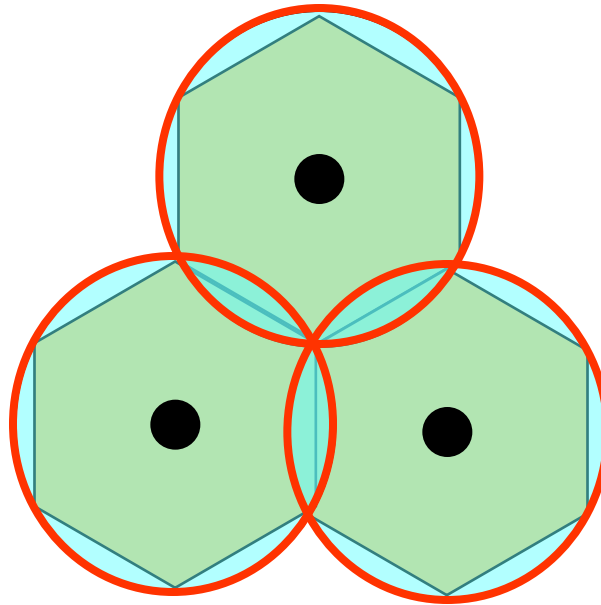
O formato das células

Hexagonal

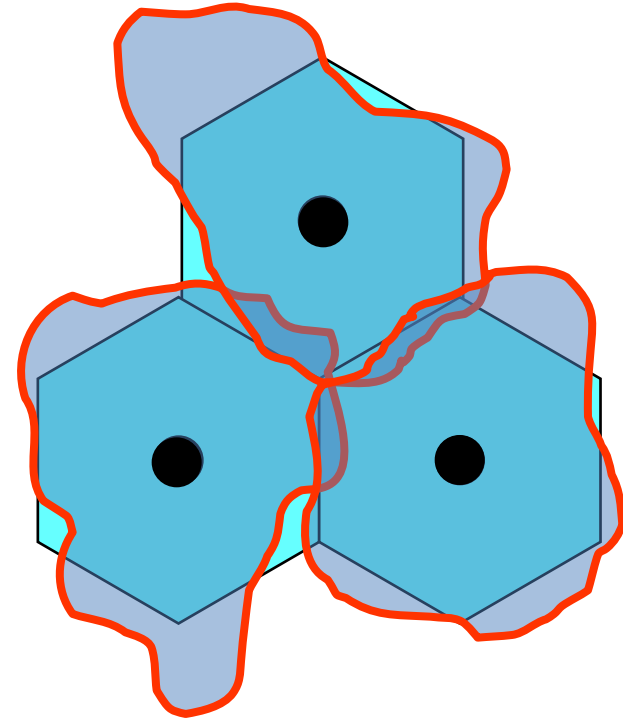


Fictício

Circular



Ideal

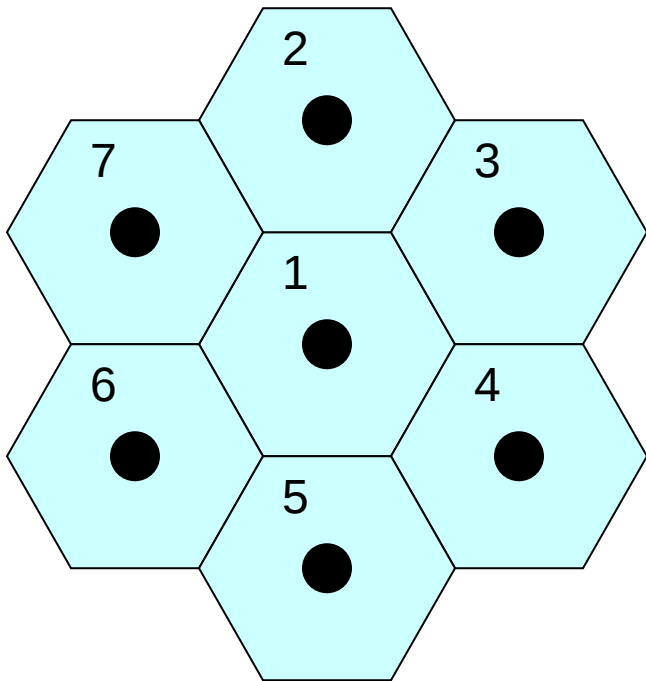


Real

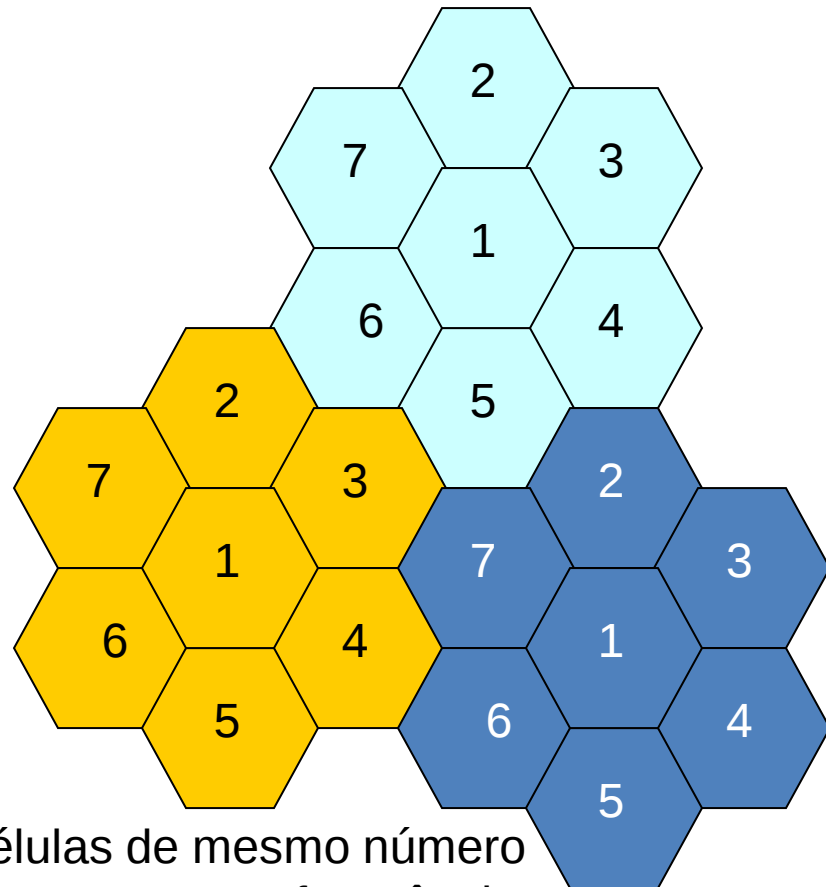
Reuso de frequências e cluster (agregado)

Cluster é o nome dado ao conjunto de células vizinhas que utiliza todo o espectro disponível

Cluster

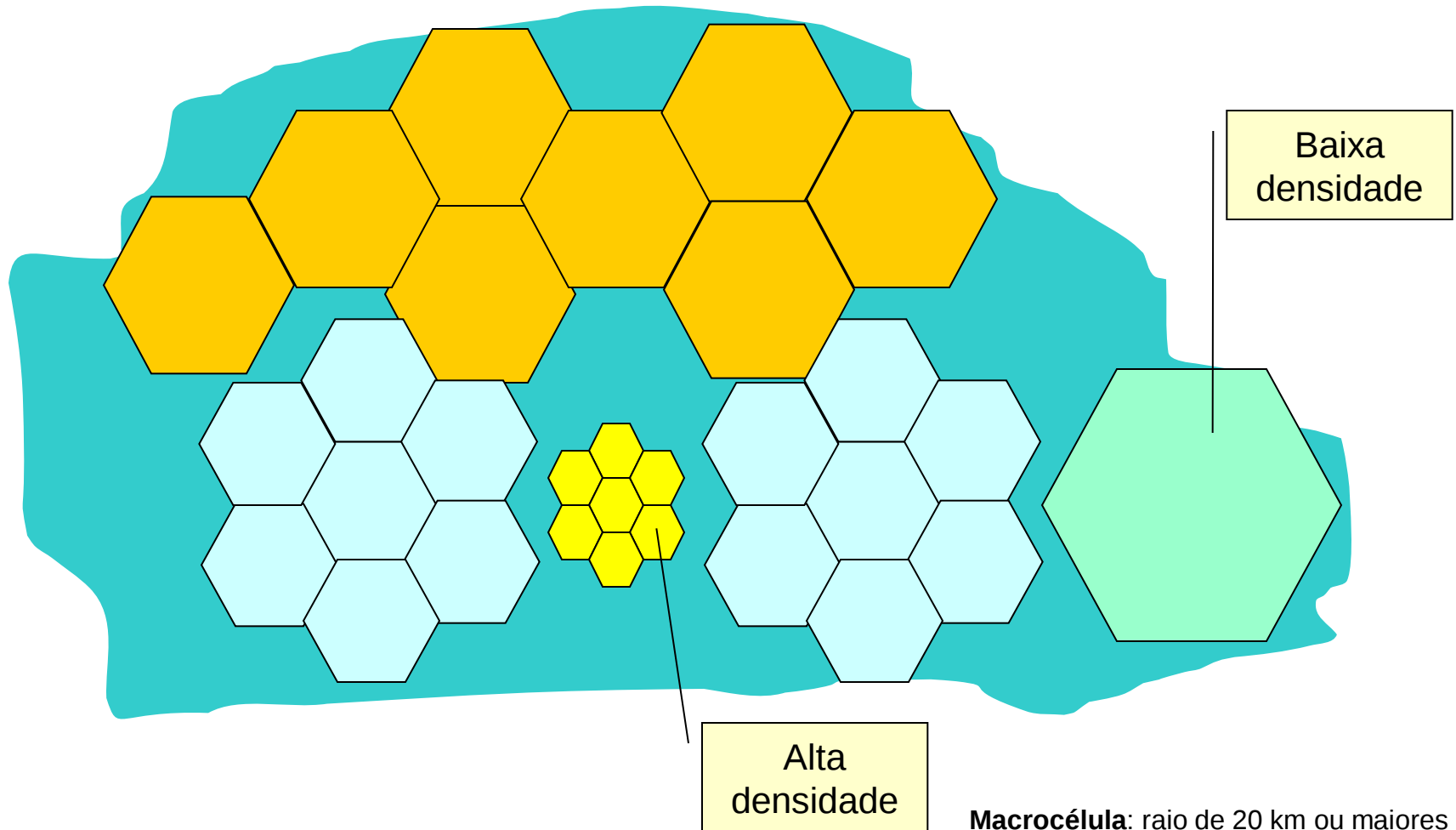


Reuso de frequências



Células de mesmo número
usam a mesma frequência

Separação de células

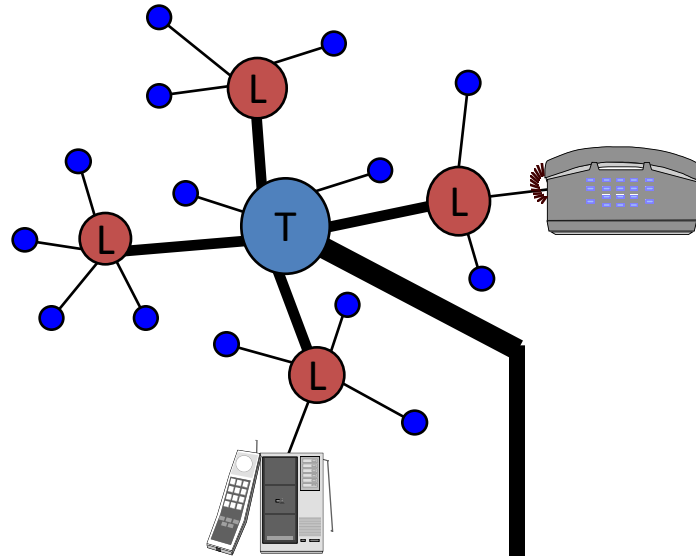


Células maiores para regiões rurais e células menores para região central

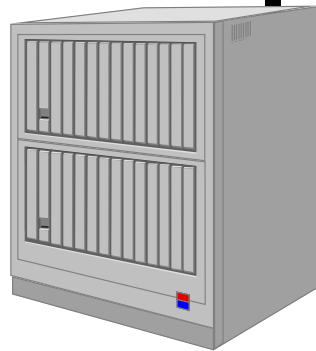
Macro célula: raio de 20 km ou maiores
Célula: raio de 5 km
Minicélula: raio 1 km
Micro e picocélulas: raios menores

Telefonia celular

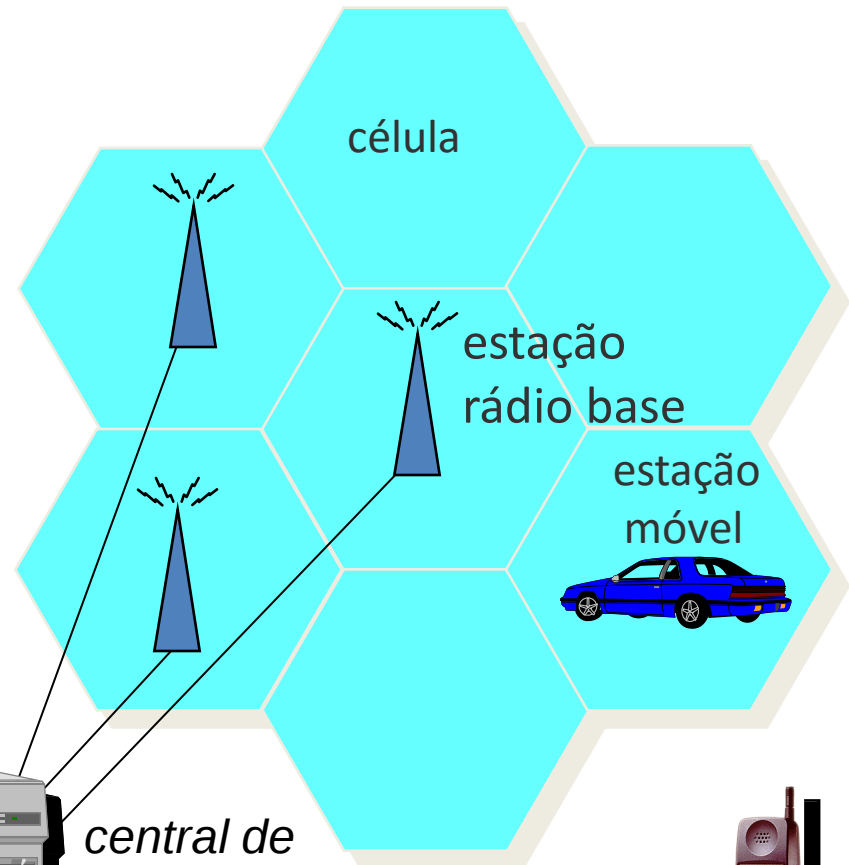
planta da telefonia fixa



*central
de
comutação*



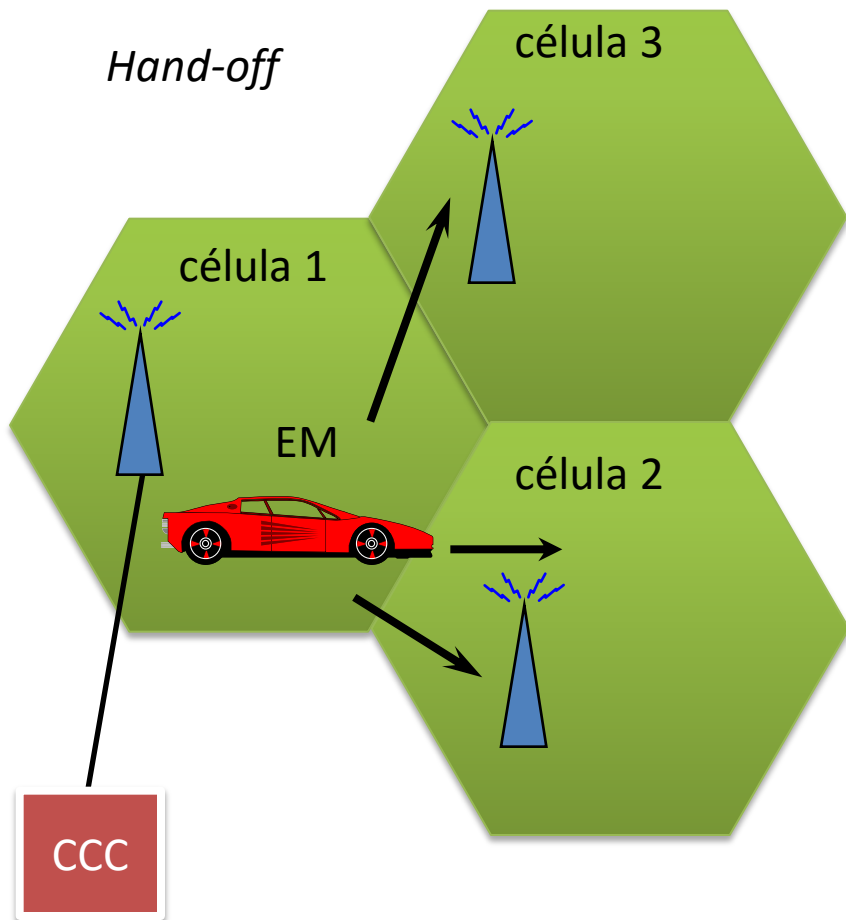
planta da telefonia celular



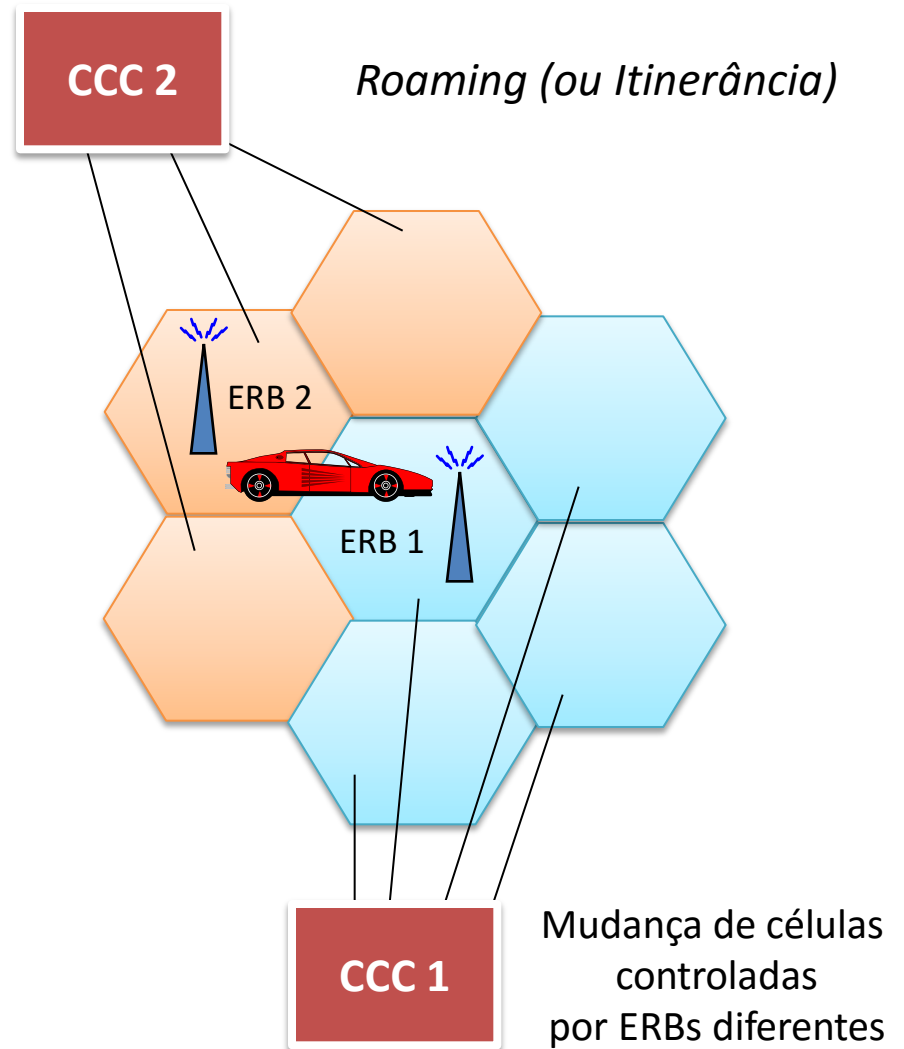
*central de
comutação
e controle*



Hand-off e roaming



Mudança de célula
(mesma CCC)



Mudança de células
controladas
por ERBs diferentes

Pioneirismo



A primeira chamada de um telefone celular foi realizada em 3 de abril de 1973, em Nova York (EUA), por Martin Cooper, então gerente geral da Divisão de Sistemas da Motorola.



O telefone celular chegou ao mercado somente em 1983. Pesando 794,16 gramas, o DynaTAC 8000x, da Motorola, ganhou logo o apelido de "tijolo". O preço também era pesado: 3.995 dólares.



Motorola DynaTAC 8000X:

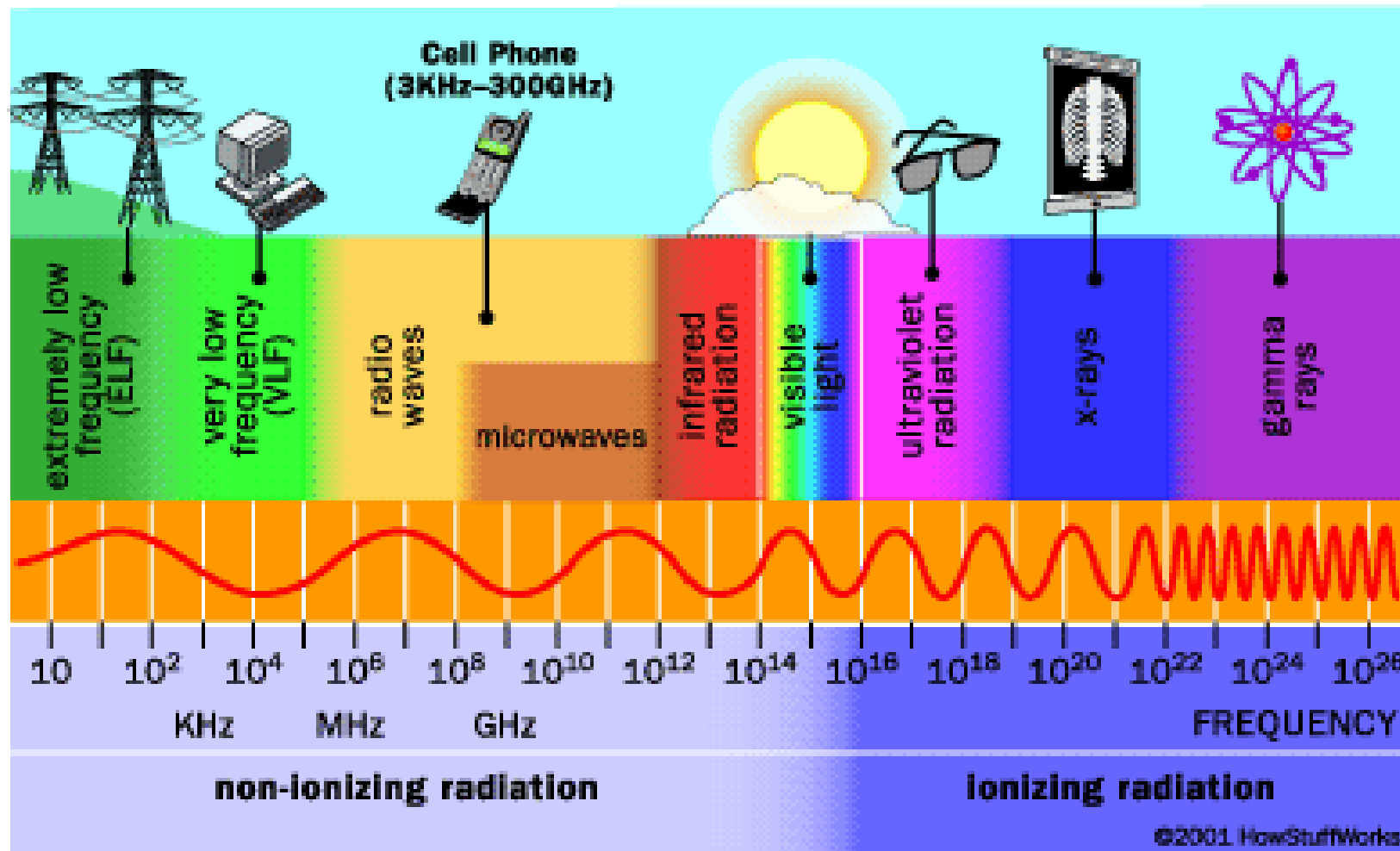
Em 30 de dezembro de 1990, a comunicação móvel começou a funcionar no Rio de Janeiro, com capacidade para 10 mil terminais.

Em 1989, surgiu o MicroTAC, com flip. Considerado o mais leve da categoria, pesava 290 gramas e sua bateria durava 90 minutos em uso e 15 horas em stand by.

Fonte: <http://idgnow.uol.com.br/galerias/>

CELULAR E SISTEMAS BIOLÓGICOS

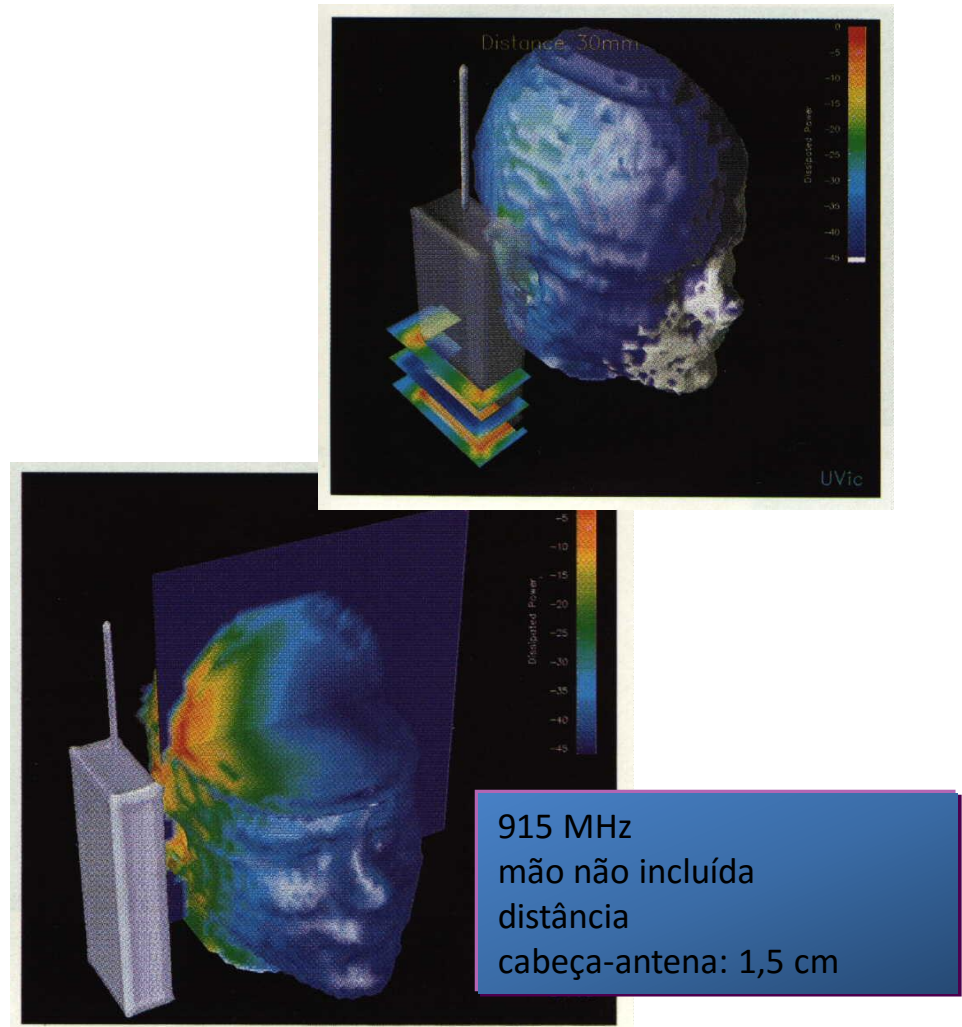
Espectro eletromagnético



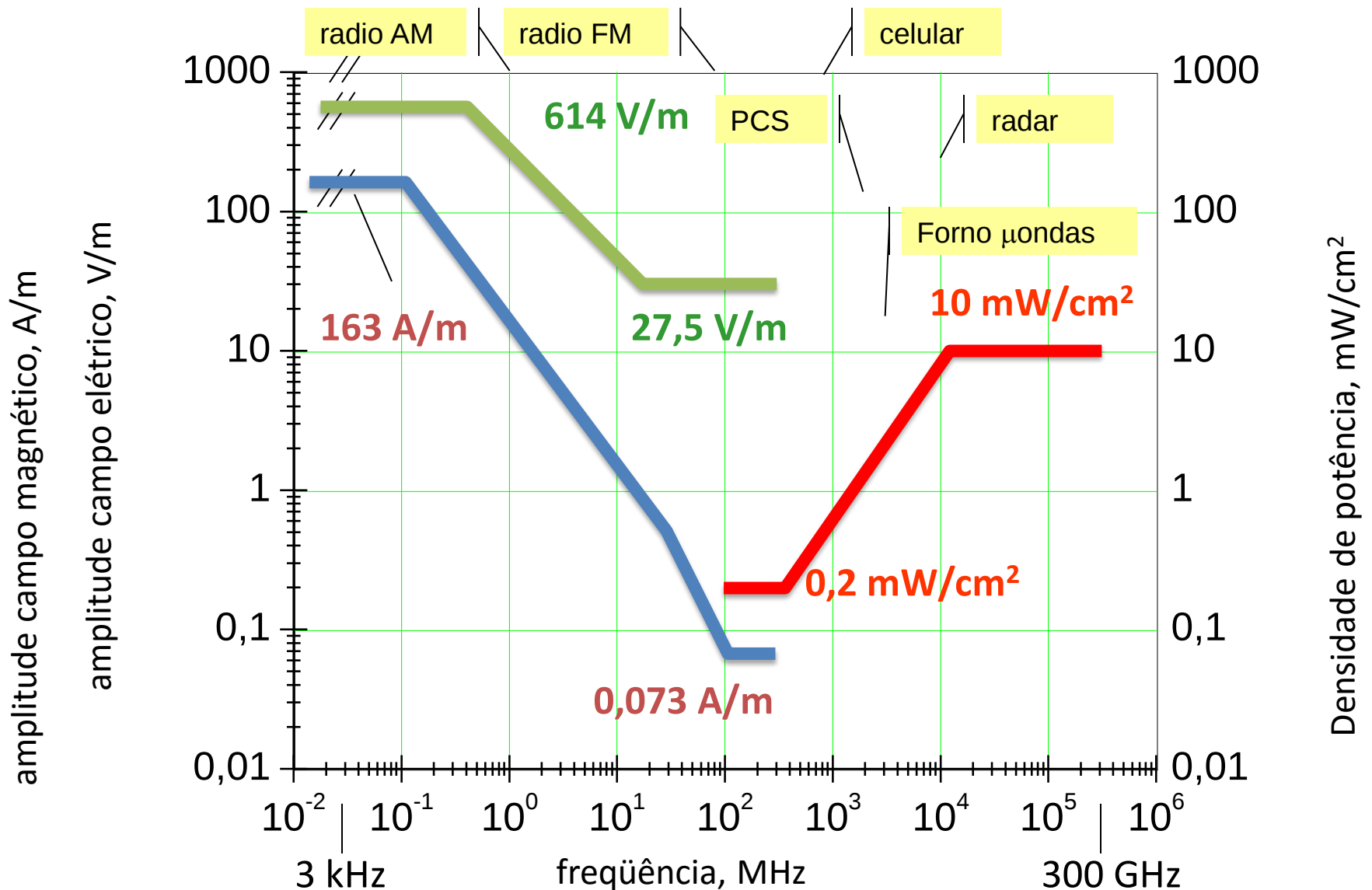
Celular e saúde

- Limite de potência estabelecido pelo FCC
 - Aparelhos analógicos:
 - 0,74 a 0,76 W
 - Aparelhos digitais:
 - 0,20 a 0,40 W
 - Torres:
 - 10 W (cidades)
 - 500 W (áreas pouco habitadas)
- A mão absorve uma quantidade expressiva de potência da antena

Fonte: M. Okoniewski e M.A. Stuchly,
IEEE-MTT, vol. 44, no. 10, out. 1996



Exposição à radiação eletromagnética (IEEE C95.1, 1991)



MEIO AMBIENTE

Passivo ambiental



e-Bank, Tacoma 2004



Circuit boards, Atlanta 2004



Circuit boards #2, New Orleans 2005

Spools, Seattle 2003



Fonte: Chris Jordan. www.chrisjordan.com

✓ Escala planetária

- Quantidade produzida em 1 ano
- 50 milhões de toneladas=1 trem capaz de dar a volta ao mundo

✓ Consumo individual

- Sucata eletrônica gerada por um consumidor médio em toda sua vida: (Hoje) 3,3 toneladas

✓ Produção anual (milhões de toneladas)

- Brasil: 0,15; China: 2,6; EUA: 3,3

- Fonte: Revista Select, nº 5, www.select.art.br/
- Chris Jordan. www.chrisjordan.com



Impacto ambiental da computação

✓ Consumo de energia elétrica de todos os computadores do mundo em 1 dia (das 9 às 17 horas)

– 1,7 milhão de megawatts

– Energia suficiente para acender a torre Eiffel 24 horas por dia, por 720 anos.

✓ Saúde

– Chumbo, cádmio, mercúrio, PVC

- Fonte: Revista Select, nº 5, www.select.art.br/
- Chris Jordan. www.chrisjordan.com



Aumento no tráfego e consequências

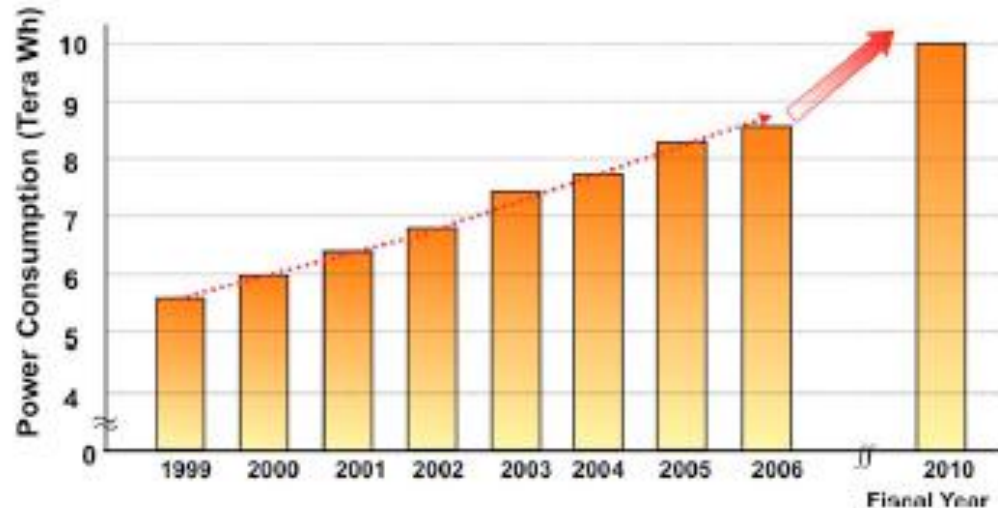
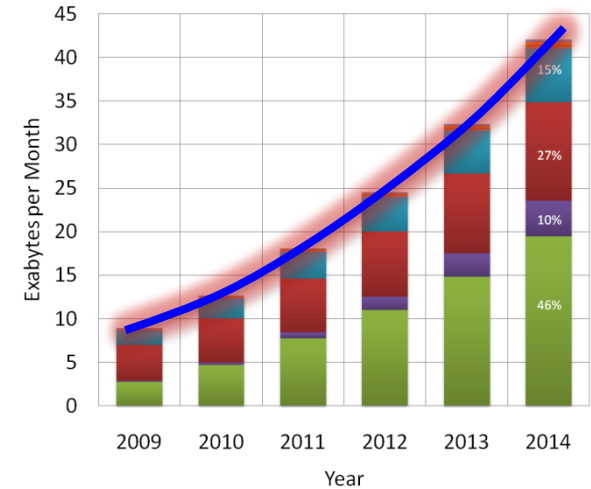


Fig. 1. (Color online) Consumption of electricity by telecommunication carrier in Japan.

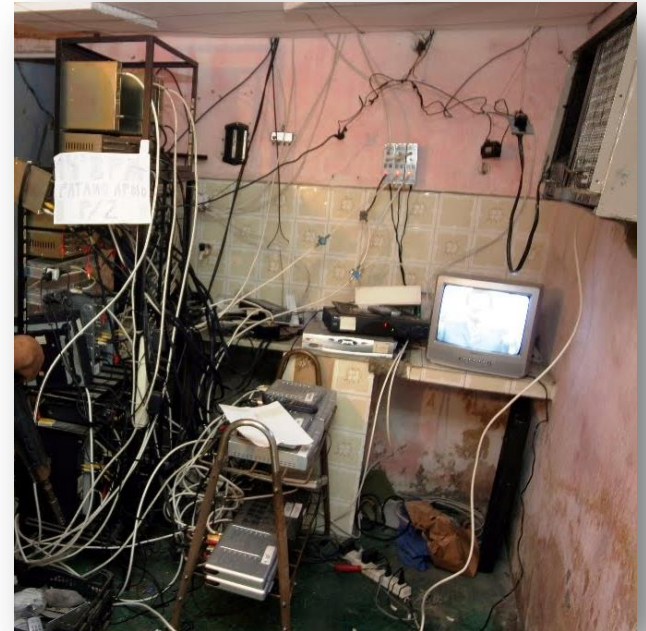


Ref.: Cisco Visual Networking Index

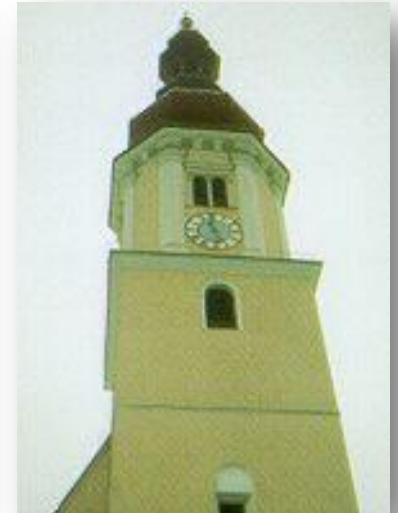
- ✓ Japan, 2003: one carrier 7.4 TW h, 1% of total electric power purchased
- ✓ Present largest throughput IP/MPLS router: 13.6 kW per rack
- ✓ Largest expected multirack (an 80 rack) architecture: more than 1 MW
- ✓ Japan: traffic increasing continuously at the rate of 40% every year
- ✓ 2020: 50 TW h/yr, about 50% of all electrical power produced in Japan at present

K. Sato and H. Hasegawa, "Optical Networking Technologies That Will Create Future Bandwidth-Abundant Networks [Invited]", Vol. 1, No. 2/July 2009/J. Opt. Commun. Netw, A81-A93

'GatoNetwork'



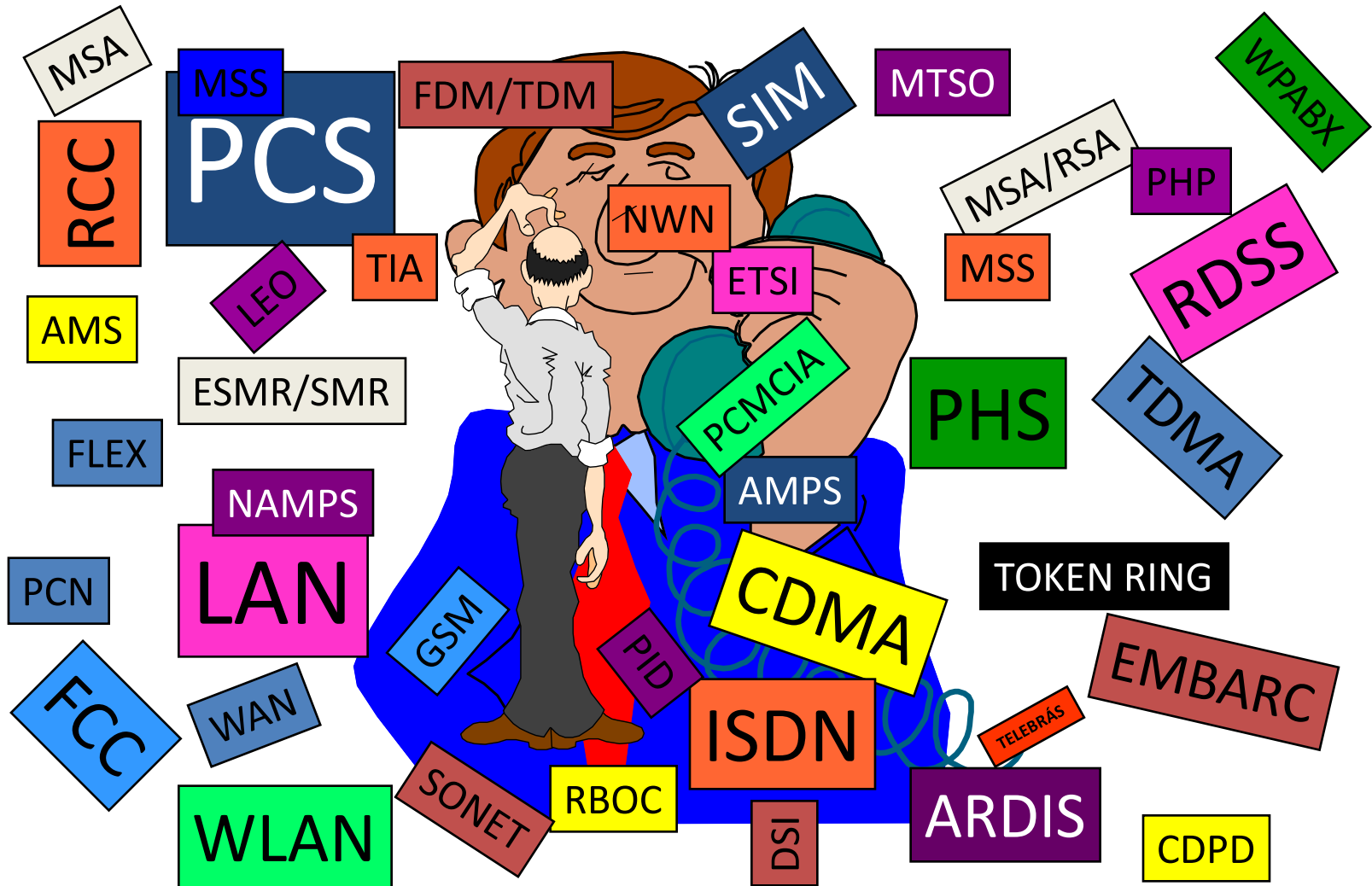
Torres e ambientação



Alan Dick & Company, UK <http://www.alandick.com>

FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Formação profissional: o desafio tecnológico



Disciplinas obrigatórias

Período	Sigla (SEL)	Nome	Créditos
6º	612	Ondas eletromagnéticas	4
7º	616	Princípios de comunicações	3
8º	619	Comunicação digital	2
9º	623	Serviços de telecomunicações e redes faixa larga	3

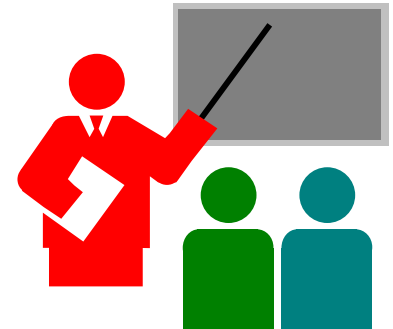
Ênfase Sistemas de Comunicações

Período	Código (SEL)	Nome	Créditos
7º	344	Antenas	4
7º	366	Comunicações ópticas	3
9º	369	Micro-ondas	2
9º	347	Comunicação digital II	2
9º	370	Redes fixas de comunicação	2
10º	386	Redes móveis de comunicação	2
10º	371	Sistemas de comunicação	4
10º	387	Computação móvel	2
		Total	21

O aluno deverá cursar, no mínimo, 21 créditos em disciplinas optativas eletivas e 12 créditos em disciplinas optativas livres, para a conclusão do curso

Corpo docente

- ✓ Amílcar C. César, Dr. Unicamp
- ✓ João Paulo Pereira do Carmo, PhD. Universidade do Minho, Portugal
- ✓ Leonardo André Ambrósio, Dr. Unicamp
- ✓ Luiz Gonçalves Neto, Ph.D., Laval Université, Canadá
- ✓ Marcelo Basílio Joaquim, Dr. USP
- ✓ Murilo Araújo Romero, Ph.D., Drexel University, EUA
- ✓ Ben-Hur Viana Borges, Ph.D., Drexel University, EUA
- ✓ Mônica de Lacerda Rocha, Dra. Unicamp



Área de telecomunicações SEL-EESC

