



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS SOBRAL
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO



ECO005: INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

Vertente de Telecomunicações

Prof.: Rafael Lima

Sumário

Introdução

Histórico

Sistemas de Telecomunicações

Sistemas Celulares

Visão geral das disciplinas

Área de atuação e oportunidades

Professores

Introdução

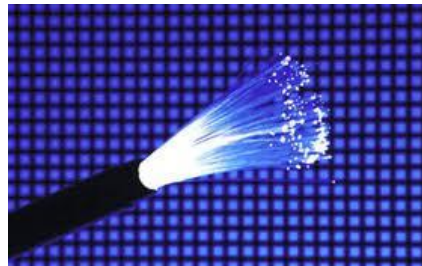
- Comunicações:
 - “*Communicare*”: Compartilhar, transmitir, tornar comum, tornar conhecido. Atividade associada com distribuir e trocar informações.
- *Tele*: distante
- Telecomunicações:
 - Recursos, meios e metodologias para comunicar a longas distâncias
 - Transferência de informação por meios eletromagnéticos



Introdução



Sistemas de
telecomunicações
estão em todo lugar!



Introdução

- O que é informação?



- Criada ou usada por cada ser humano ou atividade de máquina
- Distribuída ou trocada em comunicações
- Relacionada inversamente com a probabilidade associada a ela. Exemplo:

- Hoje choveu
- Amanhã irá chover
- Amanhã irá chover às 5:44 da tarde



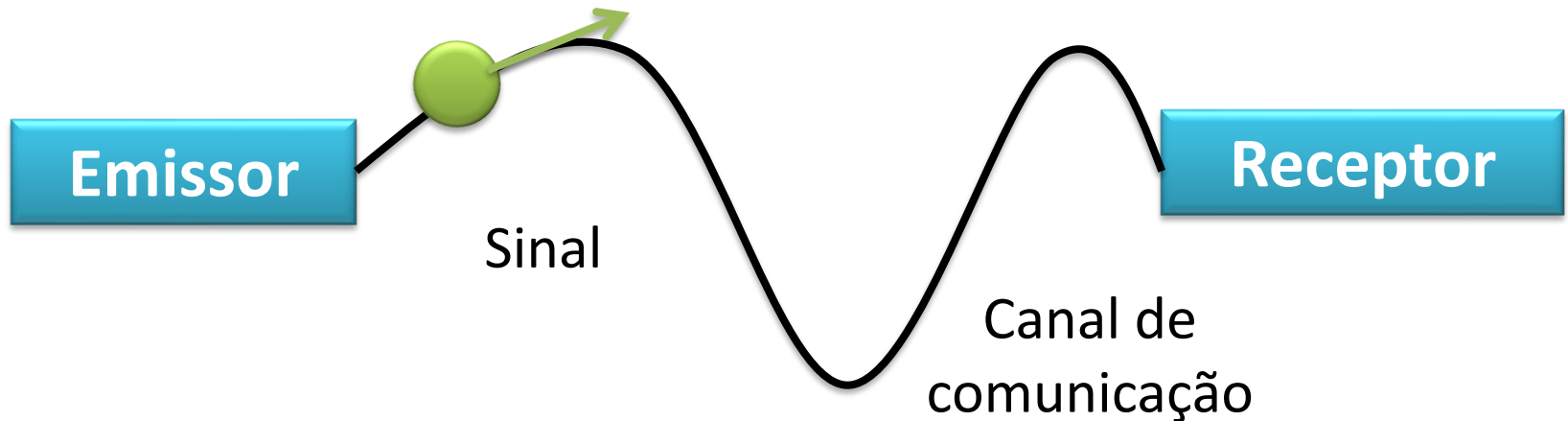
Probabilidade



Informação

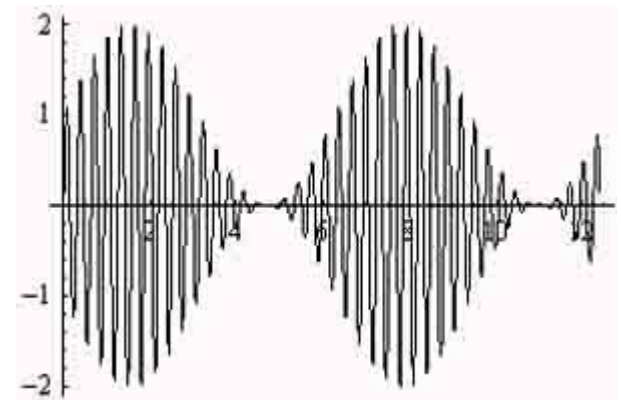
Introdução

- Modelo de um enlace de telecomunicações



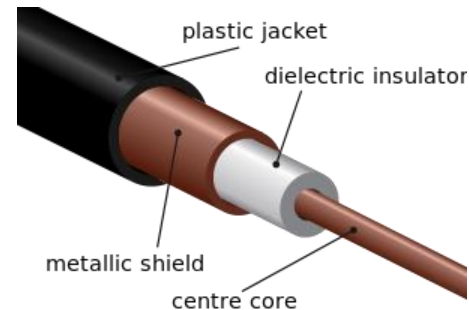
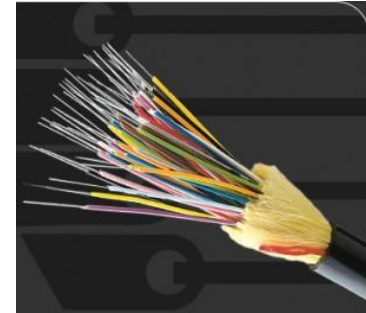
Introdução

- Sinal:
 - Porta a informação a ser transmitida
 - Em geral está sob a forma de sinais elétricos ou eletromagnéticos
 - Suas características são moduladas (alteradas) de acordo com a informação a ser portada



Introdução

- Canal de comunicações:
 - Meio pela qual o sinal é transmitido
 - Existe uma grande diversidade de canais de comunicações
 - Cabos e fios: par trançado, cabo coaxial, fibras óticas, etc
 - Ar (sem fio): microondas, satélites, radio, infravermelho, etc



Introdução

- Emissor/Receptor:
 - Aparelhos capazes de transmitir/receber os sinais de telecomunicações
 - Incluem funcionalidades que objetivam melhorar tão quanto possível a transmissão/recepção dos sinais
 - Diferem de acordo com o tipo de sistema



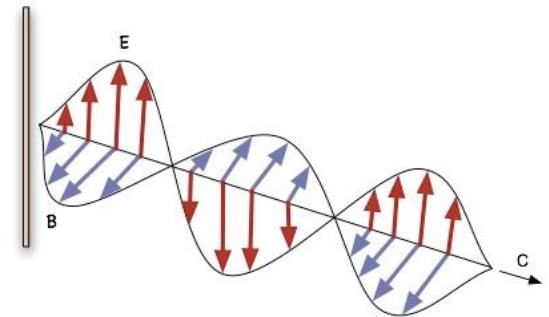
Histórico

- 1858: Primeiro circuito de telégrafo é construído entre Galle e Colombo
- 1864: James Clark Maxwell prediz a existência de ondas eletromagnéticas
- 1866: Primeiro cabo transatlântico no oceano
- 1876: Telefone é inventado
- 1878: Primeiro sistema comercial de telefonia com 21 clientes



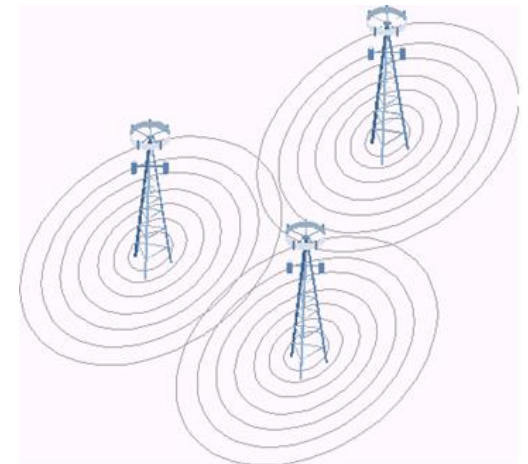
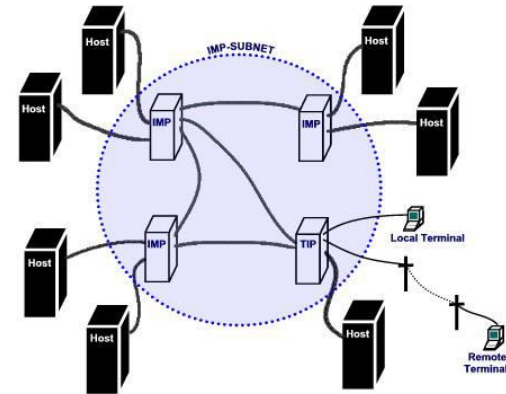
Histórico

- 1886: Heinrich Rudolph Hertz demonstra experimentalmente a existência de ondas eletromagnéticas
- 1897: Telégrafo sem fio é patenteado por Marconi
- 1901: Marconi consegue transmitir sinais de rádio através do oceano atlântico
- 1914: Primeira transmissão de voz utilizando ondas de rádio
- 1945: Arthur C. Clarke introduz o conceito de comunicações via satélite



Histórico

- 1948: Sistema de telefonia da *Bell Systems* alcança a marca de 30 milhões de telefones instalados
- 1962: Primeiro satélite internacional de telecomunicações foi lançado (Telstar)
- 1969: Primeira rede de computadores ligando quatro *campi* (ARPANET)
- 1983: Primeiro sistema celular entra em operação nos Estados Unidos



Histórico

- 1987: Primeiro sistema de telefonia celular digital (GSM)
- 1988: Primeiro cabo de fibra ótica transatlântico entre os Estados Unidos e Inglaterra/França
- 2000: Lançamento do sistema celular 3G WCDMA
- 2006: 2 bilhões de clientes utilizando telefonia GSM
- 2007: Primeira rede comercial 3G no Brasil
- 2008: Requisitos para redes 4G definidos pela ITU



Histórico das comunicações sem fio

- 2009: Primeira rede comercial 3.5G na Suécia
- 2012: Primeira versão comercial do LTE-A (4G) lançada na Rússia.
- 2015: ITU define a visão e *roadmap* para 5G
- 2017: Aprovação pelo 3GPP da primeira parte do *release 15: non-standalone 5G specifications*
- 2018: Aprovação do *release 15 standalone 5G radio*



Histórico

A sociedade moderna absorve as novidades em espaços de tempo cada vez menores

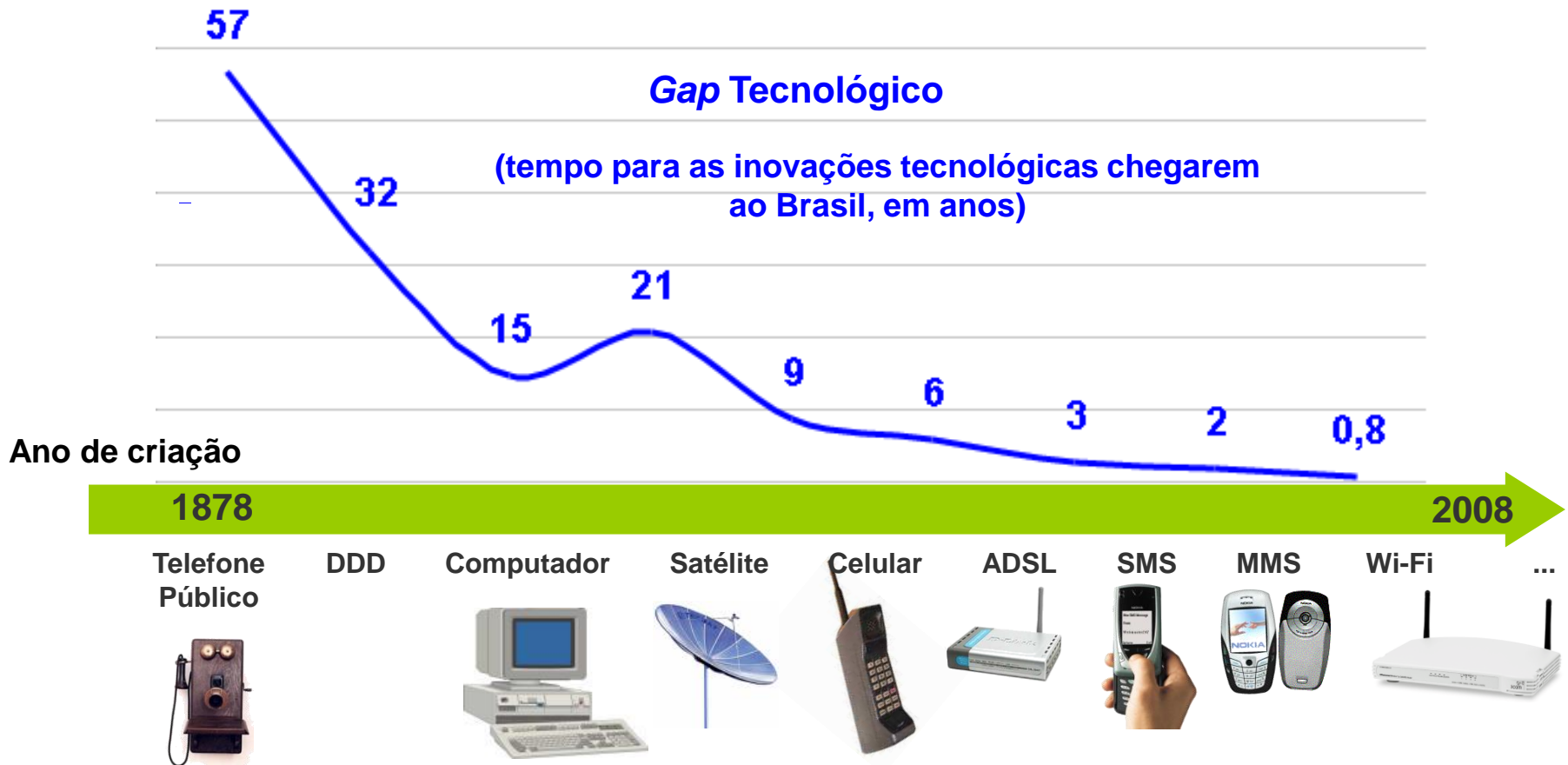
**Tempo para alcançar
50 milhões de usuários (em anos)**



Fonte: Livro “2015 Como Viveremos”, Ethevaldo Siqueira

Histórico

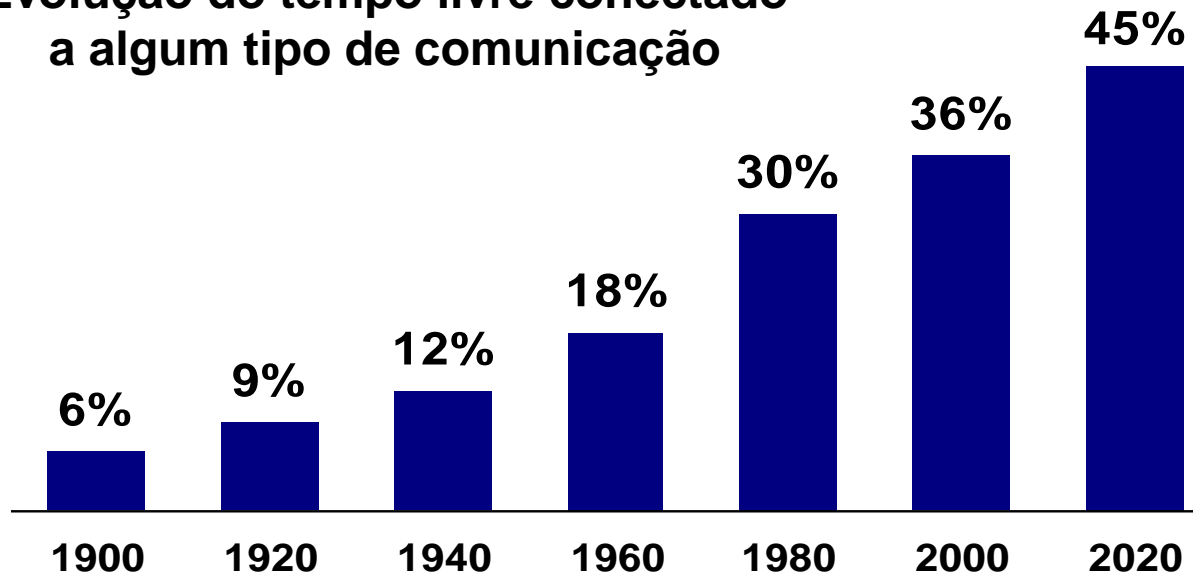
Com o avanço tecnológico, os ciclos de inovação estão cada vez mais curtos e as inovações são disseminadas globalmente com maior rapidez



Fonte: Análise BrT

Histórico

**Evolução do tempo livre conectado
a algum tipo de comunicação**



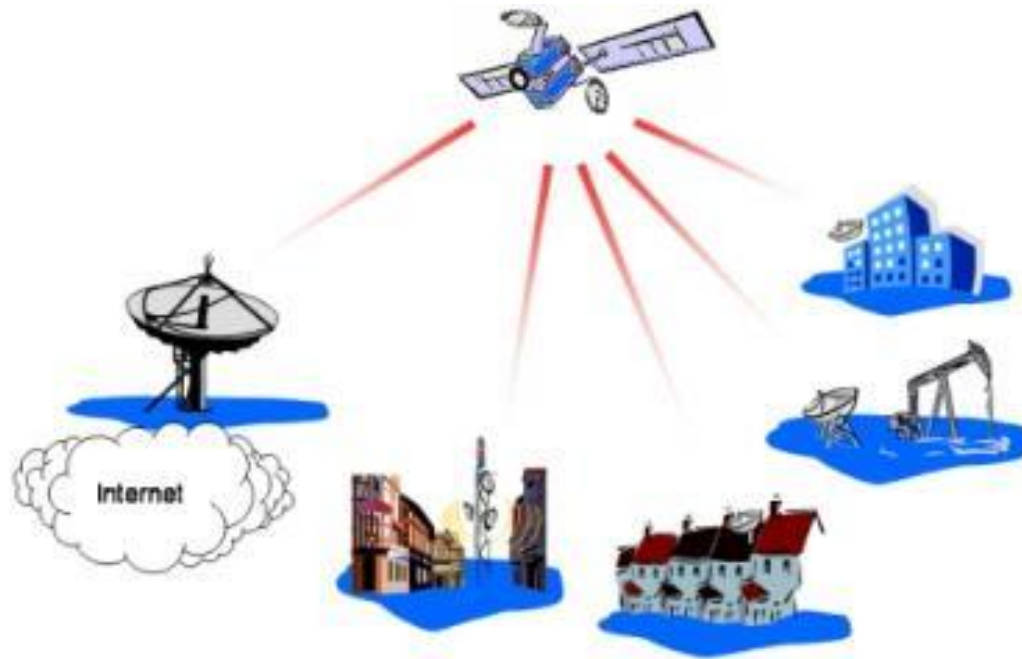
Fonte: Universidad de Málaga Prof. Bernardo Diaz Nosty e Ibope Net Ratings

Sistemas de Telecomunicações

- Podemos dividir em sistemas
 - Cabeados (*Wired*)
 - Telefonia fixa
 - Redes de computadores cabeadas
 - Sistemas de fibra óptica
 - Sem fio (*Wireless*)
 - Satélites
 - Rádio e TV
 - Telefonia celular
 - WiFi

Sistemas de Telecomunicações

- Sistemas de transmissão via satélites:
 - Satélites são usados como repetidores que permitem informações serem transmitidas em grandes distâncias

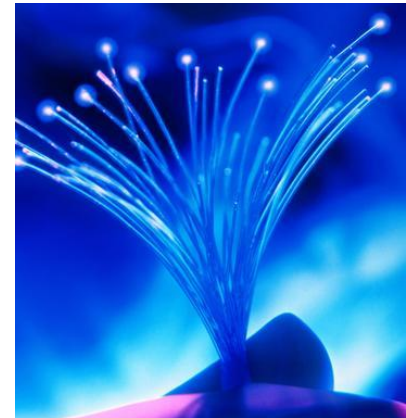


Sistemas de Telecomunicações

- Sistemas de transmissão via satélites:
 - Permitem comunicações em grandes distâncias a nível global (inclusive em áreas remotas)
 - Apresentam um certo atraso nas comunicações de tempo real devido as grandes distâncias que o sinal deve percorrer
 - Em geral os terminais transmissores e receptores possuem um tamanho razoável

Sistemas de Telecomunicações

- Sistemas de transmissão por fibra ópticas:
 - Possuem uma grande capacidade de transmissão de dados com grande confiabilidade
 - O sinal transmitido consiste em luz
 - Atenuação pela distância de propagação é muito baixa
 - Possuem limitações de manuseio e conexão

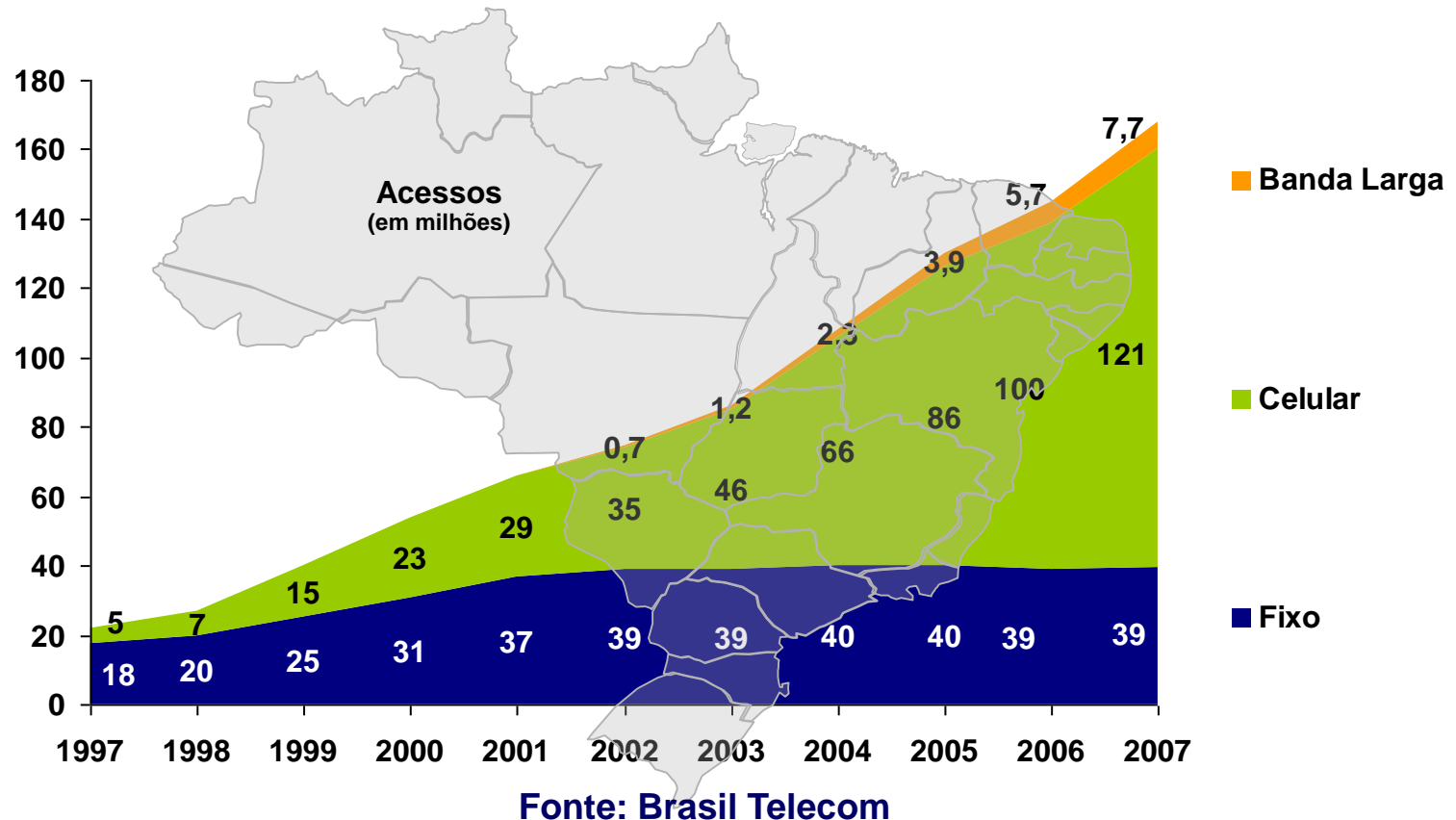


Sistemas Celulares

- Evolução da telefonia fixa
- Sistema de transmissão sem fio com objetivo inicial de permitir a comunicação sem fio por VOZ
- Permitiram a adição da mobilidade em conversações por voz
- Ao longo de algumas décadas esse tipo de sistema experimentou intensas pesquisas e crescimento

Sistemas Celulares

- Aumento do uso de telefones celulares para comunicação versus o declínio no uso de telefones fixos



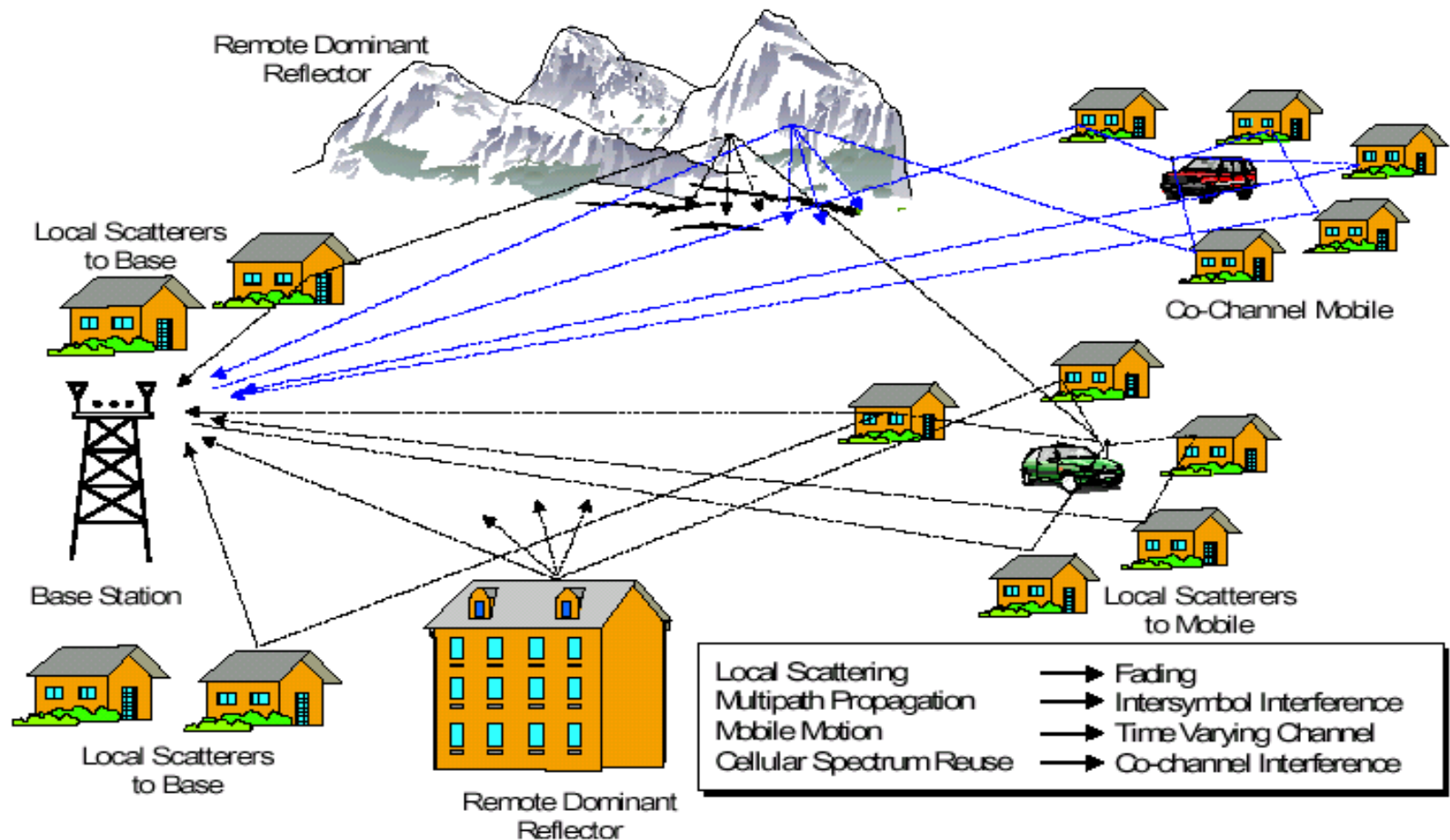
Sistemas Celulares

- Telefones celulares, agora denominados *smartphones*, permitem não somente a transmissão de voz mas como dados e vídeos
- Estão entre os produtos tecnológicos mais desejados



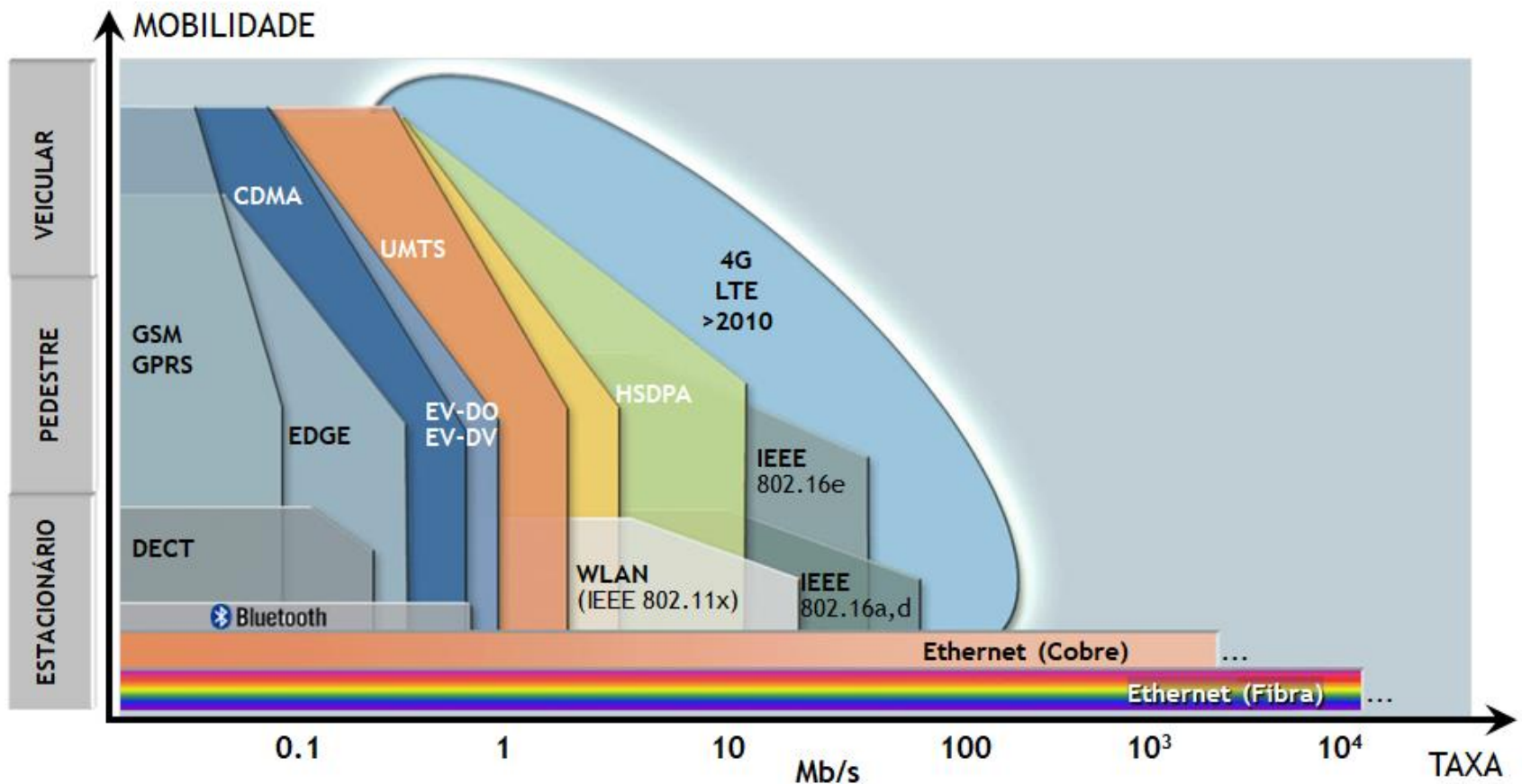
Sistemas Celulares

- A propagação das ondas eletromagnéticas no ambiente sem fio apresenta muitos desafios à engenharia



Sistemas Celulares

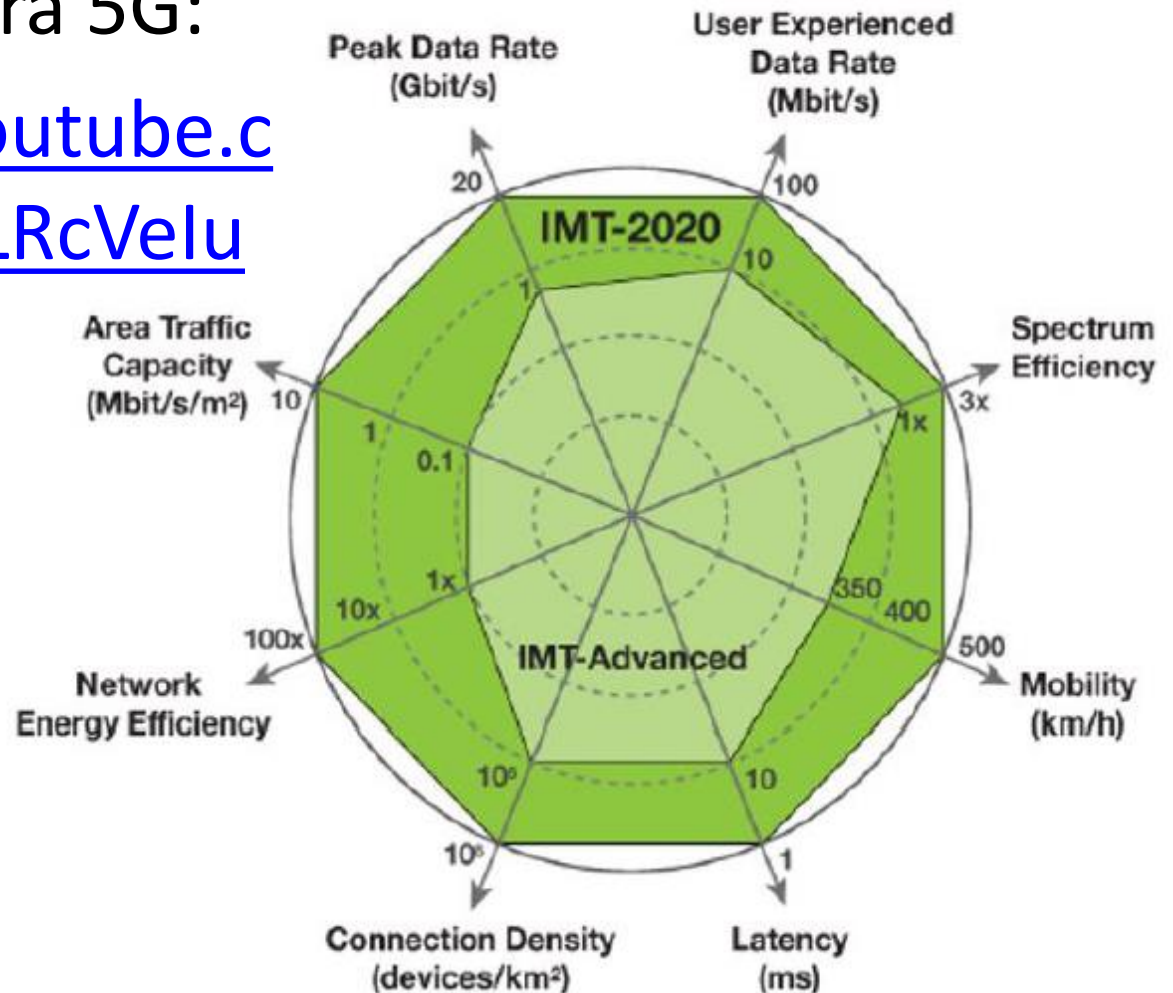
- Atratividade dos sistemas celulares na relação taxa versus mobilidade



Sistemas Celulares

- Requisitos para 5G:

<https://www.youtube.com/watch?v=sLRcVeluONM>

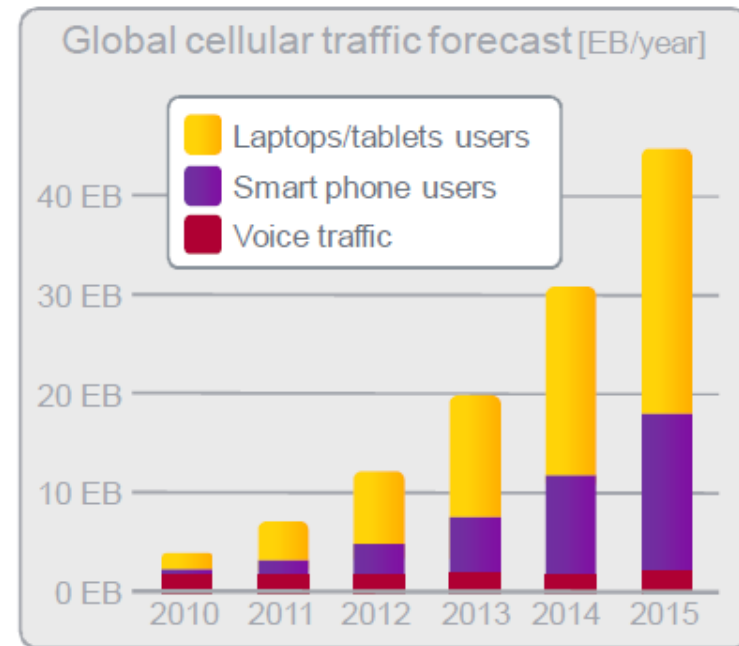


5G



Sistemas Celulares

- Desafios para os próximos anos
 - Aumento exponencial do volume de tráfego de dados em redes celulares
 - Novos terminais capazes de transmissão e recepção adicionados no mercado. Ex: *smartphones, tablets, netbooks*, etc.
 - Novas aplicações móveis
 - Espectro de frequência limitado



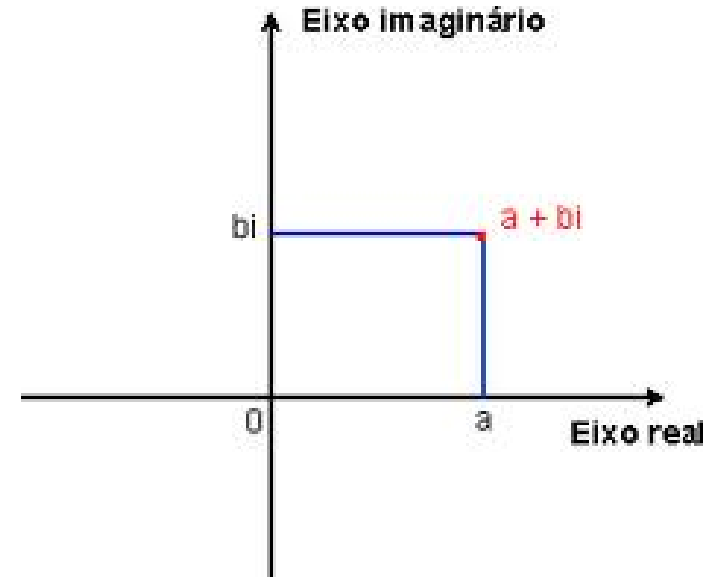
Source: NSN forecasts 04/2011

Visão geral das disciplinas

- A tecnologia das telecomunicações são fundamentadas em um forte embasamento teórico
 - Matemática
 - Estatística
 - Métodos numéricos
- Podemos dividir as disciplinas em:
 - Embasamento
 - Fundamentos de telecomunicações
 - Sistemas
 - Tópicos avançados

Visão geral das disciplinas

- Embasamento:
 - Variáveis complexas (pré-requisito: Cálculo vetorial aplicado)
 - Números complexos
 - Cálculo com números complexos
 - Sistemas lineares (pré-requisito: Circuitos elétricos I e Variáveis complexas)
 - Modelagem matemática de sinais e sistemas
 - Representação de sinais e sistemas no domínio da frequência
 - Sistemas lineares



$$\mathbf{y} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{X} + \mathbf{b}$$

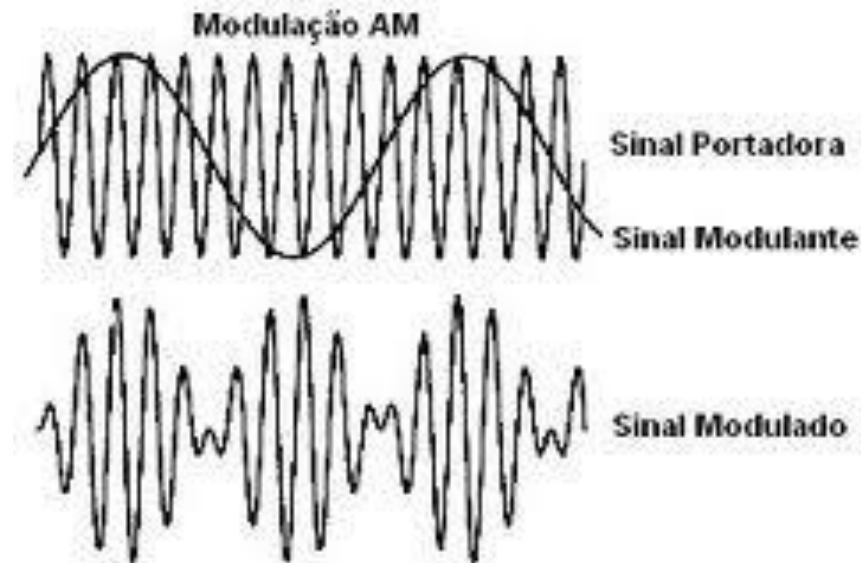
Visão geral das disciplinas

- Embasamento (continuação):
 - Processos estocásticos (pré-requisito: Cálculo vetorial aplicado e Probabilidade e estatística)
 - Modelos probabilísticos
 - Variáveis aleatórias e caracterização
 - Processos estocásticos



Visão geral das disciplinas

- Fundamentos de telecomunicações:
 - Princípios de comunicações (pré-requisito: Sistemas lineares e Probabilidade e estatística)
 - Conceitos básicos de sinais analógicos e digitais
 - Transmissão de sinais analógicos
 - Modulações analógicas



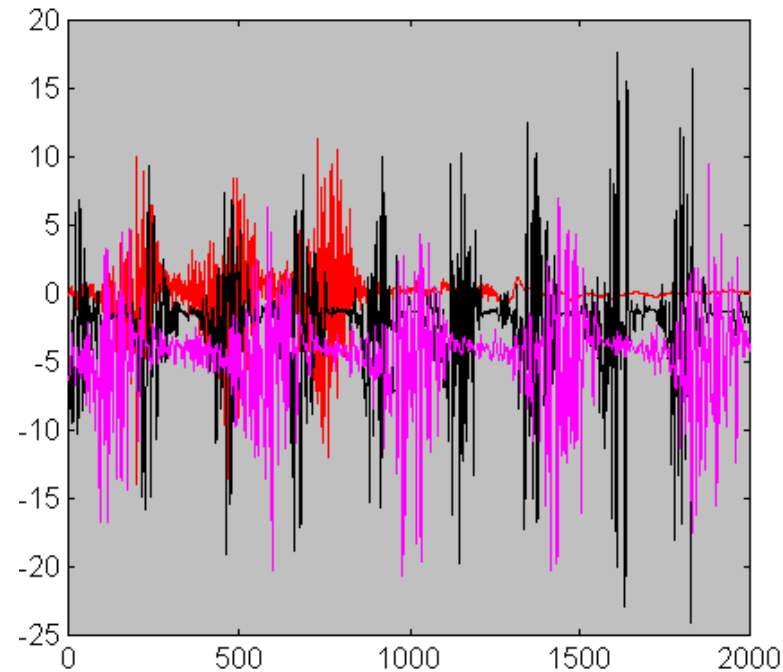
Visão geral das disciplinas

- Fundamentos de telecomunicações (continuação):
 - Linhas de transmissão e guias de ondas (pré-requisito: Eletrônica digital)
 - Caracterização de ondas eletromagnéticas
 - Propagação da onda em diversos meios
 - Linhas de transmissão e guias de ondas



Visão geral das disciplinas

- Fundamentos de telecomunicações (continuação):
 - Processamento digital de sinais (pré-requisito: Séries e equações diferenciais e Matemática discreta para computação)
 - Amostragem de sinais
 - Filtragem de sinais



Visão geral das disciplinas

- Fundamentos de telecomunicações (continuação):
 - Comunicações analógicas e digitais (pré-requisito: Princípios de comunicações)
 - Conversão analógico - digital
 - Modulações digitais
 - Comportamento de sinais na presença de ruídos



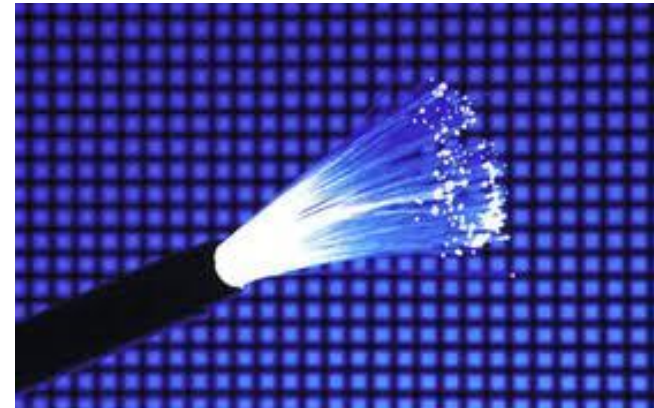
Visão geral das disciplinas

- Sistemas:
 - Sistemas de comunicações móveis (pré-requisito: Princípios de comunicações)
 - Caracterização do canal sem-fio
 - Técnicas de múltiplo acesso
 - Sistemas móveis celular



Visão geral das disciplinas

- Sistemas (continuação):
 - Sistemas de comunicações ópticas (pré-requisito: Princípios de comunicações)
 - Transmissão em fibras ópticas
 - Componentes de sistemas de transmissão óptico



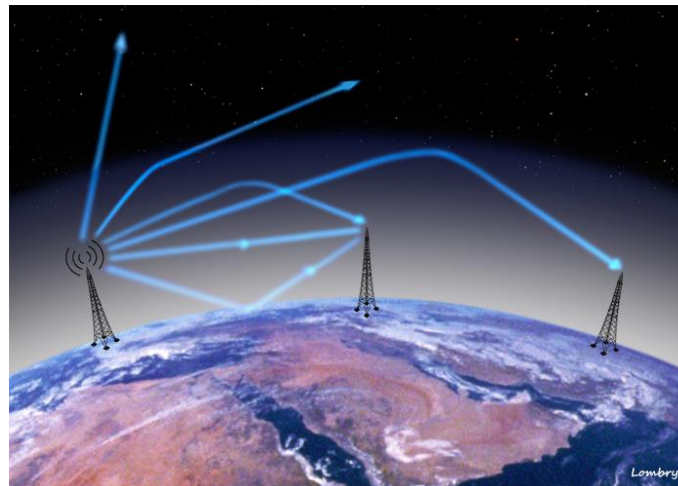
Visão geral das disciplinas

- Sistemas (continuação):
 - Sistemas telefônicos (pré-requisito: Princípios de comunicações)
 - Noções de acústica
 - Multiplexação de sinais
 - Rede telefônica fixa
 - Teoria do tráfego telefônico



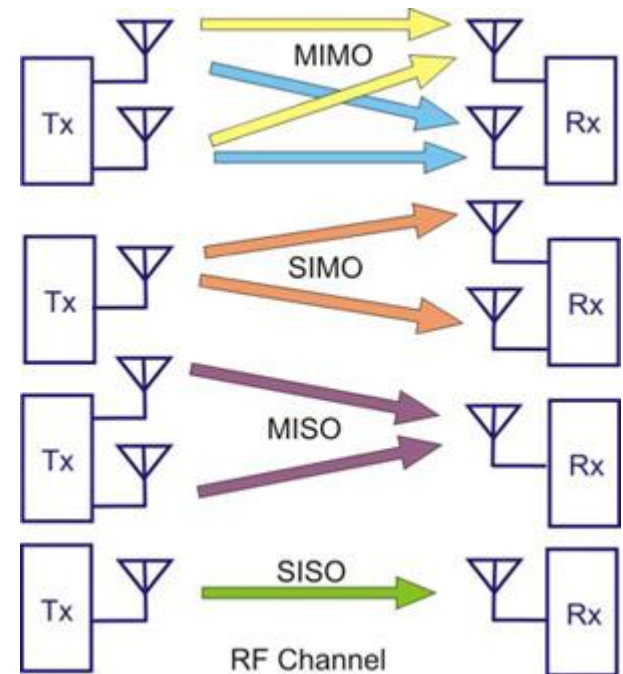
Visão geral das disciplinas

- Sistemas (continuação):
 - Sistemas de comunicações via rádio (pré-requisito: Princípios de comunicações)
 - Propagação de ondas rádio elétricas
 - Espectro de rádio
 - Sistemas de comunicações



Visão geral das disciplinas

- Tópicos avançados:
 - Disciplinas em que há um maior aprofundamento dentro dos tópicos de telecomunicações
 - Novas tecnologias e padrões
 - Ex.: Tópicos em comunicações moveis, tópicos em comunicações ópticas, etc



Área de atuação e oportunidades

- Engenheiro da computação na área de telecomunicações
 - Concessionárias de Telecomunicações
 - Governo (Estadual/Federal)
 - Empresas prestadoras de serviços
 - Fabricantes de equipamentos
 - Empresas de Comunicações: Rádio e TV
- Empreendedores
- Pós-graduação e pesquisa
- Ensino

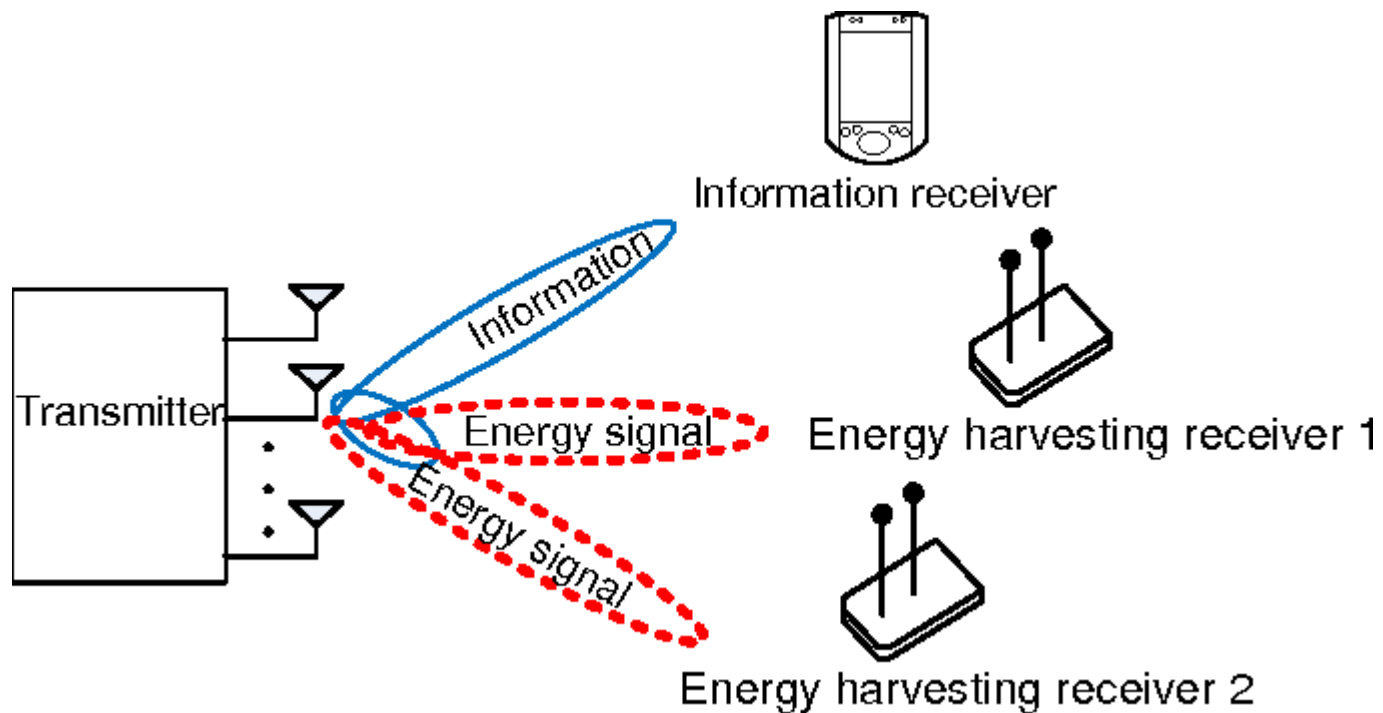
Professores

- Rafael Lima
 - <http://lattes.cnpq.br/4983411711055340>
- Carlos Alexandre
 - <http://lattes.cnpq.br/4292868742453389>
- Daniel Benevides
 - <http://lattes.cnpq.br/0644241968356756>
- Yuri Victor
 - <http://lattes.cnpq.br/3613517930531317>



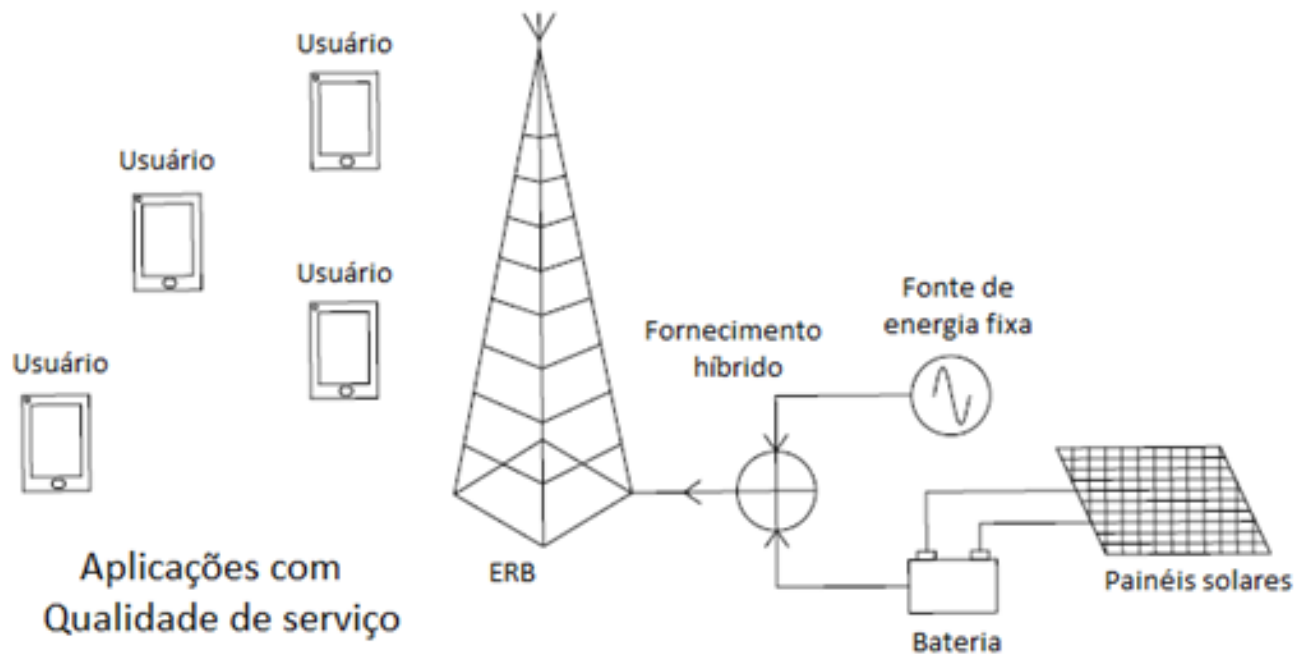
Pesquisa

- Energy harvesting



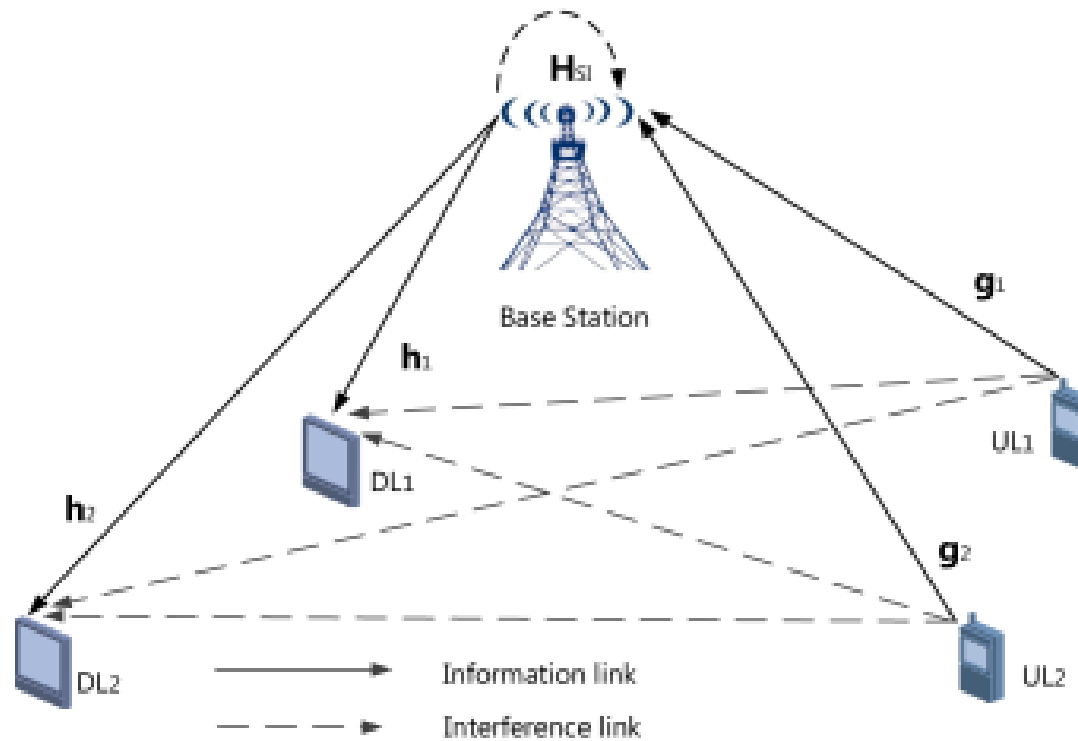
Pesquisa

- Energy harvesting



Pesquisa

- Full duplex



Pesquisa

Massive MIMO

