

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia Elétrica

Princípios de Comunicações I

Introdução

Prof.: Jair A. Lima Silva

UFES

Índice

I. Sistemas de Comunicações Elétricas

- a. Comunicação, Telecomunicação, Informação
- b. Modelo Genérico, Comunicação ponto a ponto
- c. Exemplos, ligação e desafios de Sistemas

II. História das Telecomunicações

III. Organismos Normativos

IV. Espectro Eletromagnético

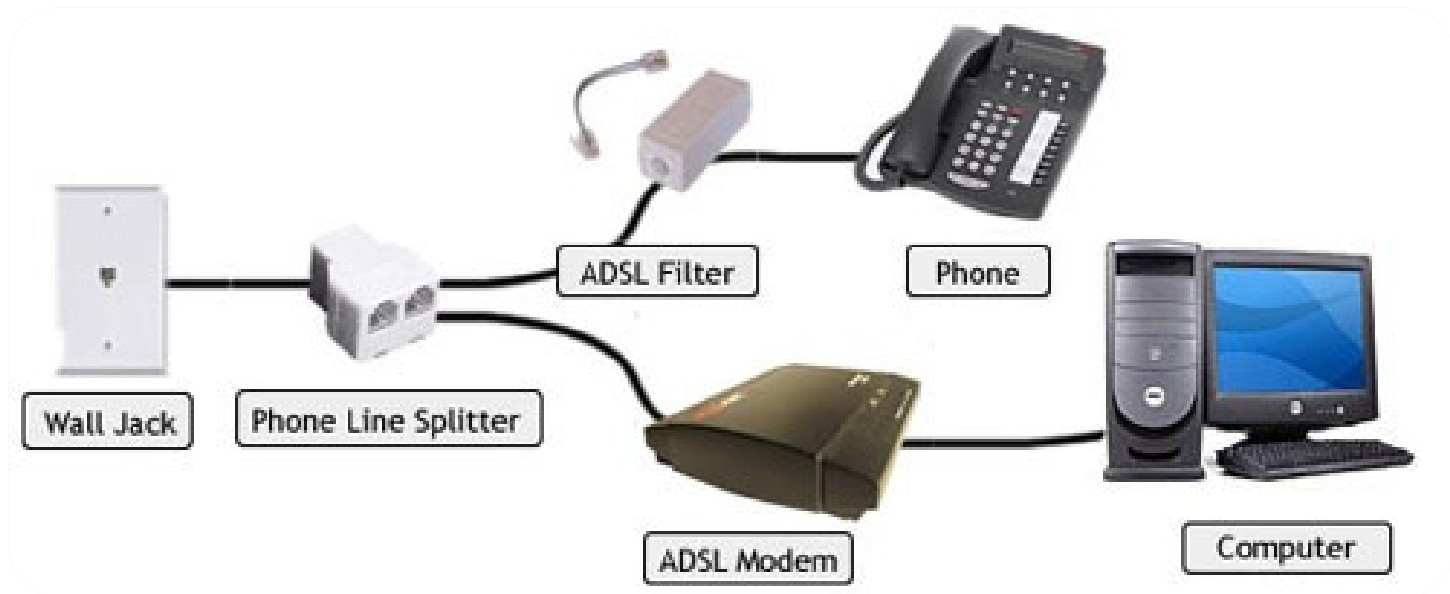
Redes Locais LAN (*Local Area Network*)



**Rede Wi-Fi, Velox,
Cable Modem
(Acesso à internet)**

Rede de Acesso

ADSL – *Asymmetric Digital Subscriber Line*



Redes Pessoais PAN (*Personal Area Network*)



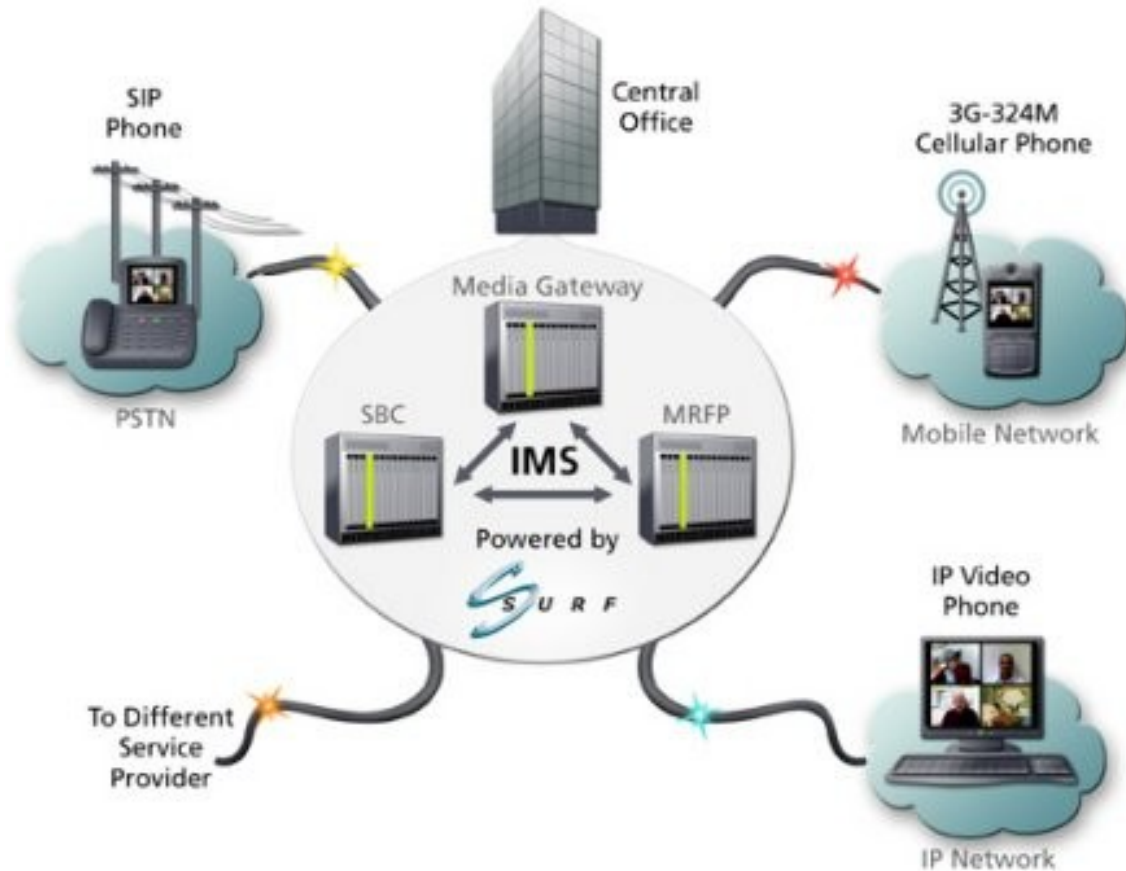
**UWB,
ZigBee,
Bluetooth**

Radiodifusão de Vídeo

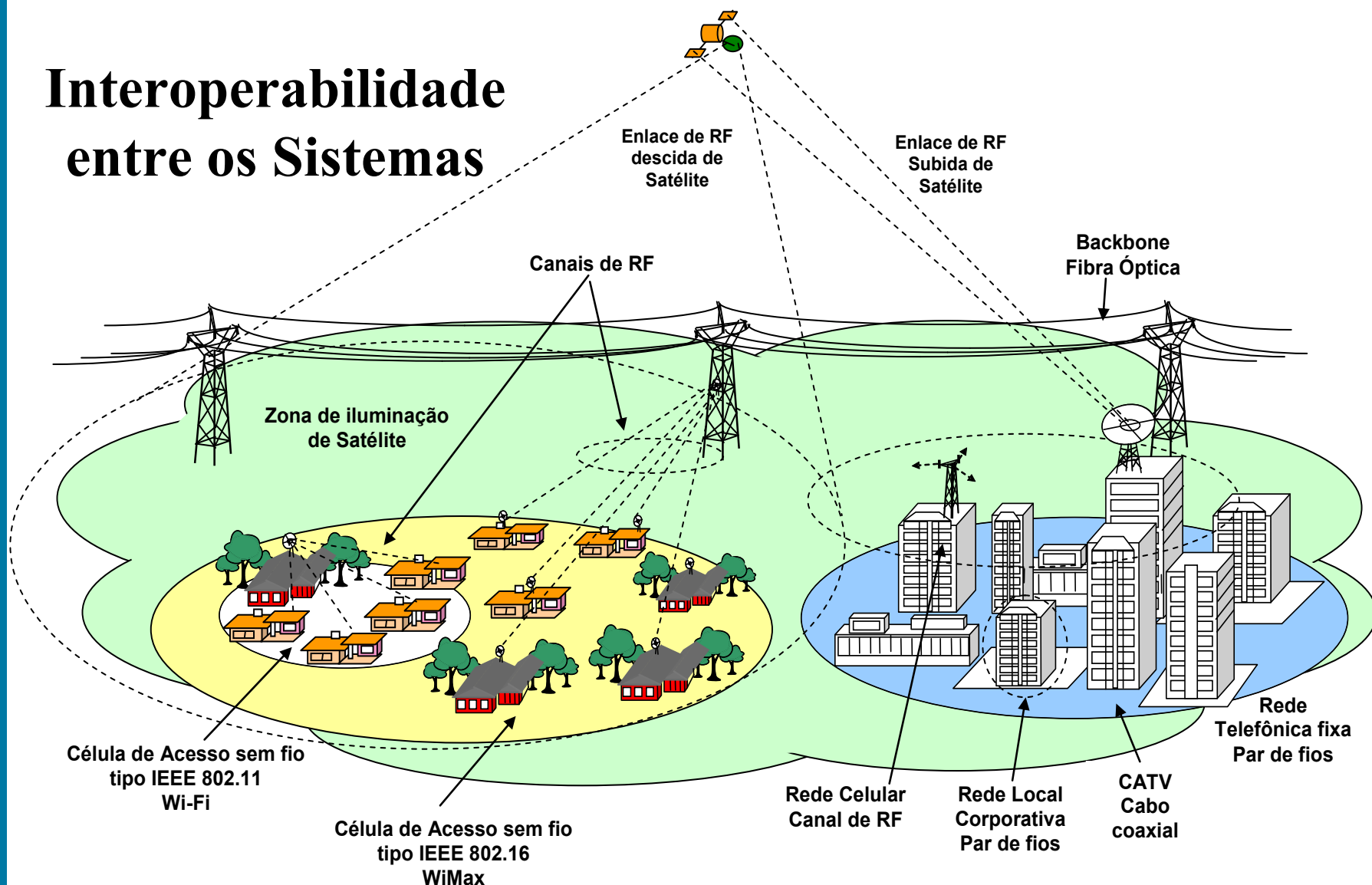
**TV
Digital**



Interoperabilidade entre os Sistemas

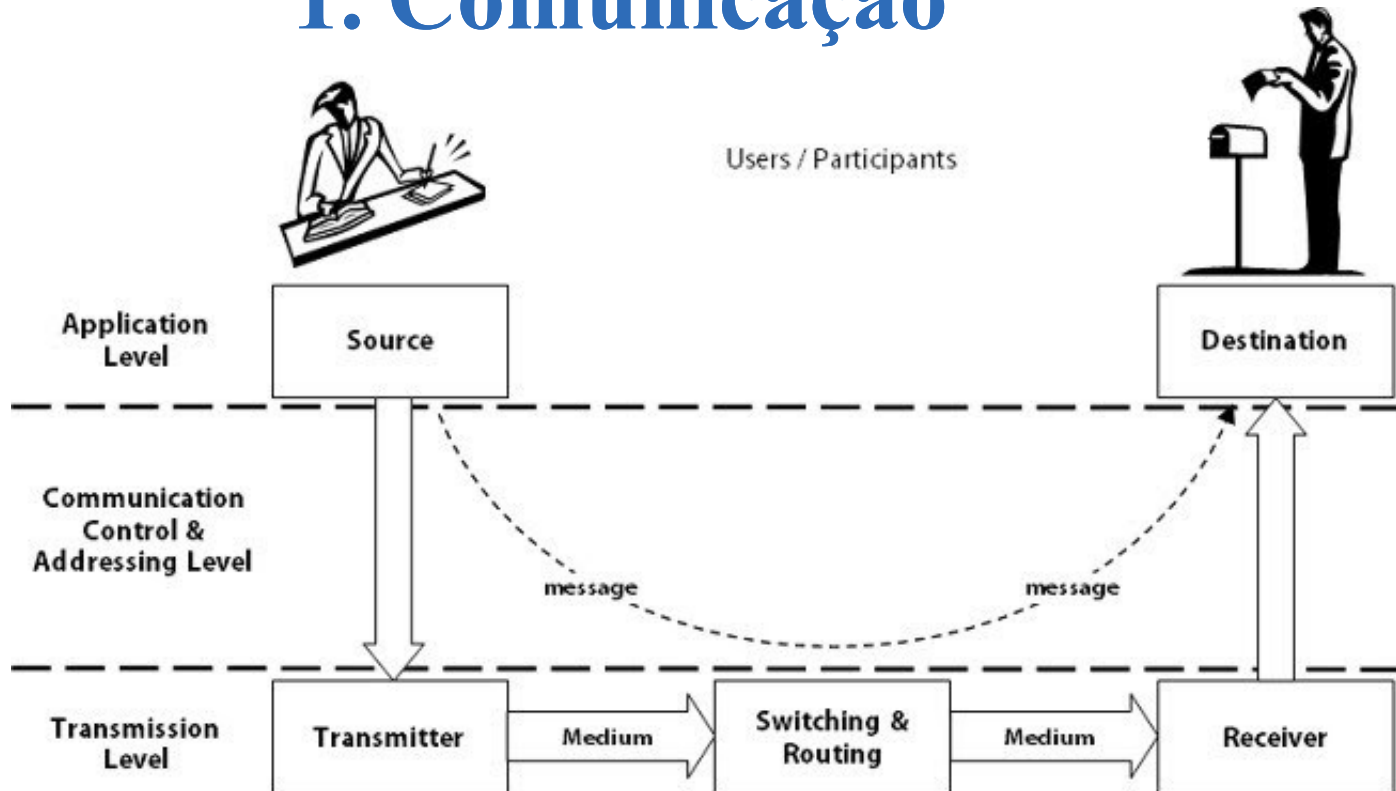


Interoperabilidade entre os Sistemas



I. Sistemas de Comunicação Elétrica

1. Comunicação



Ato de transmissão de informação da *fonte* até o *destino*.

I. Sistemas de Comunicação Elétrica

1. Comunicação

- É o processo de transferência de informação entre um agente transmissor e um agente receptor.
- É o processo pelo qual uma informação gerada em um ponto no tempo e no espaço chamado de *fonte* é transferida a outro ponto no tempo e no espaço chamado *destino*.
- *É o ato de emitir, transmitir e receber informações.*

I. Sistemas de Comunicação Elétrica

1. Comunicação – Segundo Shannon

“The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point.”

“Shannon, Claude. A Mathematical Theory of communication. (1948)



2. Telecomunicação

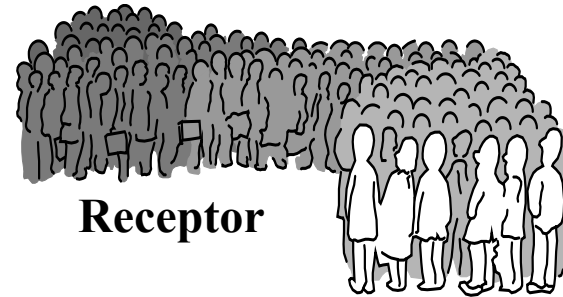
- Com origem na palavra grega *Tele* que significa “**distância**”,
- É a troca de informações por qualquer meio em redes de computadores.
- É o termo empregado em sistemas que têm seu alcance normal da comunicação *estendido*.



3. Modelo de Comunicação

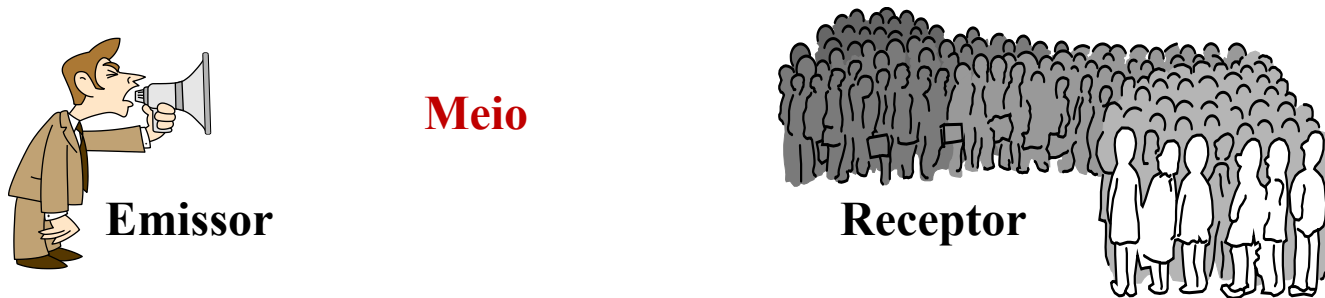


Meio



Conjunto de meios e dispositivos que permite a transmissão de informação entre pontos distantes por meio de **sinais elétricos**.

3. Modelo Genérico



Espera-se que o significado da informação seja preservada pelo meio e que o seu conteúdo seja recuperado e corretamente interpretado no destino.

4. Informação

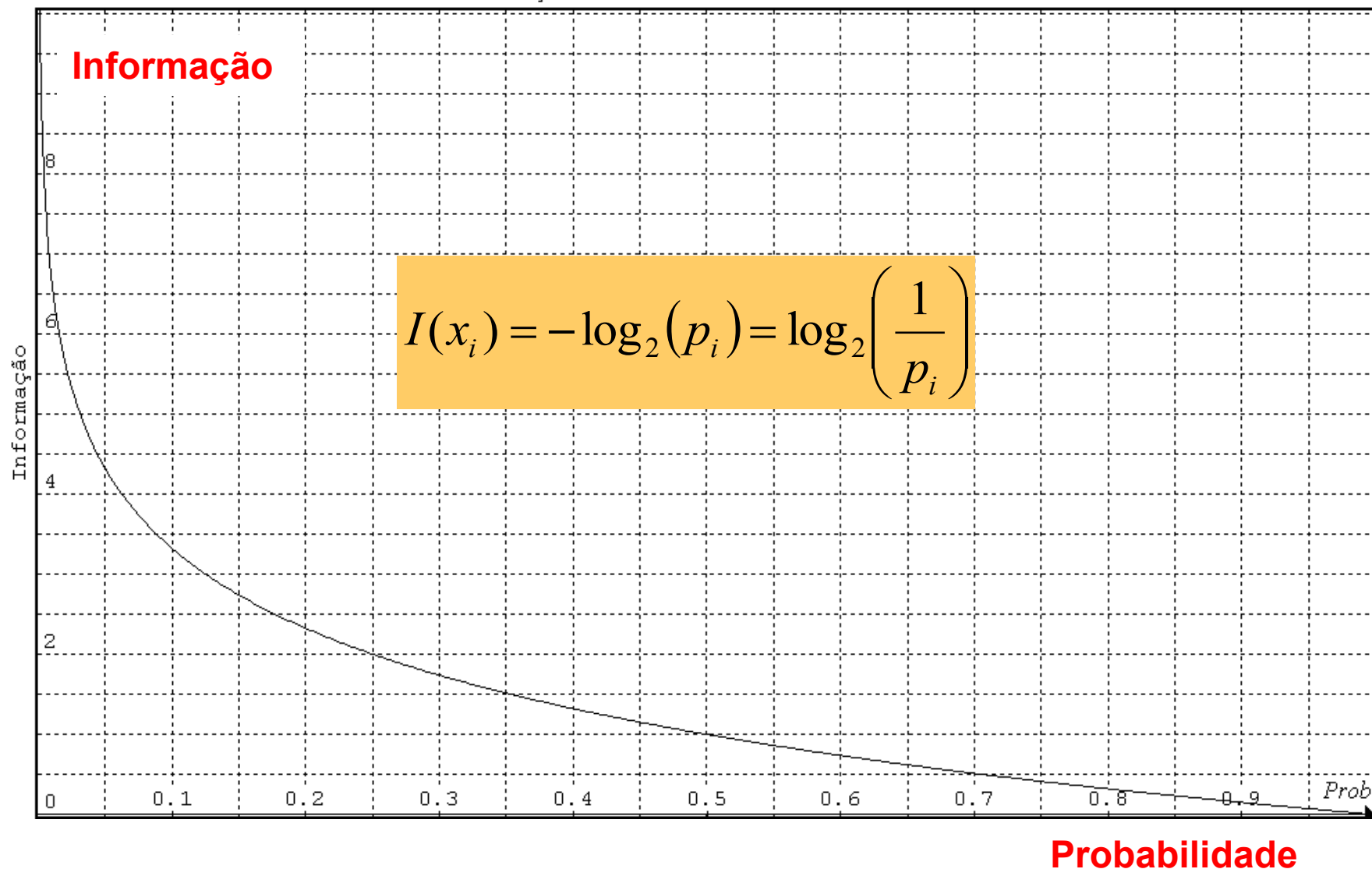
- Existe uma teoria formal chamada Teoria da Informação que associa a informação I à imprevisibilidade (probabilidade de ocorrência) das mensagens.

$$I = \log_2 \left(\frac{1}{p} \right)$$

- Isto é, uma mensagem transporta tanto mais informação quanto menos provável a sua ocorrência.

4. Informação

Informação x Probabilidade de um evento



5. Mensagens

- **As mensagens (informação) podem ser de diversos formatos:**
 - Voz, Dados, Imagem e Vídeo
- **Podem ser Analógicas ou Digitais**
 - **Analógicas**
 - Grandezas físicas, voz, música, imagem, etc
 - **Digitais**
 - Alfabetos restritos.
 - As mais comuns são as fontes digitais do tipo binário as quais geram bits (11001100...).

6. Sistema de Comunicação Ponto-a-Ponto



- **Fonte de Informação**
 - Voz, Dados, Imagem e Vídeos.
 - Pode ser Analógico ou Digital

6. Sistema de Comunicação Ponto-a-Ponto



- **Transmissor (Tx)**

- Processa a informação e a disponibiliza em um **formato adequado** para a transmissão.
- Basicamente o **transforma** em uma onda eletromagnética na frequência desejada.

6. Sistema de Comunicação Ponto-a-Ponto



- **Canal**

- Estabelece a ligação entre diferentes locais sem a devida fidelidade:
 - **Atenua** e **Distorce** o sinal a ser transmitida
 - Insere **Interferências** e **Ruídos** à informação

6. Sistema de Comunicação Ponto-a-Ponto

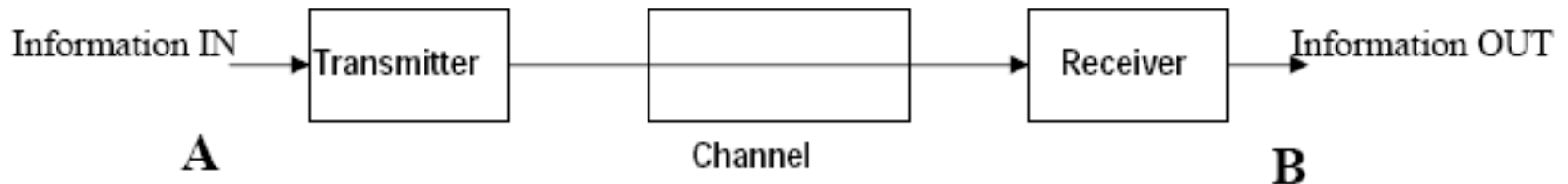


- **Receptor (Rx)**

- Deve **Reconstruir a Informação Transmitida** a partir do sinal recebido que foi corrompido pelo canal.

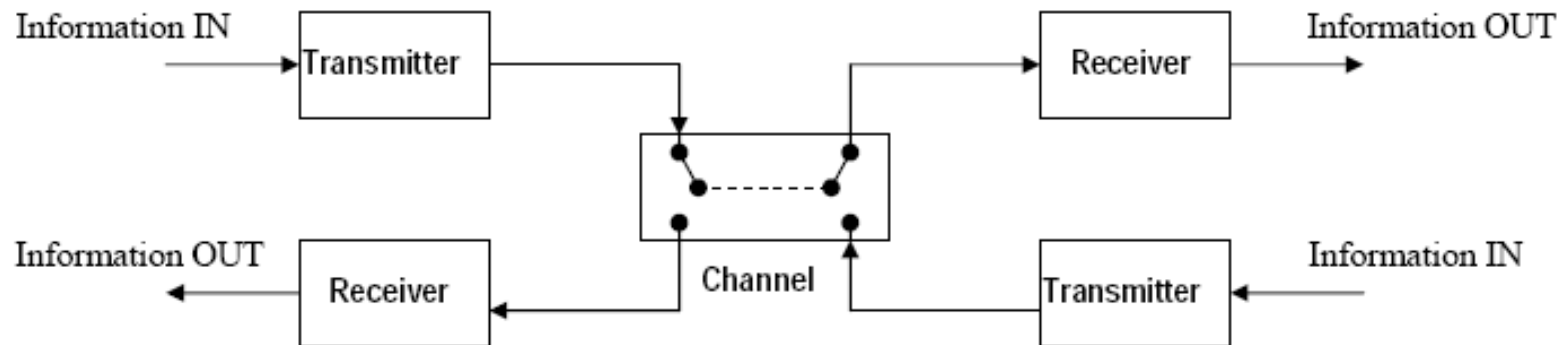
7. Comunicação (Ligação) entre o Tx e o Rx

- **Simplex** (Unidirecional)
 - Comunicação só num sentido.
 - Ex: **Rádiodifusão** (sem interatividade)



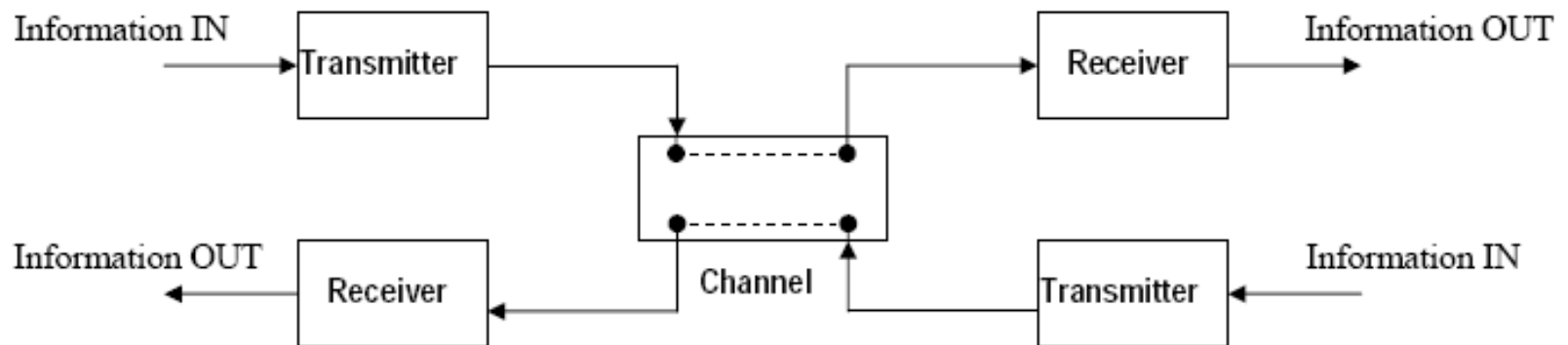
7. Comunicação (Ligação) entre o Tx e o Rx

- **Half Duplex** (Bidirecional Alternativo)
 - Comunicação nos dois sentidos, **mas não em simultâneo**
 - Ex: Walk talk



7. Comunicação (Ligação) entre o Tx e o Rx

- **Duplex ou Full-Duplex** (Bidirecional Pleno)
 - Comunicação nos dois sentidos em simultâneo
 - Ex: **RTPC** (**R**ede **T**elefônica **P**ública **C**omutada)



8. Exemplos de Sistemas de Comunicação

- **Rádiodifusão**
 - **Rádio**
 - Sinais são transmitidos pelo ar, de uma estação de radiodifusão até vários receptores (aparelhos de Rádio)
 - **TV**
 - Sinais são transmitidos pelo ar de uma estação de radiodifusão até vários receptores (aparelhos de TV).

8. Exemplos de Sistemas de Comunicação

- **Telefonia Fixa**

- Sinais são transmitidos de um ponto para outro (de um telefone para outro) através de cabos metálicos e cabos de fibra óptica.

- **Telefonia Móvel**

- Voz e dados digitais são transmitidos de um ponto para outro (de telefone para outro) por fios e pelo ar.

8. Exemplos de Sistemas de Comunicação

- **Internet**

- Dados digitais são transmitidos de um ponto a outro através de cabos.

- **Comunicação via Satélites**

- Sinais são transmitidos de um ponto para outro por intermédio de satélites.

9. O que torna um Sistema de Comunicação Exemplar?

- **Recepção Fidedigna de Sinal**
 - Sistemas Analógicos - Alta Relação Sinal-Ruído (SNR)
 - Sistemas Digitais - Baixa Taxa de Erro de Bits (BER)
- **Baixa Potência de Transmissão**
- **Grande quantidade de informação transmitida**
- **Baixa Largura de Banda**
- **Baixo Custo (Complexidade?)**

10. Exemplos de Problemas de Projeto de Sistemas

- **Nas torres de Transmissão de Microondas**
 - Largura de banda restrita por regulação. Em contrapartida não tem problemas de potência.
- **Na Comunicação via Satélites**
 - Elevado custo de potência na geração de sinais no espaço e longas distâncias de transmissão.
- **Nos Aparelhos Celulares**
 - Potência (impacto na duração e tamanho das baterias) e largura de banda restritas

II. Histórias das Telecomunicações

Vídeos Didáticos



Visual History of Telecommunications.mp4



Cabos Submarinos (versão completa).mp4

Alguns Marcos Importantes

- 1832 – Samuel Finley Breese Morse inventou o telégrafo;
- 1844 – **Samuel Morse criou o código Morse. A telegrafia passou a ser aceita como meio de comunicação;**
- 1852 – Começou a operar o primeiro telégrafo no Brasil. Surgiu a profissão de telegrafista e geração de empregos nas telecomunicações;
- 1875 - **Alexandre Von Graham Bell e Watson descobriram o telefone quando faziam experiências com o telégrafo;**
- 1877 – É instalado o primeiro telefone do Brasil (Rio de Janeiro)
- 1887 – Detecção de ondas eletromagnéticas por Heinrich Hertz

Alguns Marcos Importantes

- 1893 – O padre brasileiro Roberto Landell de Moura realiza a primeira experiência pública de comunicação à distância sem fios, da Av. Paulista ao Morro de Santana. Landell transmitiu código Morse através de ondas eletromagnéticas;
- 1896 – O italiano Guglielmo Marconi registrou a primeira patente da telegrafia sem fio do mundo, e em 1897, fundou a empresa Wireless Telegraph and Signal Co. que, em 1900, se transformou na Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd;
- Início do século XX - Surgiram as primeiras companhias telefônicas e radiotelegráficas, tais como a Companhia Telefônica Brasileira (CTB) e a Companhia Radiográfica Brasileira (Radiobrás);

Alguns Marcos Importantes

- **1922** – Surgem no Brasil as primeiras emissoras de rádio, transmitindo em AM: a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro (depois Roquete Pinto), a Rádio Clube do Brasil (depois Rádio Mundial) e a Rádio Educadora (depois Tamoio);
- **1930** – Foi instalado o primeiro cabo telefônico submarino com extensão de 422 km, ligando Estocolmo, na Suécia, a Abo, na Finlândia;
- **1950** - As ondas de Rádio passaram a ser transmitidas acompanhadas de imagens. Em setembro de 1950 a televisão chegou ao Brasil, com a ativação da TV Difusora de São Paulo (depois TV Tupi).
- **1956** - Começa a funcionar o primeiro cabo telefônico transatlântico entre Estados Unidos e Grã-Bretanha;

Alguns Marcos Importantes

- **1958** - O primeiro sistema de discagem direta a distância (**DDD**) da América do Sul é implantado no Brasil, entre Santos e São Paulo;
- **1962** - Entra em operação o primeiro **satélite** mundial de telecomunicações, o Telstar, construído pelos Laboratórios Bell;
- **1966** - **Início do uso de fibra óptica em telecomunicações;**
- **1971** - A Intel anuncia o invento do microprocessador;
- **1972** - É criada a holding **Telebrás**, responsável pelas empresas governamentais de serviços públicos de telecomunicações do Brasil. São instalados os primeiros telefones públicos (os **orelhões**) no Rio de Janeiro e em São Paulo;

Alguns Marcos Importantes

- 1975 - O Brasil integra-se ao sistema de discagem DDI;
- 1978 - A Telefonia Móvel Celular é ativada no Japão;
- 1990 - A Telefonia Móvel é implantada no Rio de Janeiro;
- 1995 - **Implantada a Internet comercial no Brasil;**
- 1998 - Privatização do Sistema Brasileiro de Telecomunicações (Telebrás) e início da competição no mercado nacional de Telecomunicações com a concorrência das operadoras para o STFC (Sistema Telefônico Fixo Comutado);
- 1999 - A Telefônica introduz em São Paulo a tecnologia ADSL, que possibilita enviar e receber dados e imagens em altas velocidades;

Alguns Marcos Importantes

- 2001 - Assinatura das primeiras licenças GSM (Sistema Global para Comunicação Móvel) – Tecnologia 3G;
- 2003 – Padrão IEEE 802.11g para rede LAN sem fio
- 2006 - **O ministério das Comunicações do Brasil criou o Conselho de Desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD;**
- 2007 – O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES abriu um programa de financiamento para a implantação da TV digital no Brasil.

III. Organismos Normativos

ITU – União Internacional de Telecomunicações

Organização intergovernamental internacional, da ONU, que integra as agências reguladoras de 156 países, organismos científicos/industriais, organizações regionais e internacionais, etc. Atualmente é composta por 188 países membros.

- Sede: Genebra, Suíça
- ITU-R: comunicações de rádio e registros de frequências;
- ITU-T: padronização das telecomunicações em telefonia, telegrafia e dados ;
- ITU-D: desenvolvimento das telecomunicações

III. Organismos Normativos

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

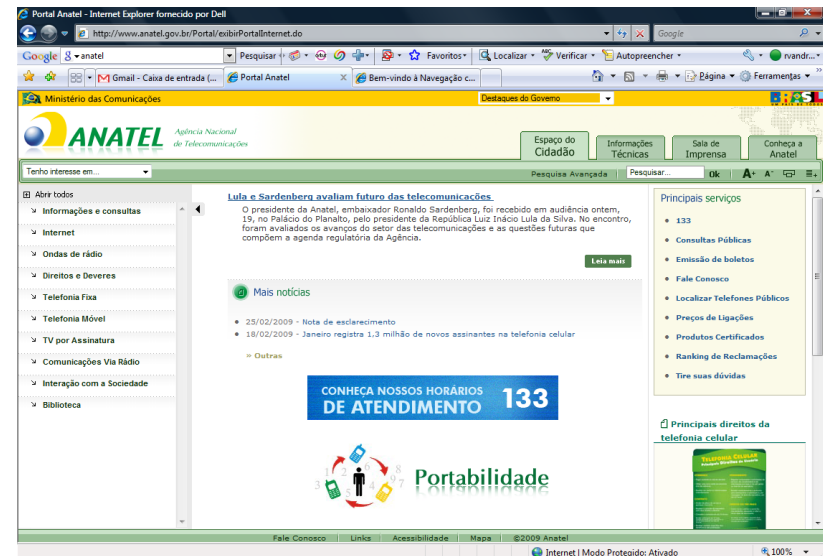
É o representante brasileiro na ITU.

ABERT – Associação Brasileira de Emissores de Rádio e Televisão

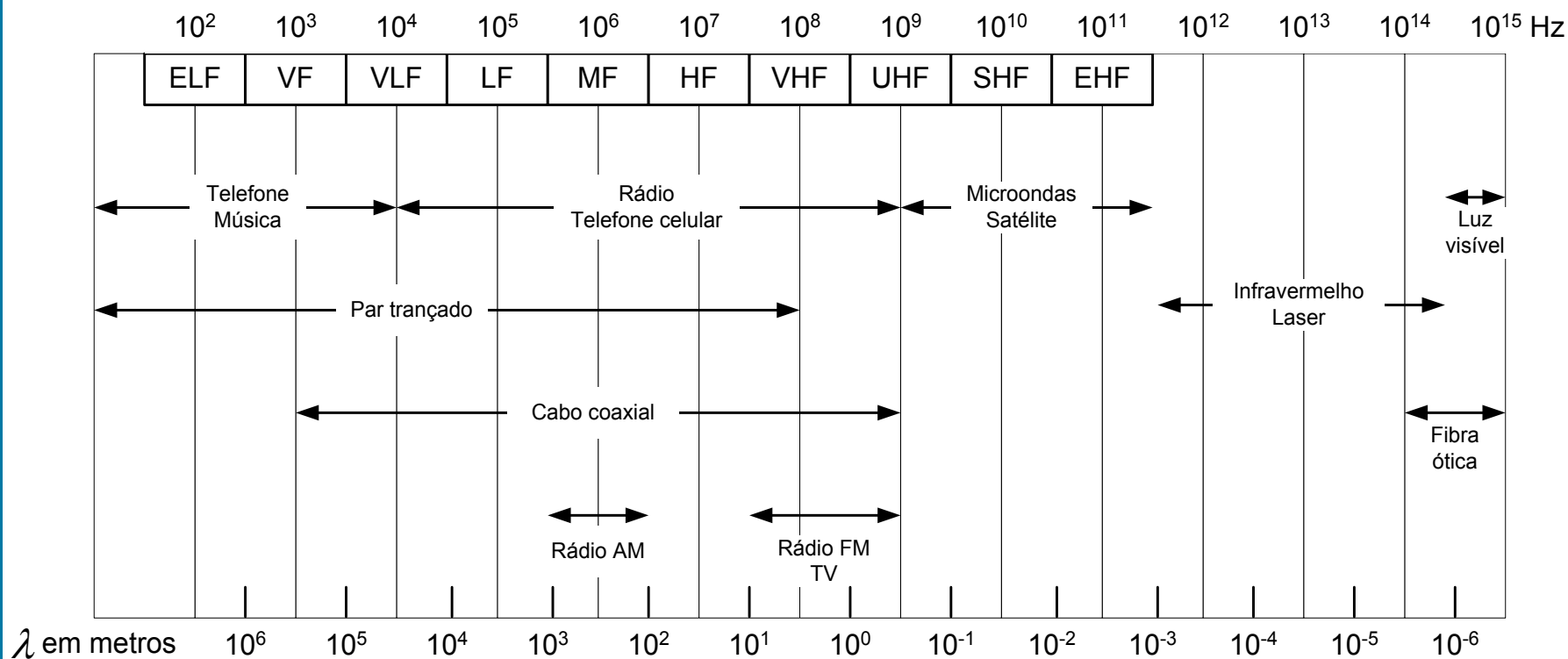
III. Organismos Normativos

Legislação do Setor de Telecomunicações Brasileiro

- Regulação e Agências Reguladoras
- Concessão de Serviços Públicos
- Política Nacional de Telecomunicações
- Plano Geral de Universalização.
- Plano Geral de Metas da Qualidade
- Regulamento de Serviços de Telecomunicações.
- Noções de Regulação Específica de Serviços.
- Fundamentos e classificação de sistemas de telecomunicações.



III. Espectro Eletromagnético

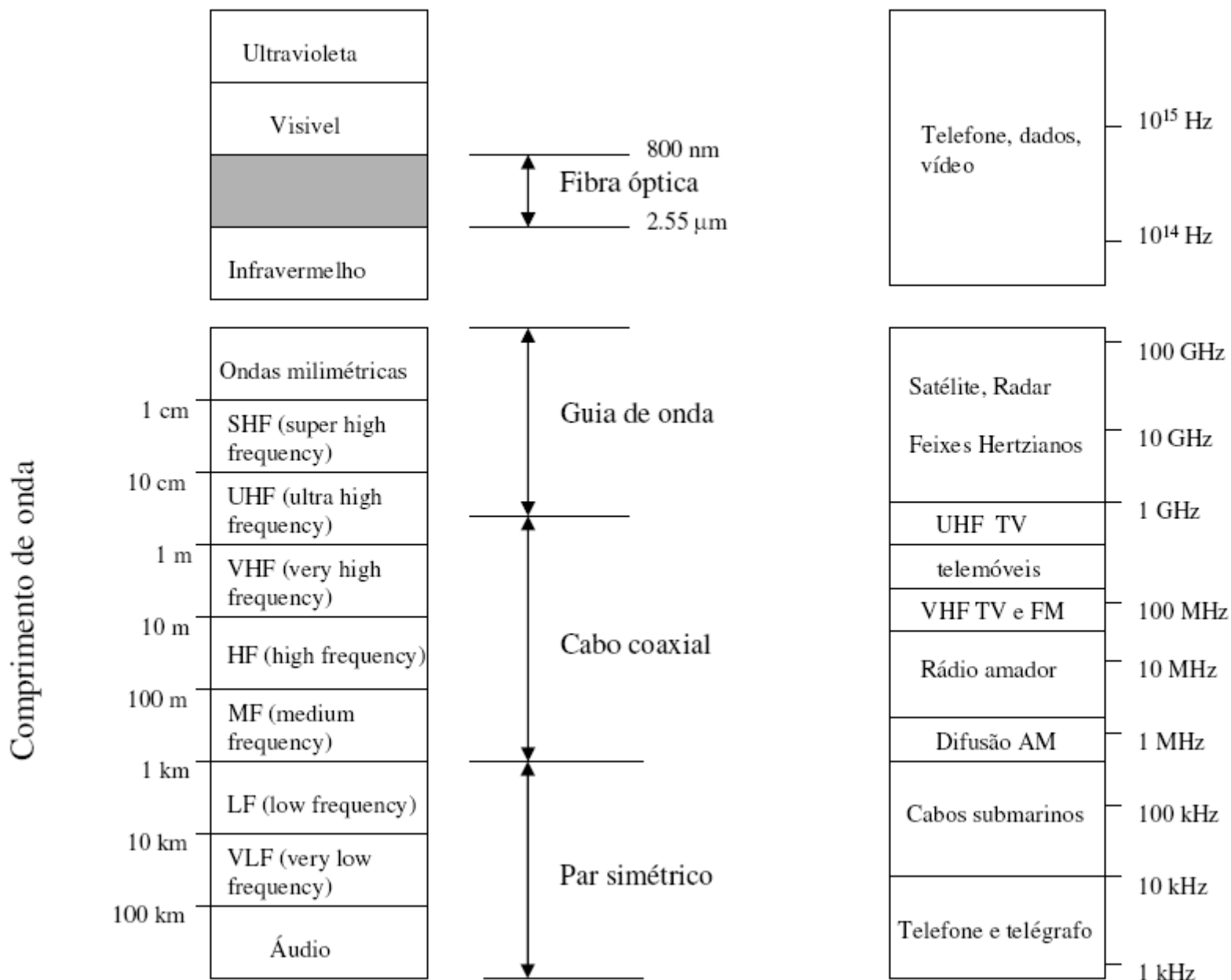


$$c = f \lambda$$

$3 \times 10^8 \text{ m/s}$ (Speed of light)

 f (Frequency)

 λ (Wavelength)



Frequência