

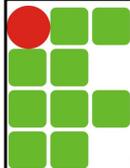
INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO NORTE



# Redes de Computadores

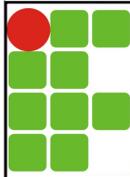
## Camada Física – Parte II

Prof. Thiago Dutra <[thiago.dutra@ifm.edu.br](mailto:thiago.dutra@ifm.edu.br)>



## Agenda – Camada Física

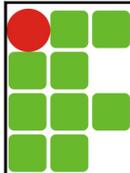
- Introdução
- Técnicas de Transmissão de Dados
- Meios de Transmissão
- Dispositivos
- Cabeamento Estruturado



## Agenda – Parte I

- Meios de Transmissão
  - Introdução
  - Classificação
  - Meios Guiados
    - Par Trançado, Coaxial, Fibra Óptica
  - Meios Não Guiados
    - Propagações
    - Antenas
    - Bandas
    - Rádio, Microondas, Infravermelho

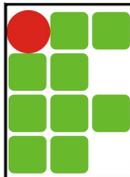
3



## Introdução

- Podemos definir, em termos gerais, um **meio de transmissão** como qualquer coisa capaz de transportar informações de uma origem a um destino
  - Pessoas conversando
    - Informação = mensagens
    - Meio de transmissão = ar, sinais de fumaça ou código de sinais
  - Correspondência
    - Informação = mensagem escrita
    - Meio de transmissão = carteiro, caminhão ou avião
- Nas redes de **comunicação de dados** a definição de meios de transmissão e informações é mais específica
  - **Informação** = sinal resultado da conversão de dados
  - **Meio de transmissão** = ar, cabo metálico ou fibra óptica

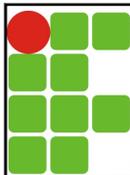
4



## Introdução

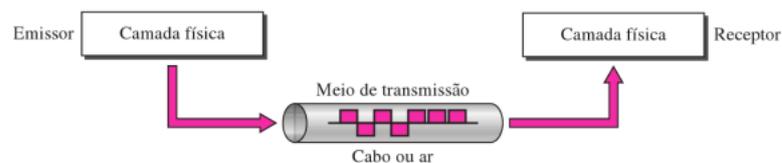
- Os sinais são transmitidos de um dispositivo a outro na forma de energia eletromagnética propagada pelos meios de transmissão
- Energia eletromagnética é uma combinação de campos magnético e elétrico vibrando uns em relação aos outros
  - Ex.: energia elétrica, ondas de rádio, luz infravermelha, luz visível, luz ultravioleta e raios x, gama e cósmicos
- Cada um dos exemplos constitui uma parte do espectro eletromagnético
  - Nem todas as faixas de frequência do espectro são atualmente utilizáveis em telecomunicações

5

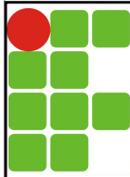


## Classificação

- Em telecomunicações, os meios de transmissão são divididos em duas amplas categorias:
  - **Guiados** : existem fios ou cabos interligando os dispositivos
    - Ex.: cabos de par trançado, coaxial e fibra óptica
  - **Não Guiados** : utilizam ar, água ou vácuo para transmitir informações entre os dispositivos
    - Ex.: redes sem fio, infravermelho, micro-ondas e satélite

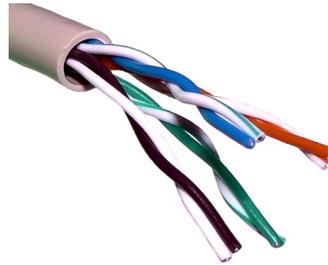


6

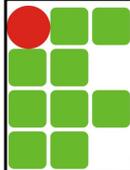


## Par Trançado

- Um cabo par trançado é formado por dois condutores (em geral de cobre), cada qual revestido por um material isolante plástico, traçados juntos de forma helicoidal
  - Um dos fios é usado para transportar sinais elétricos para o receptor e o outro funciona como um terra de referência
  - O receptor baseia-se na diferença de potencial entre os dois fios para interpretar a informação recebida



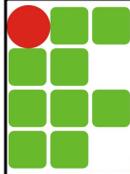
7



## Par Trançado – Interferências

- Os sinais que viajam por um fio estão sujeitos a interferências eletromagnéticas, criando um sinal indesejável
  - No cabo par trançado, ambos os fios são afetados pelas interferências e como a se utiliza a diferença entre os fios, ocorre o **cancelamento dos sinais indesejados**
  - O trançamento aumenta a probabilidade de ambos os fios serem afetados igualmente pelas interferências externas
    - Em cabos paralelos as interferências externas atuam de maneiras diferentes (ex.: distância da fonte de ruído ou linha cruzada)
    - **Maior quantidade de tranças => maior qualidade do cabo**

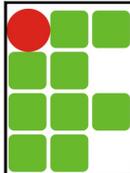
8



## Par Trançado – Blindagem

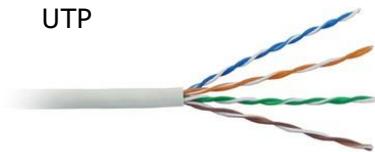
- Para evitar ainda mais as interferências, os cabos de par trançado podem fazer uso de **blindagens**
  - UTP = Unshielded Twisted Pair
    - Sem Blindagem
  - FTP = Foiled Twisted Pair
    - Blindagem Simples (Todos os Pares)
  - STP = Shielded Twisted Pair
    - Blindagem Individual (Pares)
  - SSTP = Screened Shielded Twisted Pair
    - Blindagem Simples + Individual

9



## Par Trançado – Blindagem

UTP



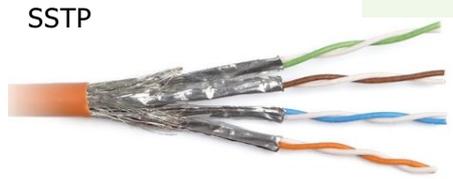
FTP



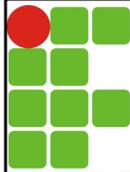
STP



SSTP



10

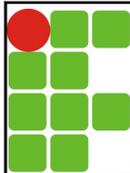


## Par Trançado – Categorias

- Uma série de características técnicas e mecânicas (ex.: frequência e blindagem) são reunidas e definem uma categoria de cabo
  - Categorias => 1, 2, 3, 4, 5, 5e, 6, 6a, 7, 7a, 8/8.1 e 8.2
  - Mais comuns nas redes => 5, 5e e 6



11

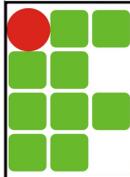


## Par Trançado – Conectores

- O conector para cabos par trançado mais comum é o **RJ-45**



12

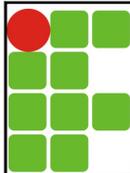


## Coaxial

- Padrão das LANs durante muitos anos
- Atualmente muito utilizado em:
  - Circuitos fechados de TV (CFTV)
  - Redes de TV à cabo (CATV)
- Em relação ao par trançado
  - Oferece uma melhor imunidade a ruídos
  - Transporta faixas de frequência mais altas (banda passante na casa de "alguns" GHz)
  - Possui custo maior e sua instalação é mais complicada
  - São categorizados com base na impedância, bitola, percentual de malha, ...



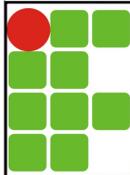
13



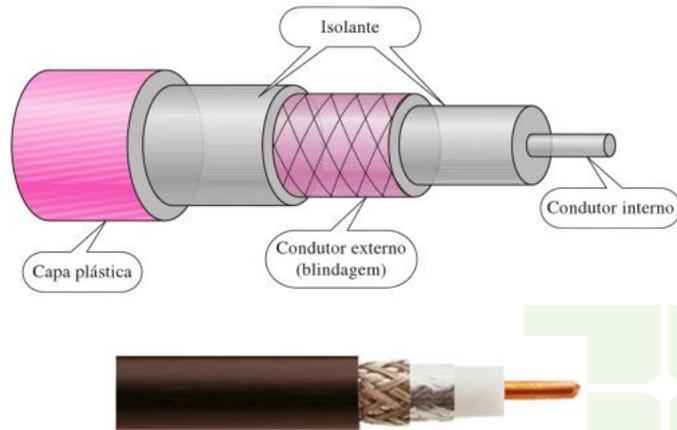
## Coaxial – Constituição

- O cabo coaxial consiste de:
  - Um **núcleo condutor** central de fio torcido ou sólido (em geral cobre)
    - Responsável por carregar o sinal
  - Um **material isolante envolvendo o núcleo**
  - Um **condutor externo cilíndrico**
    - Geralmente uma capa metálica, uma malha sólida entrelaçada ou ambos
    - Também serve de blindagem para o condutor interno
  - Uma **cobertura plástica externa**

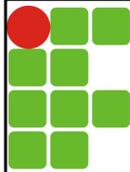
14



# Coaxial – Constituição

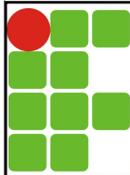


15



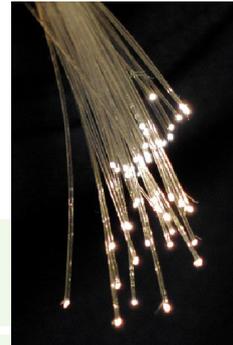
# Coaxial – Conectores



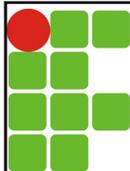


# Fibra Óptica

- Uma fibra óptica é feita de vidro ou plástico e utiliza luz para a transmissão de dados
  - Cabos metálicos transmitem sinais elétricos
- Oferece uma enorme capacidade de transmissão
  - Sua banda passante teórica é quase "ilimitada", na faixa de "vários" THz
  - Equipamentos economicamente viáveis é que restringem sua capacidade
- É imune a interferências eletromagnéticas
- O problema da atenuação é bem menor
  - Em geral por absorção, espalhamento e curvaturas
  - Permitindo grandes distâncias sem repetidores
- Seus componentes, sua instalação e manutenção (ex.: rompimento) ainda são caros

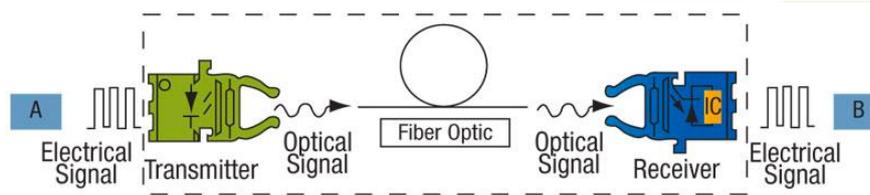


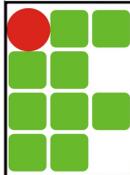
17



# Fibra Óptica – Transmissão

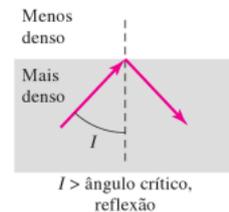
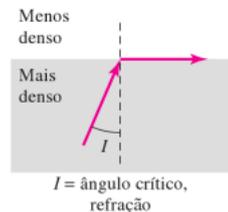
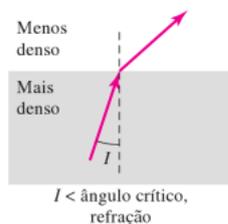
- Um sistema de transmissão óptica tem 3 componentes: a fonte de luz, o meio de transmissão e o detector
  - O transmissor recebe um sinal elétrico, converte o sinal e o transmite pelo meio através de pulsos luminosos
  - O detector gera um sinal elétrico quando entra em contato com a luz, recuperando a informação
  - Normalmente, a presença de luz indica o bit 1 e a ausência o bit 0



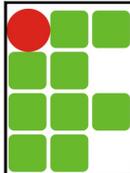


## Fibra Óptica – Transmissão

- Pelas sua propriedades, a luz trafega em linha reta desde que esteja se movimentando em um meio físico uniforme
  - Se um raio de luz trafegando por um meio de repente passar para outro meio (de densidade diferente) => **mudança de direção**
  - Se o ângulo de incidência  $I$  for menor que o **ângulo crítico (própria do meio físico)** a luz refrata, se for maior a luz reflete

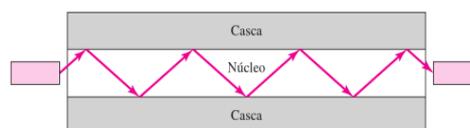
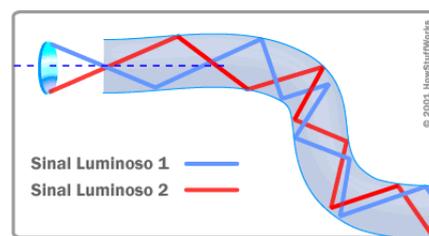


19

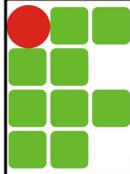


## Fibra Óptica – Transmissão

- **As fibras ópticas utilizam reflexão para guiar a luz por um canal**
  - Um **núcleo** é revestido por uma **casca** feita de material menos denso
  - A diferença de densidade tem de ser tal para que o fluxo de luz deslocando-se dentro da núcleo seja refletido pela casca em vez de refratado



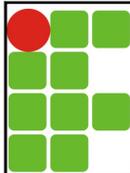
20



## Fibra Óptica – Constituição

- Um cabo de fibra óptica consiste de:
  - Um **núcleo** (de vidro ou plástico)
    - Onde a luz é guiada
  - A **casca**
    - Um revestimento (em geral plástico) envolvendo o núcleo
    - Responsável pela reflexão da luz dentro do núcleo
  - Uma **jaqueta** (geralmente de plástico)
    - revestimento externo da fibra (núcleo + casca)
  - **Fios de Kevlar**
    - Para dar resistência ao cabo
  - **Cobertura plástica externa**

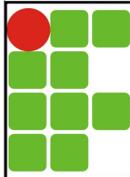
21



## Fibra Óptica – Constituição



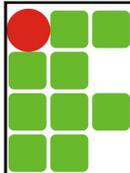
22



## Fibra Óptica – Tipos

- Existe uma grande quantidade de tipos de cabos de fibra óptica, classificados de acordo com diversas características
  - Ex.: ambiente de uso (interno, externo, subterrâneo, aéreo, etc.)
- Contudo, todos os cabos de fibra estão agrupados em **duas "classes" principais**:
  - Multimodo
  - Monomodo

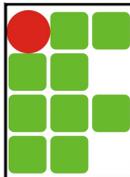
23



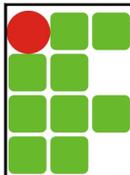
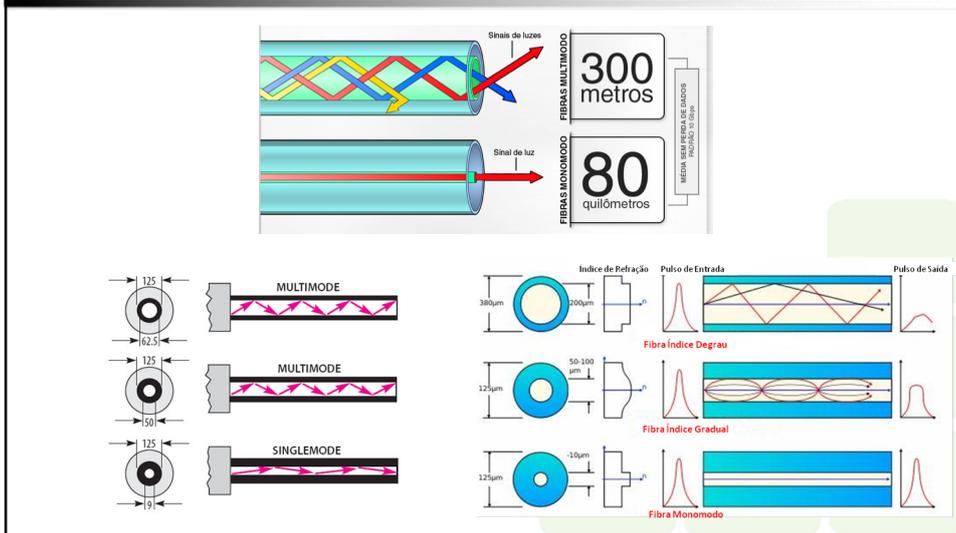
## Fibra Óptica – Tipos

- **Multimodo**
  - **MM = Multi-Mode**
  - São fibras que possuem vários modos de propagação, o que faz com que os raios de luz percorram diversos caminhos no interior da fibra
- **Monomodo**
  - **SM = Single Mode**
  - Possuem um único modo de propagação
  - Essas fibras possuem diâmetro e densidade menor que as multimodo
  - Pela suas dimensões reduzidas sua fabricação é mais complexa e consequentemente são mais caras
  - Apresentam baixa atenuação e maior capacidade de transmissão

24



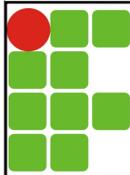
# Fibra Óptica – Tipos



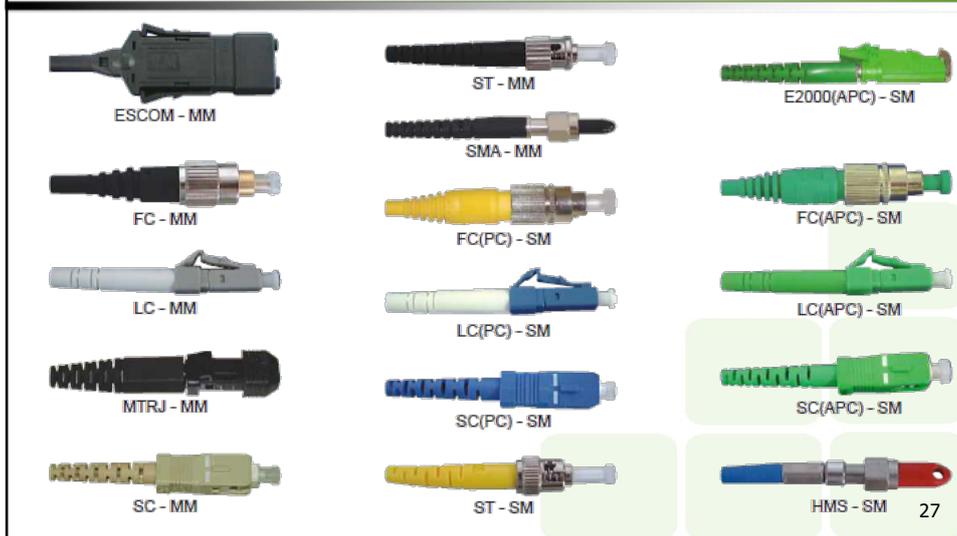
# Fibra Óptica – Tamanho

- As fibras óptica são categorizadas através da razão entre o diâmetro de seus núcleos e o diâmetro de suas cascas
  - Os diâmetros são expressos em  $\mu\text{m}$  (micrômetros)
  - Obs.: o diâmetro de um fio de cabelo é de aproximadamente  $60\mu\text{m}$
- Tamanhos comuns de fibras ópticas:

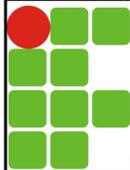
Tipo	Núcleo ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro da Casca ( $\mu\text{m}$ )	Modo
50/125	50	125	Multimodo, índice gradual
62,5/125	62	125	Multimodo, índice gradual
100/125	100	125	Multimodo, índice gradual
7/125	7	125	Monomodo



## Fibra Óptica – Conectores



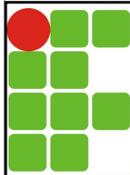
27



## Meios Não Guiados

- Os **meios de transmissão não guiados** transportam ondas eletromagnéticas pelo espaço livre, sem o uso de cabos ou fios
  - Comumente chamado de comunicação sem fio
- Os sinais não guiados podem trafegar da origem ao destino basicamente de três maneiras:
  - Propagação Terrestre
  - Propagação Ionosférica
  - Propagação em Linha de Visada

28

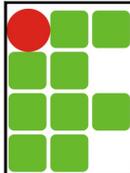


## Propagação Terrestre

- Nesse modo as ondas de rádio trafegam pela parte mais baixa da atmosfera, próximo a Terra
- Esses **sinais de baixa frequência se propagam em todas as direções a partir da antena transmissora e seguem a curvatura do planeta**
- O alcance máximo depende do nível de potência do sinal: **quanto maior a potência maior a distância**



29

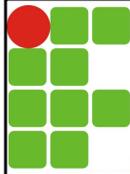


## Propagação Inonosférica

- Nesse tipo de propagação, **as ondas de rádio de alta frequência são irradiadas para cima atingindo a ionosfera**
- A ionosfera (camada da atmosfera onde partículas existem na forma de íons) **reflete as ondas de volta para Terra**
- Esse tipo de transmissão **permite maior alcance com menor potência de saída**



30

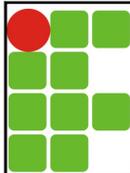


## Propagação em Linha

- No modo propagação em linha de visada, **sinais de frequência muito alta são transmitidos em linha reta de uma antena para outra**
- **As antenas têm de ser apontadas umas para as outras e também altas o suficiente ou próximas o bastante para não serem afetadas pela curvatura da terra**
- **É uma propagação complicada, pois as transmissões de rádios não podem ser completamente focalizadas**



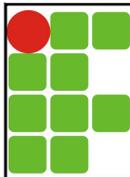
31



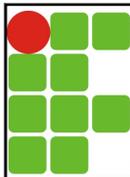
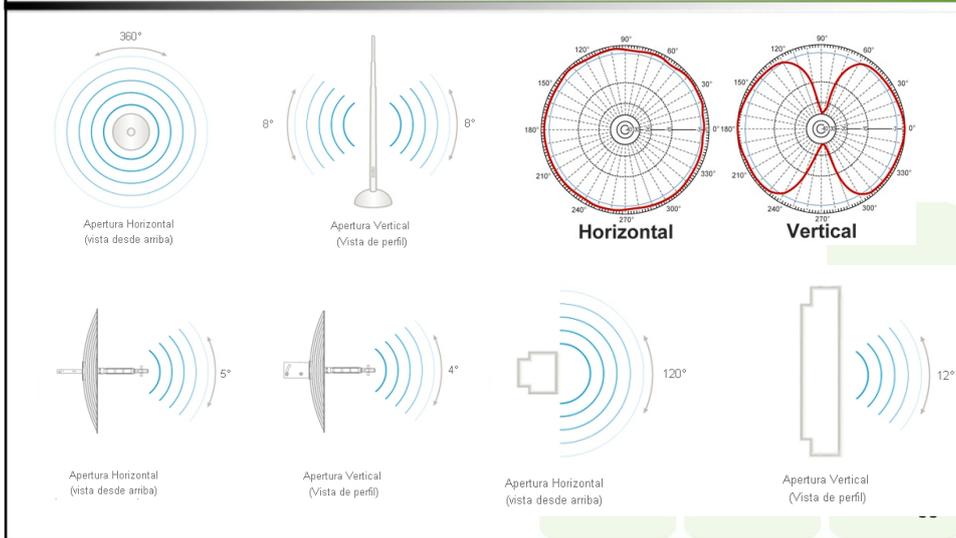
## Antenas

- **Omnidirecionais**
  - **Transmitem sinais em todas as direções**
  - **Utilizada em aplicações que transmitem sinais em broadcast (ex.: Rádio AM/FM e TV)**
- **Unidirecionais**
  - **Transmitem sinais em uma única direção**
  - **Necessita que as antenas de transmissão e recepção estejam alinhadas com o máximo de precisão**
  - **Por concentrarem toda a energia em um pequeno feixe oferece uma boa proteção contra ruídos e um bom alcance de sinal**





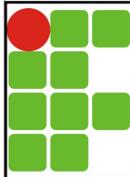
# Antenas



# Bandas

- A seção do espectro eletromagnético utilizado nas comunicações é dividido em faixas de frequências denominadas bandas
  - Cada banda é regulamentada por órgãos governamentais

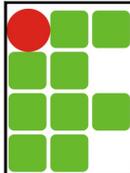
Banda	Intervalo	Propagação	Aplicação
VLF	3-30 kHz	Terrestre	Rádio navegação de longo alcance
LF	30-300 kHz	Terrestre	Orientações de rádio para aviões
MF	300 kHz – 3 MHz	Inosférica	Rádio AM
HF	3-30MHz	Inosférica	Faixa cidadão, comunicação aérea/marítima
VHF	30-300 MHz	Inosférica / Linha	TV VHF, rádio FM
UHF	300 MHz – 3 GHz	Linha	TV UHF, celulares, satélite, redes
SHF	3-30 GHz	Linha	Satélite, redes
EHF	30-300 GHz	Linha	Radar, satélites



## Rádio

- As ondas entre **3 kHz e 1 GHz** são normalmente chamadas de ondas de rádio
- A sua grande maioria são ondas **omnidirecionais**
  - Probabilidade maior de interferência
- **Em baixas frequências conseguem atravessar obstáculos, mas a potência cai abruptamente à medida que se distancia da fonte**
- **Em altas frequências, tendem a se propagar em linha reta (necessidade de visada direta) e possuem dificuldade em atravessar obstáculos**

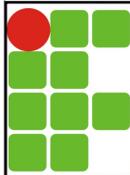
35



## Microondas

- Ondas eletromagnéticas entre **1 e 300 GHz**
- Em geral são **unidirecionais**
  - Baixa probabilidade de interferências
- Por necessitarem de visada (ausência de obstáculos), **transmissões de longa distância** precisam de torres altas
  - **Essa configuração é bastante afetada pela curvatura da Terra**
  - Normalmente são necessários repetidores no caminho
- **Microondas com frequência muito alta não conseguem superar obstáculos**
- Possui uma ampla largura de banda (em torno de 299 GHz) podendo atingir **altas velocidades**

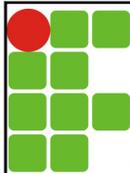
36



## Infravermelho

- Ondas infravermelhas vão dos 300 GHz aos 400 THz
- São direcionais e indicadas para conexões de curta distância
  - Muito utilizadas para conexões de controle remoto (ex.: TV e portão eletrônico)
  - Também utilizadas para conexão de periféricos sem fio
- Suas frequências extremamente elevadas, impedem que os obstáculos sejam ultrapassados
  - Essa característica é boa pois evita interferências, mas inviabiliza comunicações de longa distância

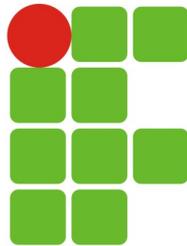
37



## Referências

- FOROUZAN, B. A. - **Comunicação de Dados e Redes de Computadores** – 3a Ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FOROUZAN, B. A. - **Comunicação de Dados e Redes de Computadores** – 4a Ed., São Paulo: McGraw-Hill, 2007.

38



**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO NORTE**



# Redes de Computadores

## Camada Física – Parte II

Prof. Thiago Dutra <[thiago.dutra@ifm.edu.br](mailto:thiago.dutra@ifm.edu.br)>