



UEA

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DO
AMAZONAS



**Escola Superior de Tecnologia – EST
Curso de Engenharia Elétrica
Redes de Comunicações de Dados I**

M.Sc. Bruno da Gama Monteiro

Manaus - AM
2021

Sumário

- 1 Meios de Transmissão Não Guiados
 - 1.1 O Espectro Eletromagnético
 - 1.2 Transmissão de Rádio
 - 1.3 Transmissão de Micro-Ondas
 - 1.4 Transmissão em Infravermelho
 - 1.5 Transmissão via Luz
 - 1.6 Satélites de Comunicações

Sumário

1 Meios de Transmissão Não Guiados

1.1 O Espectro Eletromagnético

1.2 Transmissão de Rádio

1.3 Transmissão de Micro-Ondas

1.4 Transmissão em Infravermelho

1.5 Transmissão via Luz

1.6 Satélites de Comunicações

Transmissão de Micro-ondas

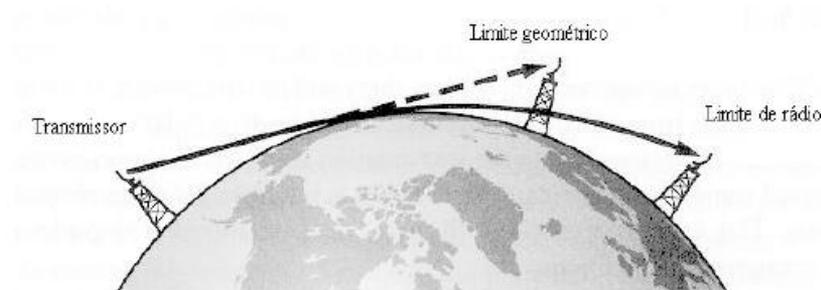
- **Acima de 100 MHz**, as O.E. podem ser concentradas em uma largura estreita do feixe de irradiação da antena. (A concentração de toda a energia em um pequeno feixe através de uma antena parabólica (Exemplo de TV por satélite) oferece uma relação sinal/ruído muito mais alta, mas as antenas de transmissão e recepção devem estar alinhadas com o máximo de precisão.
- Antes da fibra óptica, durante décadas essas frequências formaram o núcleo do sistema de transmissão telefônica de longa distância.

Transmissão de Micro-Ondas

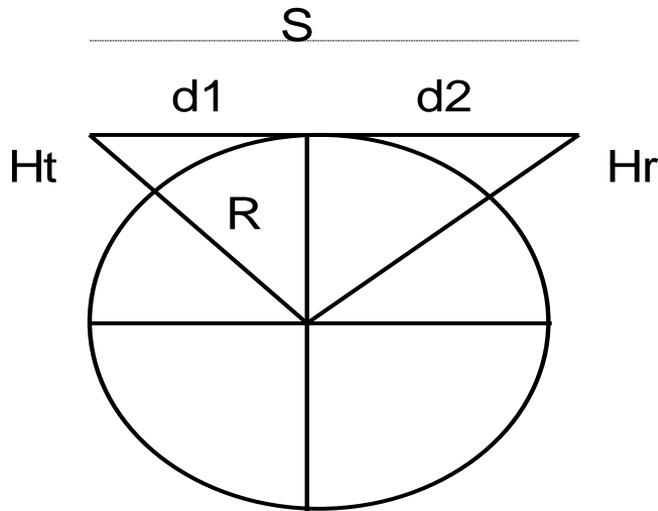
- As **micro-ondas** precisam que as antenas tenham visibilidade entre elas , se as torres estiverem muito afastadas, a Terra acabara se tornando um obstáculo, sendo necessário instalar repetidores a intervalos periódicos.
- Quanto mais altas são as torres, mais distantes elas podem estar umas das outras. Torres com 100 m de altura devem ter repetidores a cerca de 80 km.

O efeito da troposfera

- **efeito da refração : aumento da distância**



O horizonte geométrico (S)



$$S = d_1 + d_2$$

Onde : $d_1^2 = (R + H_t)^2 - R^2 = H_t^2 + 2H_t \cdot R$
 $= d_1^2 = H_t(H_t + 2R)$

$$d_2^2 = (R + H_r)^2 - R^2 = H_r^2 + 2H_r \cdot R$$

$d_2^2 = H_r(H_r + 2R)$. Como H_t e H_r são muito menores que o raio da terra ($R = 6.370 \text{ km}$), pode-se escrever como aproximação

$$d_1^2 \cong 2H_t \cdot R \text{ e } d_2^2 = 2H_r \cdot R$$

$$S = d_1 + d_2 \cong \sqrt{2R} (\sqrt{H_t} + \sqrt{H_r}).$$

Para $H_t = 100 \text{ m}$ e $H_r = 50 \text{ m}$, calcular a distância de visada direta

$$S = \sqrt{2} \times 6.370.000 (\sqrt{100} + \sqrt{50})$$

$$S = 60,9 \text{ km.}$$

Horizonte Rádio (S_R)

Retornando à expressão e lembrando que para a propagação se processando na atmosfera padrão, o raio fictício da terra vale $R = 4/3$ do raio médio verdadeiro da mesma terra, poderemos escrever:

$$S_R = d_1 + d_2 \cong \sqrt{2R} (\sqrt{H_t} + \sqrt{H_r})$$

$$S_R = \sqrt{2 \times \frac{4}{3} \times 6370.000} (\sqrt{H_t} + \sqrt{H_r})$$

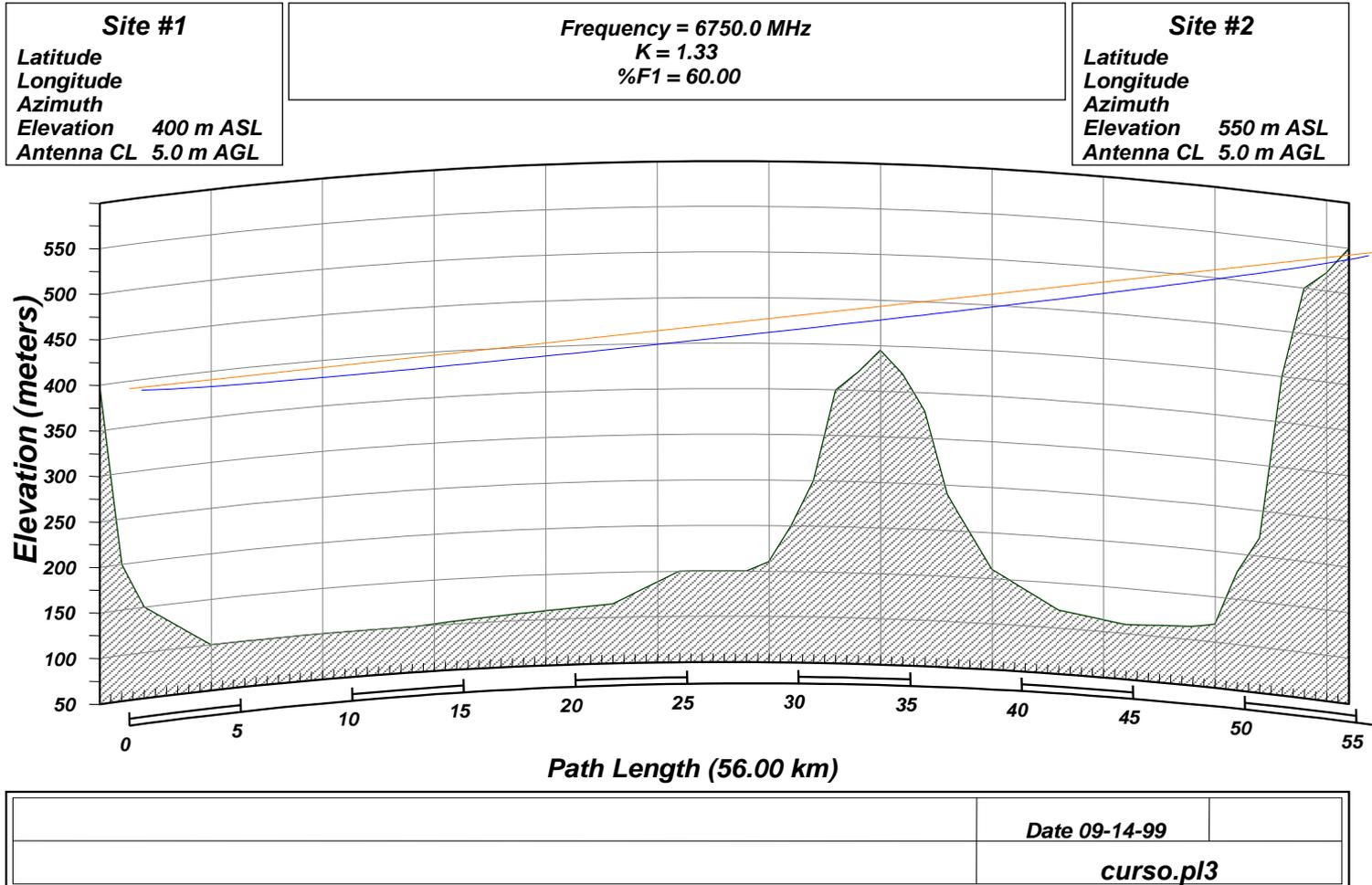
$$S_R = 4,12 (\sqrt{H_t} + \sqrt{H_r})$$

Para o exemplo anterior: $S_R = 4,12 (\sqrt{100} + \sqrt{50})$

$$\mathbf{S_R = 70,3 \text{ km}}$$

$$\mathbf{S_R > S}$$

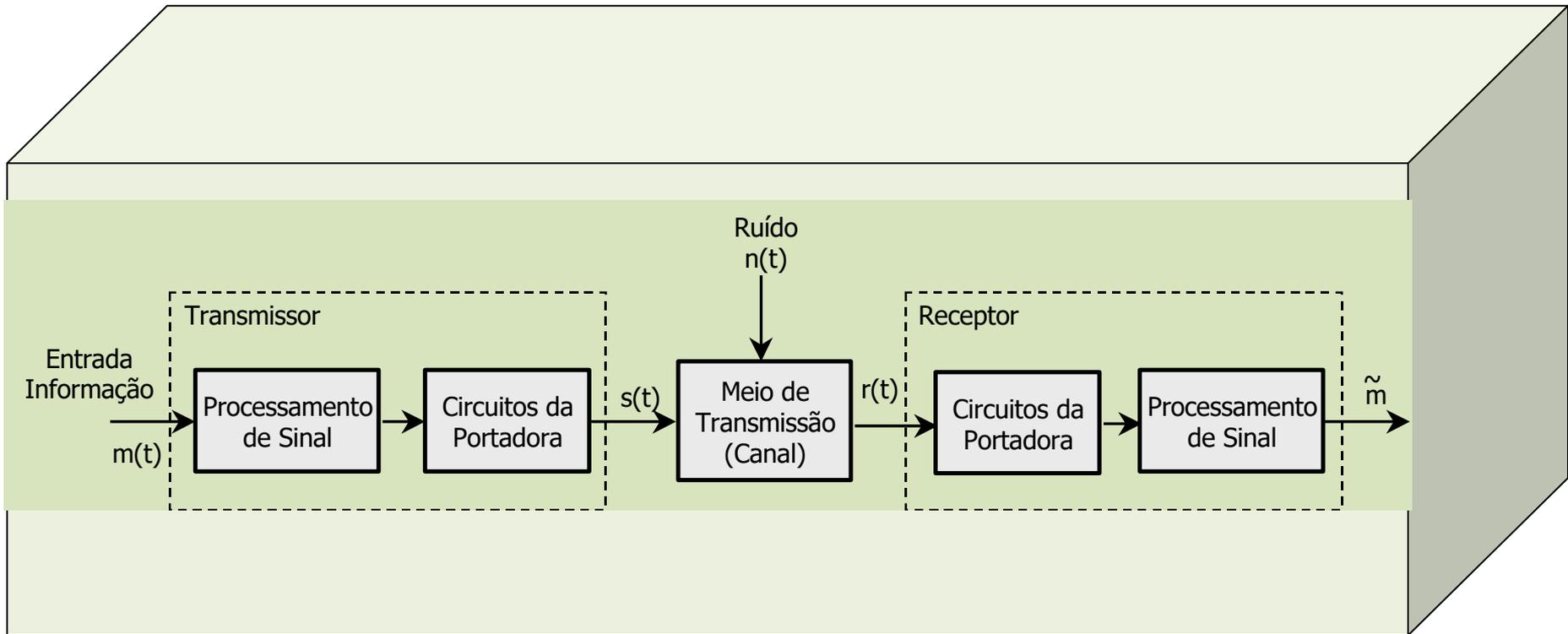
Transmissão de Micro-Ondas



Transmissão de Micro-Ondas

Sistema de Comunicação Digital

Modelo:



Transmissão de Micro-Ondas

Sistema de Micro-Ondas Rádio Digital



Transmissão de Micro-Ondas

Para a frequência de ($f= 1 \text{ MHz}$) , usando antenas isotrópicas $G_T = G_R = 0 \text{ dBi}$.

a) distância (d) = 10 km;

b) distância (d) = 20 km.

Calculando-se a atenuação pela equação de Friis

(telecomunicações) $A_{0_i} = 33 + 20 \log f_{\text{Mhz}} + 20 \log d_{\text{km}} - G_T - G_R$

$$a) A_{0(10\text{km})} = 33 + 20 \log 1 \text{ Mhz km} + 20 \log 10 \text{ km} - 0 - 0$$

$$A_{0(10\text{km})} = \mathbf{93 \text{ dB}}$$

$$b) A_{0(20\text{km})} = 33 + 20 \log 1 \text{ Mhz} + 20 \log 20 \text{ km} - 0 - 0$$

$$A_{0(20\text{km})} = \mathbf{99 \text{ dB}}$$

Transmissão de Micro-Ondas

Comunicação por **micro-ondas** é muito usada na telefonia a longa distância, em telefones celulares, na distribuição de sinais de televisão e em outros usos que uma severa diminuição do espectro obrigou a desenvolver.

Demanda por cada vez mais espectro incentiva ao uso de frequências cada vez mais altas.

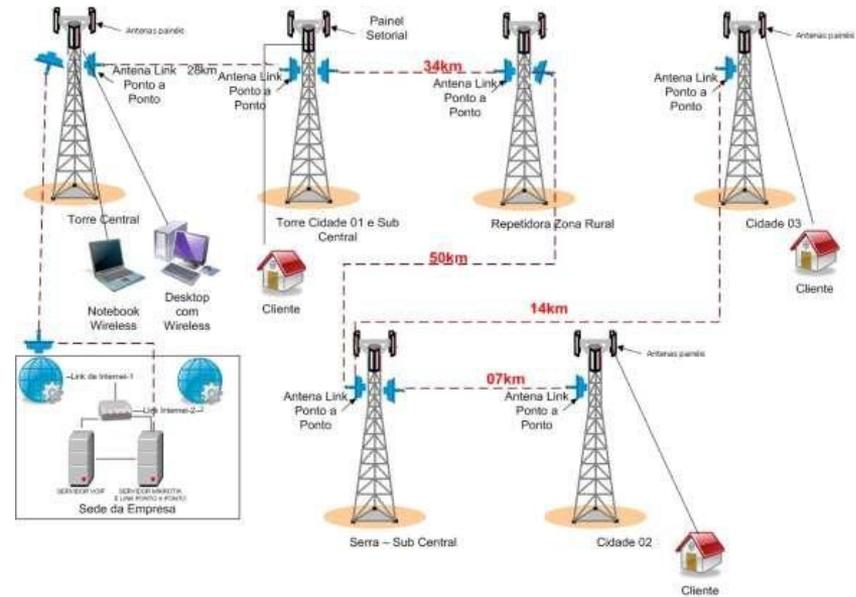


Transmissão de Micro-Ondas

Comunicação por **micro-ondas** Tem uma série de vantagens significativas sobre a fibra.

A mais importante delas é que dispensam a necessidade de se ter direitos sobre um caminho.

Quando se compra um pequeno lote de terra a cada 50 quilômetros e nele é instalada uma torre de **micro-ondas**, é possível ignorar o sistema telefônico e se comunicar diretamente.



Transmissão de Micro-Ondas

O uso de **micro-ondas** também é relativamente econômico.

Instalação de duas torres simples (alguns postes com quatro estais) e a colocação de antenas em cada uma delas pode ser menos dispendiosa que enterrar 50 km de fibra em uma área urbana congestionada ou em uma região montanhosa



Transmissão de Micro-Ondas

Comunicação por **micro-ondas** Tem uma série de vantagens significativas sobre a fibra.

A mais importante delas é que dispensam a necessidade de se ter direitos sobre um caminho.

Além do mais, quando se compra um pequeno lote de terra a cada 50 quilômetros e nele é instalada uma torre de **micro-ondas**, é possível ignorar o sistema telefônico e se comunicar diretamente.

Sumário

1 Meios de Transmissão Não Guiados

1.1 O Espectro Eletromagnético

1.2 Transmissão de Rádio

1.3 Transmissão de Micro-Ondas

1.4 Transmissão em Infravermelho

1.5 Transmissão via Luz

1.6 Satélites de Comunicações

1.4 Transmissão em Infravermelho

As **ondas infravermelhas (O.I.)**, com frequências que vão dos 300 GHz aos 400 THz (comprimento de onda de 1 mm a 770 nm), podem ser usadas para **comunicação em curta distância**.

As O.I., tendo frequências mais altas, não conseguem ultrapassar paredes.

Característica vantajosa evita interferência entre um sistema e outro; um sistema de comunicação de curto alcance em uma sala não é afetado por outro sistema na sala ao lado.

1.4 Transmissão em Infravermelho

Quando usamos nosso controle remoto (infravermelho), não interferimos com o controle remoto de nossos vizinhos.

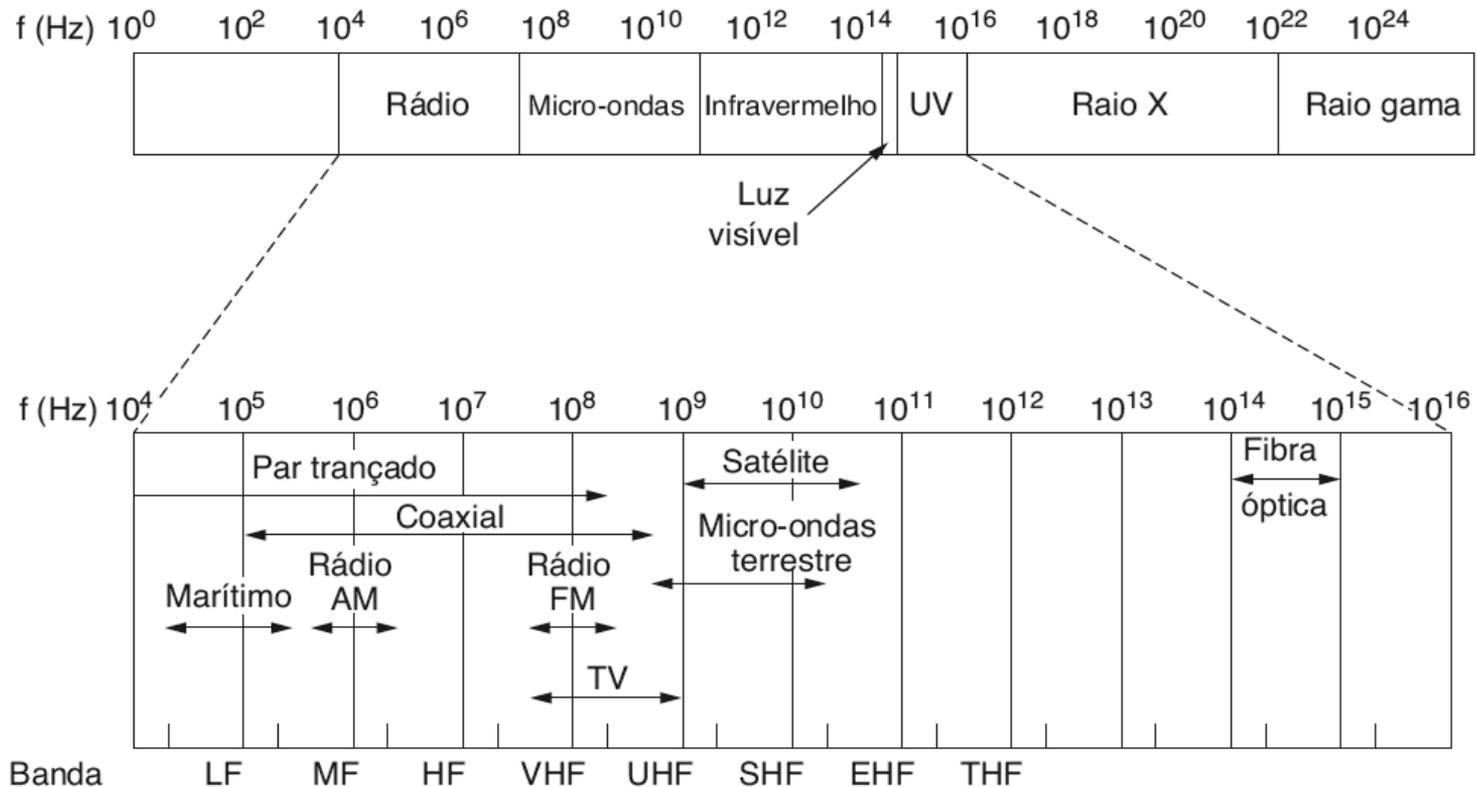
Segurança dos sistemas de infravermelho contra espionagem é melhor que a dos sistemas de rádio, exatamente por essa razão.

Essa mesma característica torna os sinais **infravermelhos** inúteis para comunicação de longa distância.

Não podemos usar ondas infravermelhas fora de um prédio, pois os raios solares contêm ondas infravermelhas que podem interferir na comunicação.

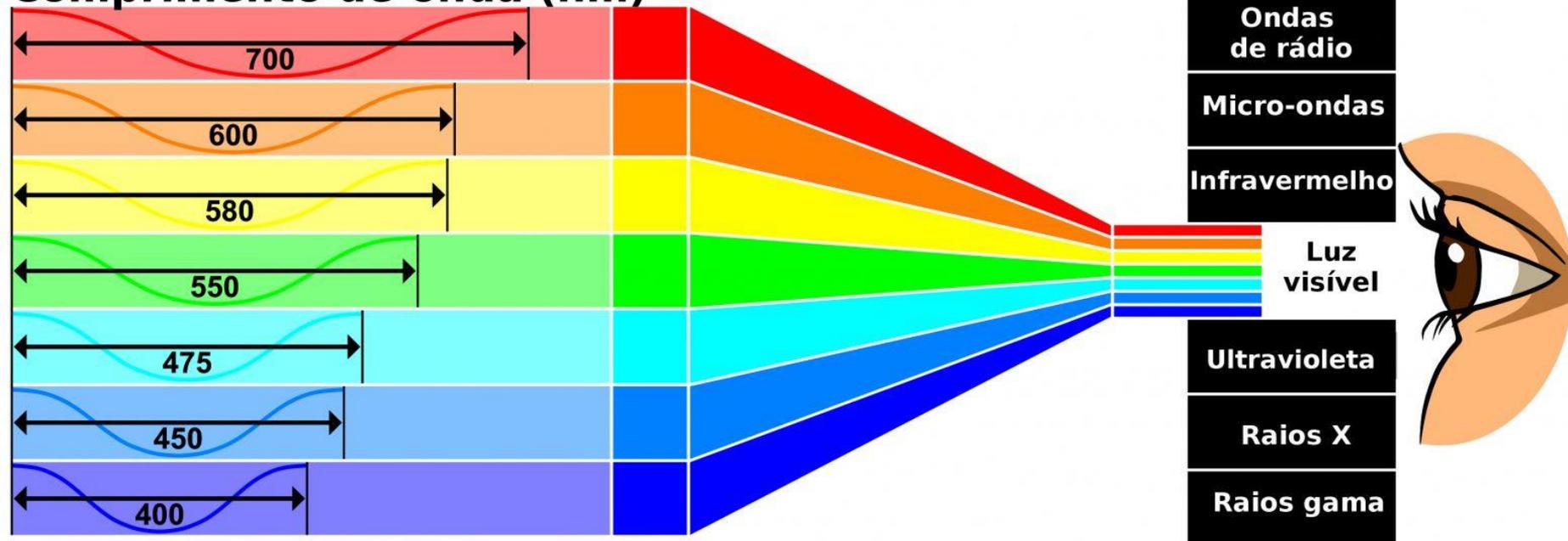
1.4 Transmissão em Infravermelho

- ❖ No espectro eletromagnético, a luz infravermelha se localiza entre micro-ondas e luz visível.

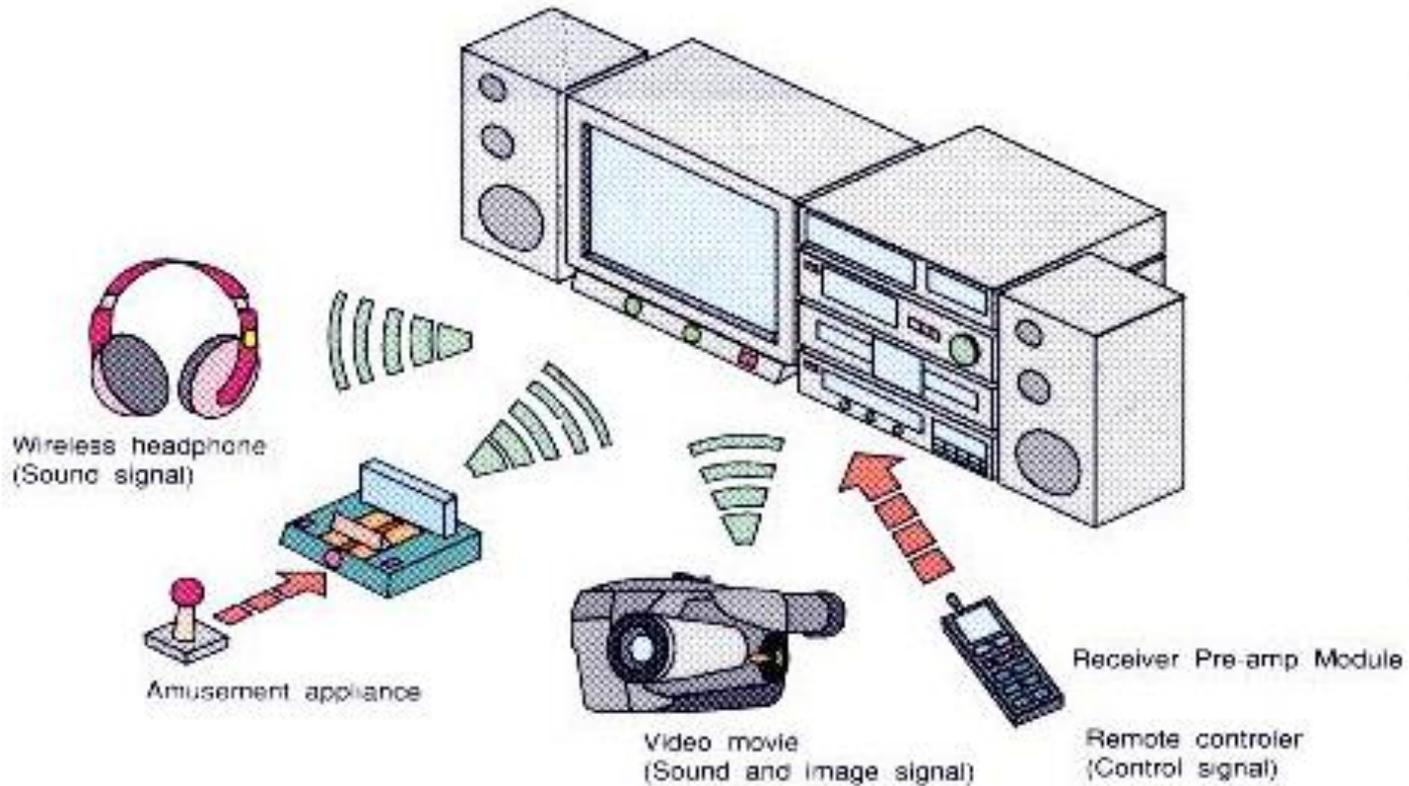


1.4 Transmissão em Infravermelho

Comprimento de onda (nm)



1.4 Transmissão em Infravermelho



Aplicações

A banda infravermelha, quase 400 THz, apresenta excelente potencial para a transmissão de dados.

Uma largura de banda assim ampla pode ser usada para transmitir dados digitais com taxa de dados muito alta.

A Infrared Data Association (IrDa), uma associação para o patrocínio do uso de ondas infravermelhas, estabeleceu padrões para o uso desses sinais na comunicação entre dispositivos como teclado, mouse, PC e impressora.

1.4 Transmissão em Infravermelho

Aplicações

Alguns fabricantes fornecem uma porta especial (**porta IrDA**) que permite que um teclado sem fio se comunique com um PC. O padrão definia, originalmente, uma taxa de dados de 75 kbps para uma distância de até 8 m. O padrão recente define uma velocidade de 4 Mbps.

Os sinais infravermelhos definidos pela IrDA são transmitidos pela linha de visada direta; a porta IrDA no teclado precisa apontar para o PC de modo que a transmissão ocorra.

1.4 Transmissão em Infravermelho

Sinais infravermelhos podem ser usados para comunicação em curta distância em uma área fechada usando propagação em linha de visada.



figura 3.25 Nível físico da WPAN IrDA: exemplo de conexão ponto-a-ponto entre dois dispositivos IrDA operando em modo semiduplex.

1.4 Transmissão em Infravermelho

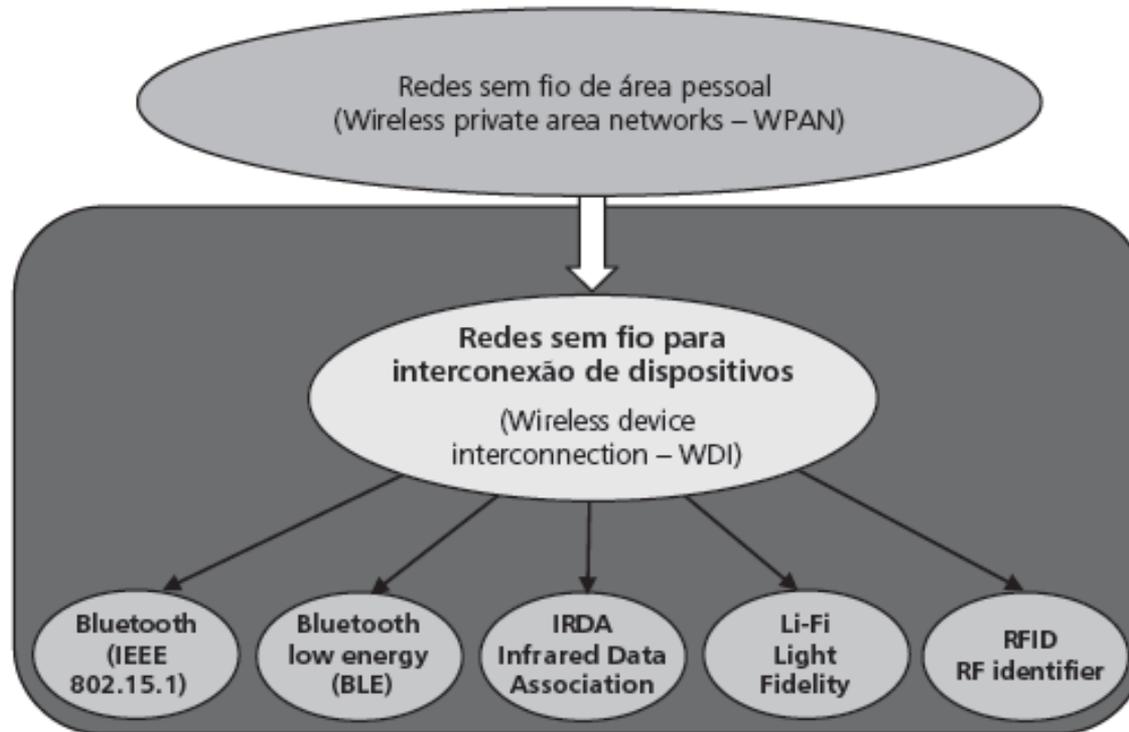


figura 3.1 WPANs do tipo WDI (*Wireless Device Interconnection*) e suas diferentes realizações e padronizações.

1.4 Transmissão em Infravermelho

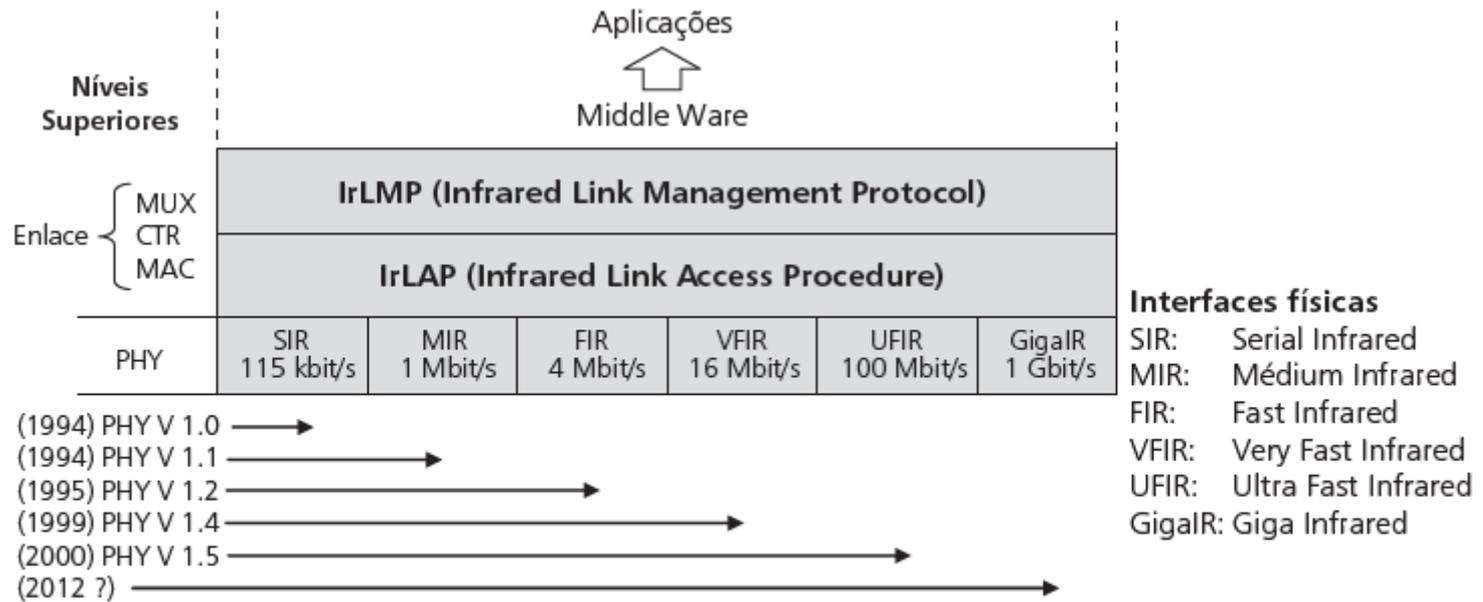


figura 3.24 Arquitetura de protocolos do IrDA e as seis versões de interfaces físicas que foram padronizadas até agora.

Sumário

1 Meios de Transmissão Não Guiados

1.1 O Espectro Eletromagnético

1.2 Transmissão de Rádio

1.3 Transmissão de Micro-Ondas

1.4 Transmissão em Infravermelho

1.5 Transmissão Via Luz

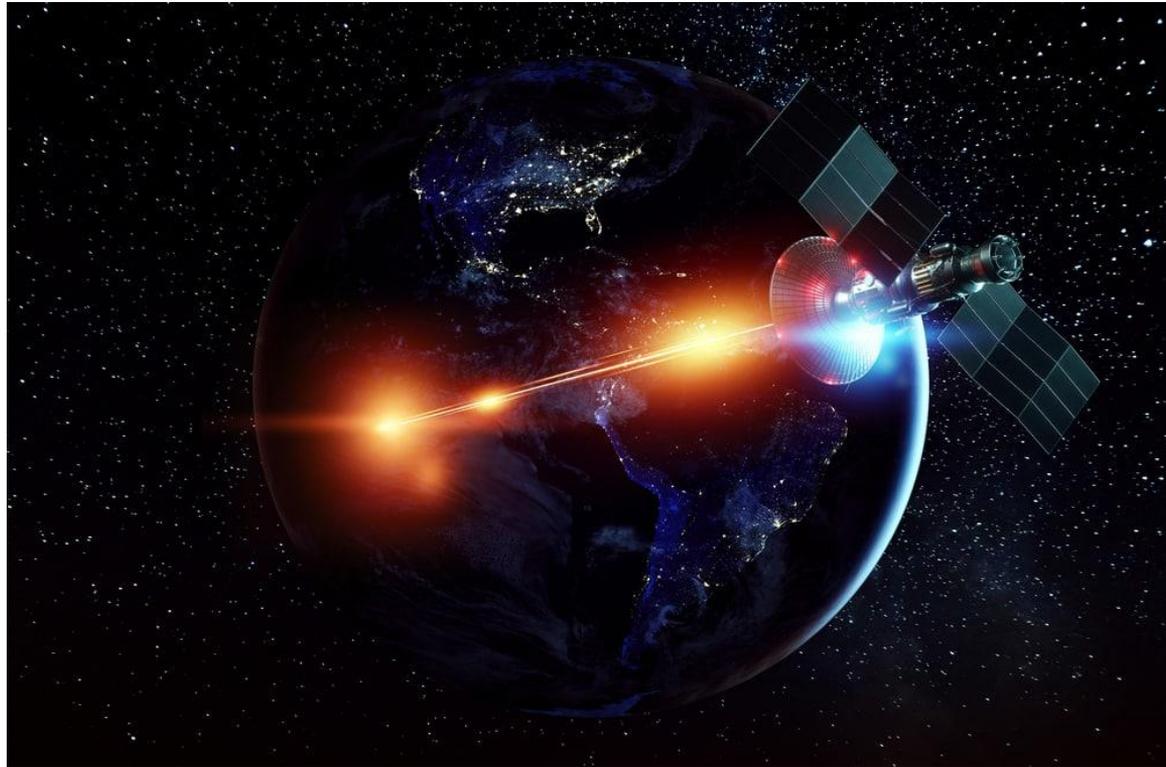
1.6 Satélites de Comunicações

1.5 Transmissão Via Luz

- Transmissão óptica não guiada (espaço livre), vem sendo utilizada há séculos. Uma aplicação mais moderna consiste em conectar as LANs em dois prédios por meio de lasers instalados em seus telhados.
- Transmissão óptica usando raios laser é unidirecional; cada prédio precisa do seu próprio raio laser e do seu próprio fotodetector.
- Sistema oferece uma largura de banda muito alta e é relativamente seguro, pois é difícil interceptar um raio laser estreito.

1.5 Transmissão Via Luz

Japão lança com sucesso satélite com comunicação a laser



Sistema a laser possibilita comunicação de alta velocidade no espaço. Créditos: Marko Aliaksandr/Shutterstock

1.5 Transmissão Via Luz

Japão lança com sucesso satélite com comunicação a laser

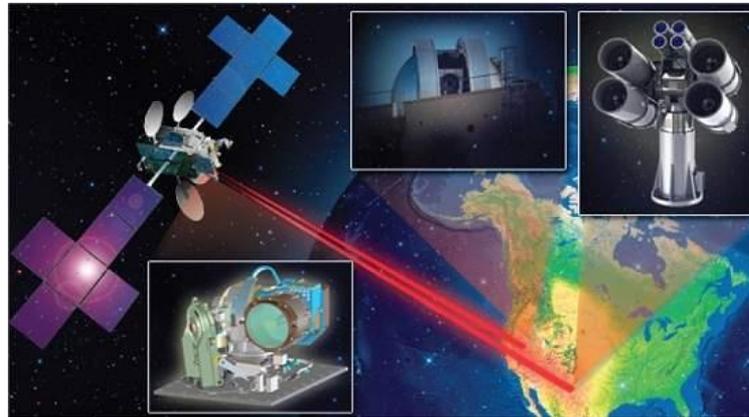
O lançamento do foguete H-IIA, pela agência espacial japonesa (Jaxa), foi promovido com sucesso no domingo (29/11/20). A espaçonave levou a bordo o *Laser Utilizing Communication System*, ou Lucas como é conhecido, que permitirá a comunicação de alta velocidade de naves militares e civis de observação da Terra por meio de laser. A informação foi divulgada via Twitter pela Mitsubishi Heavy Industries (MHI), construtora do foguete.

1.5 Transmissão Via Luz

- Sistema é relativamente fácil de ser instalado e não precisa de licença da ANATEL.
- Principal virtude do laser, um feixe muito estreito, também é sua fraqueza. Apontar um feixe de raios laser com 1 mm de largura para um alvo com o tamanho da cabeça de um alfinete a 500 metros de distancia exige uma pontaria quase impossível.
- Em geral, são colocadas lentes no sistema para desfocar levemente o feixe.

1.5 Transmissão Via Luz

- Uma das desvantagens dos feixes de raios laser é o fato de que eles não podem atravessar chuva ou neblina espessa, mas normalmente funcionam bem em dias ensolarados.
- Contudo, muitos desses fatores não são problemas quando o uso é para conectar duas naves espaciais.



O feixe de raio laser de pouco mais de um milímetro deve acertar as estações de recepção a uma distância de cerca de 385.000 km - da órbita da Lua até a superfície da Terra.

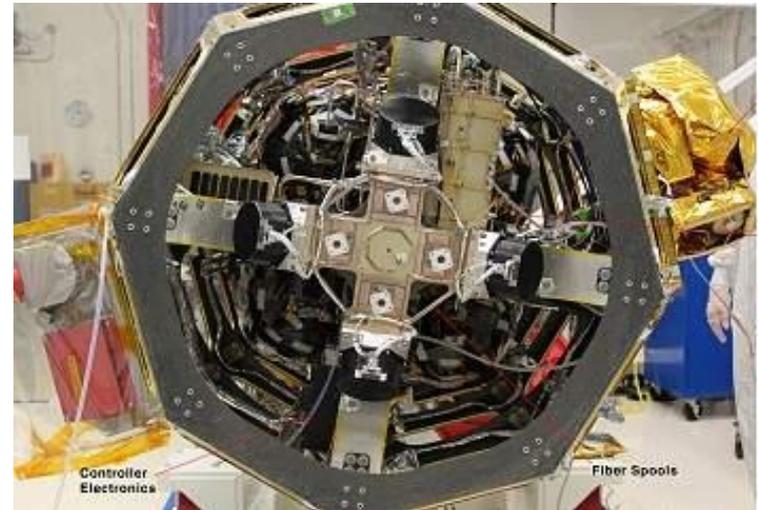
[Imagem: NASA]

1.5 Transmissão Via Luz

Comunicação espacial a laser

O intercomunicador espacial a laser chama-se LLCD - *Lunar Laser Communication Demonstration*.

O dispositivo já está integrado na sonda espacial LADEE - *Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer*, explorador da atmosfera e da poeira ambiental da Lua, em tradução livre.



1.5 Transmissão Via Luz

Usando a banda S de radiocomunicação, normalmente usada no espaço, a sonda LADEE levaria 639 horas para transmitir o equivalente a um filme HD - usando seu instrumento LLCD, ela poderá fazer o mesmo em menos de 8 minutos.



1.5 Transmissão Via Luz

A tecnologia Li-Fi permitirá que você se conecte à Internet usando a luz de lâmpadas, iluminação pública ou televisões de LED. Além de ser mais barata, segura e rápida que o Wi-Fi, não precisa de um roteador. Tudo o que você precisa fazer é apontar o seu celular ou *tablet* em direção a uma lâmpada para navegar na web.



1.5 Transmissão Via Luz

Exemplo prático:

Numa conferência em um hotel europeu os organizadores ofereceram uma sala repleta de terminais para que os participantes pudessem ler suas mensagens de correio eletrônico durante as apresentações menos interessantes.

Como o serviço local não se dispôs a instalar um grande número de linhas telefônicas que após três dias seriam desativadas, os organizadores colocaram um raio laser no telhado e o apontaram na direção do prédio de ciência da computação da universidade, situada a alguns quilômetros dali.

1.5 Transmissão Via Luz

Eles testaram o sistema na noite anterior a conferencia e ele funcionou perfeitamente. As 9h da manhã seguinte, em um belo dia de sol, o sistema entrou em pane e ficou fora do ar durante todo o dia. Naquela noite, os organizadores voltaram a testá-lo com todo o cuidado e, mais uma vez, tudo funcionou de forma absolutamente perfeita. Nos dois dias seguintes, o problema se repetiu.

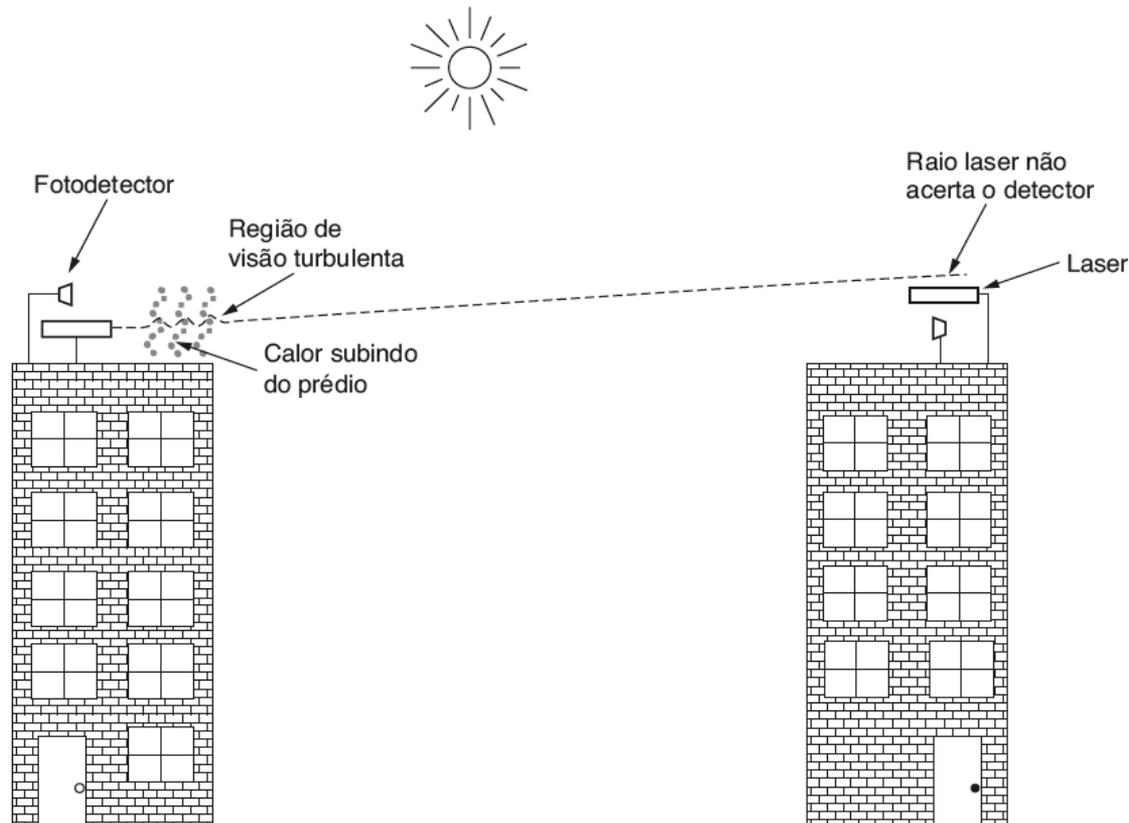
1.5 Transmissão Via Luz

Após a conferência, os organizadores descobriram o problema. O calor do sol fez com que emanassem correntes de convecção do telhado do prédio, como mostra a próxima figura. Esse ar turbulento desviou o feixe e fez com que ele dançasse em torno do detector.

Esse tipo de "visão" atmosférica faz as estrelas cintilarem (e é por essa razão que os astrônomos instalam seus telescópios nos cumes das montanhas — para ficarem acima do maior volume possível de atmosfera).

1.5 Transmissão Via Luz

A convecção do ar pode interferir na comunicação a laser. Um sistema com dois lasers bidirecionais é apresentado na figura.



Referências

FOUROZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores.** 4.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

TANENBAUM, Andrew. S; Wetherall, David. **Redes de Computadores.** 5.ed. Traduzido por Daniel Vieira. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. Tradução de: Computer networks.

ROCHOL, Juergen. **Sistemas de Comunicação Sem Fio.** Porto Alegre: Bookman, 2018.

FIM

Básica:

- 1 STALLINGS, William, Data and computer communications – Prentice Hall – 1997.
- 2 KUROSE, James F., Redes de computadores e a internet. Ed. São Paulo, 2006.
- 3 TANENBAUM, André S., rede de Computadores, Ed. Campos, 2003.

Complementar:

- 4 SOUZA, Lindeberg Barros, Redes de Computadores: Dados, Voz, Imagem, Ed. Érica, 2005.
- 5 SOARES, Luiz Fernando Gomes, Rede de Computadores: Das redes LANs, MANs e WANs Redes ATM – Ed. Campos, 1995
- 6 SOARES, Neto Vicente. Telecomunicação – Redes de alta velocidade – Ed. Érica, 2005.