

# Redes de Computadores

## Redes Wireless - Infraestrutura

Prof. Walter Cunha

<http://www.itnerante.com.br/profile/WalterCunha>

# Agenda

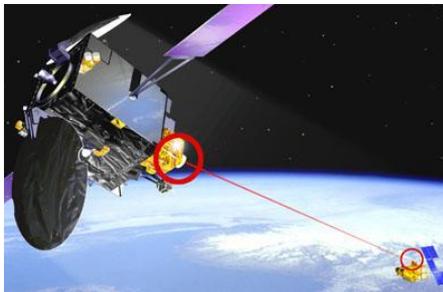
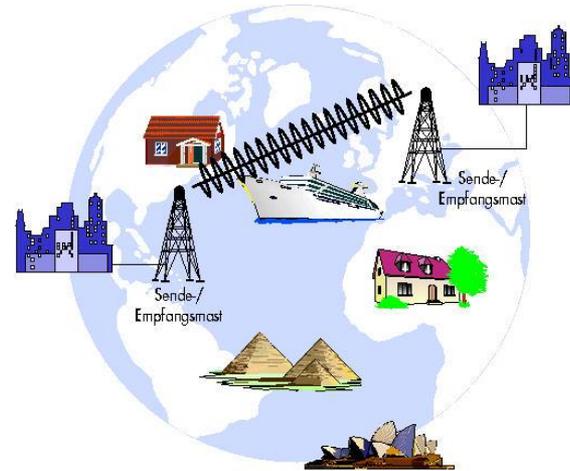
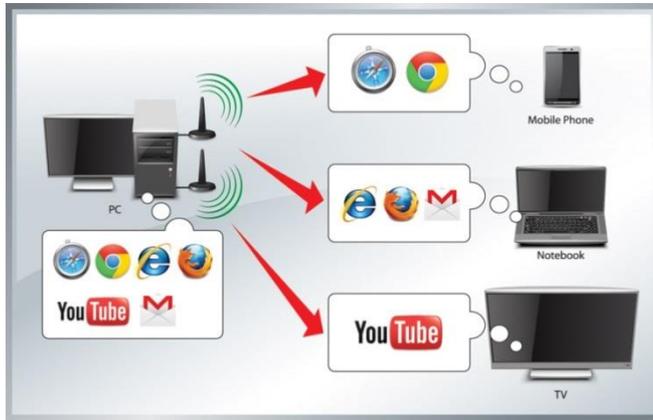
- Conceitos Iniciais
- WPAN – Bluetooth
- WLAN – Wi-Fi (802.11)
- WMAN – WiMax (802.16)
- WWAN – Celular
- WWAN – Microondas (Terrestre)
- WGAN – Satélite

# Redes Sem Fio

## Conceitos Iniciais

<http://www.itnerante.com.br/profile/WalterCunha>

# Transmissão de dados sem fio



# Transmissão de dados sem fio

- Utiliza ondas eletromagnéticas para transportar dados
- Ondas se propagam no meio aéreo livre

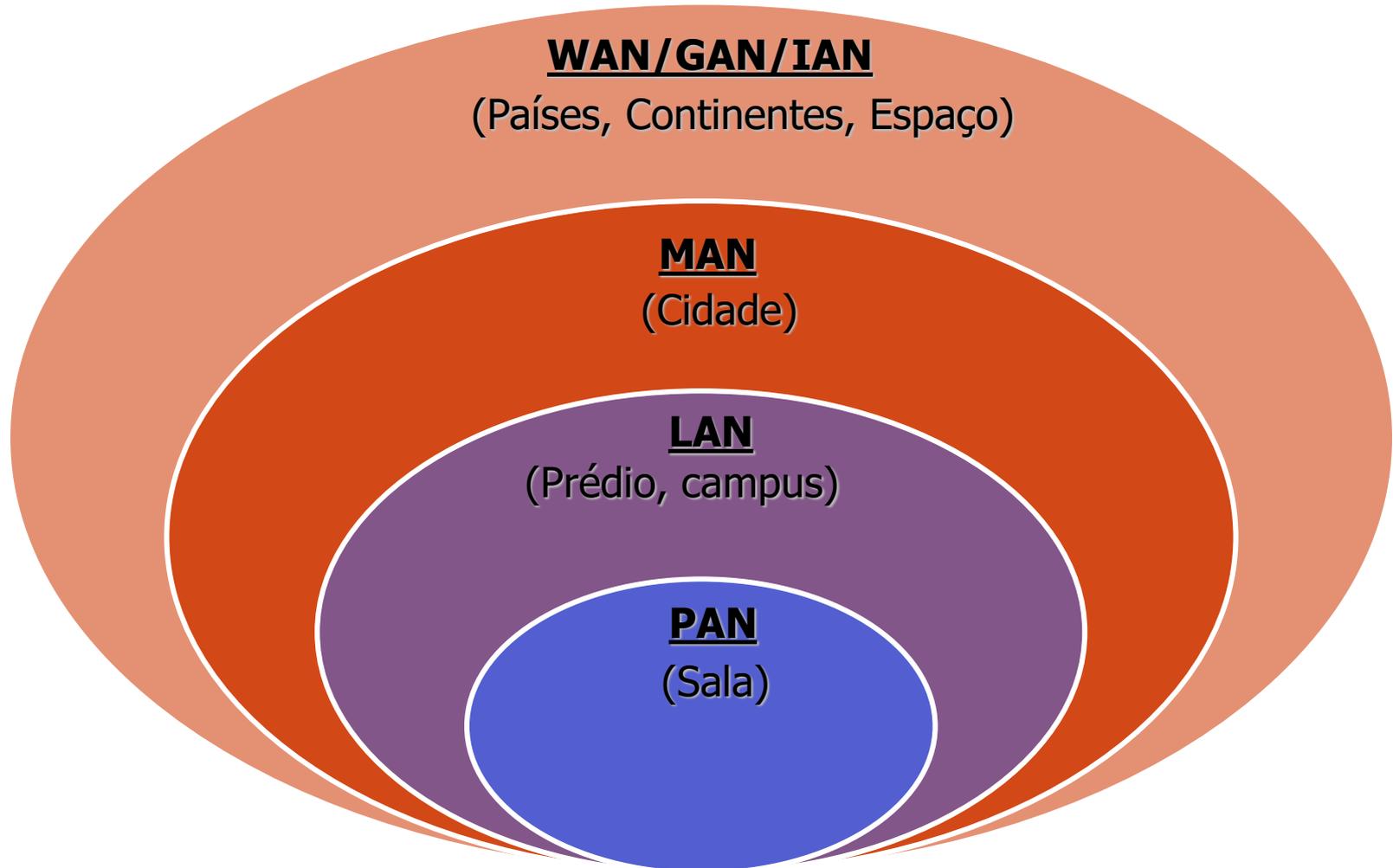
## **Vantagens**

- Infraestrutura mais enxuta (relativamente)
- Dispensa direito de posse/utilização do caminho

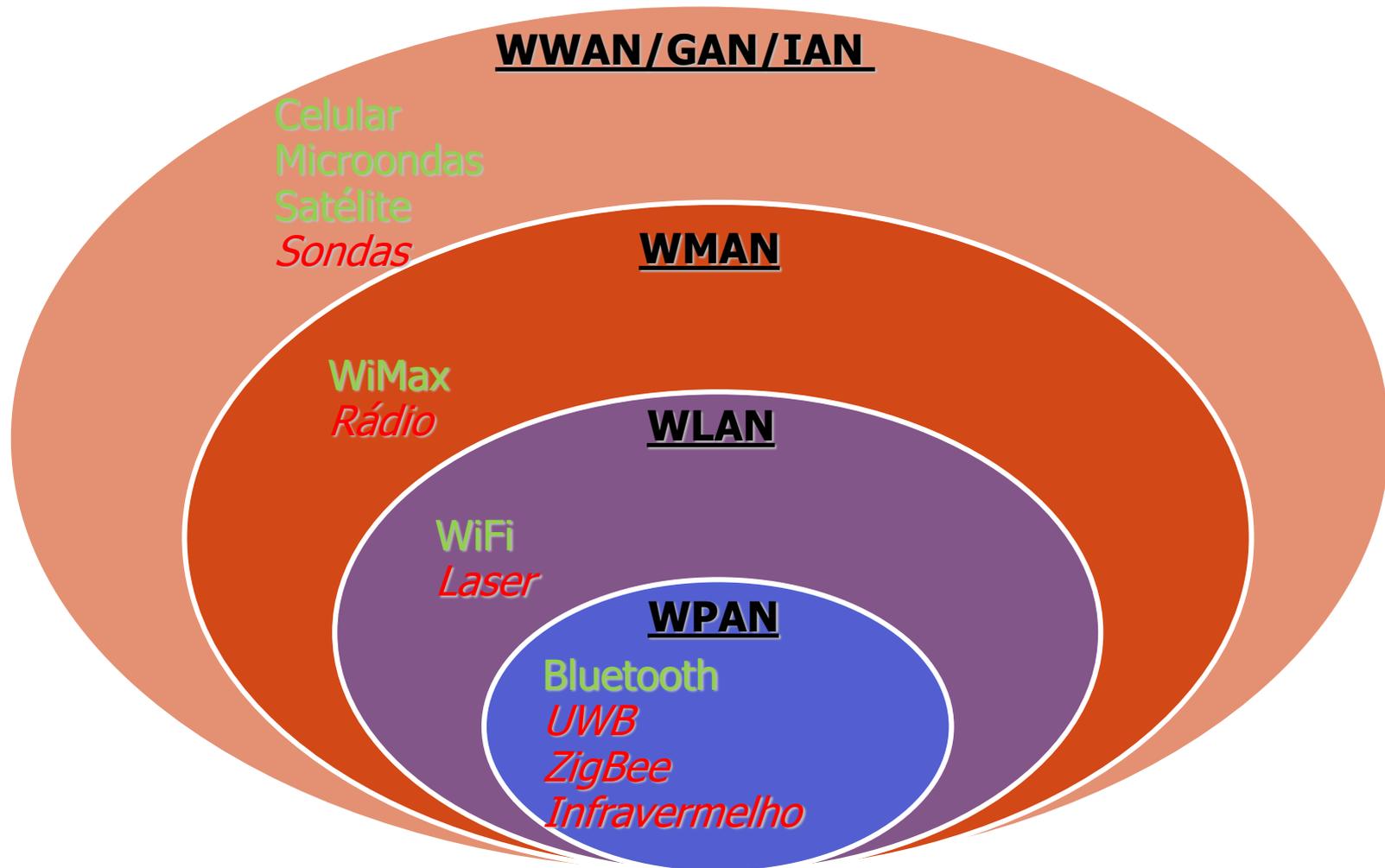
## **Desvantagens:**

- Problemas Intrínsecos de Segurança
- Mais Susceptível à Interferência

# Alcance das redes de dados

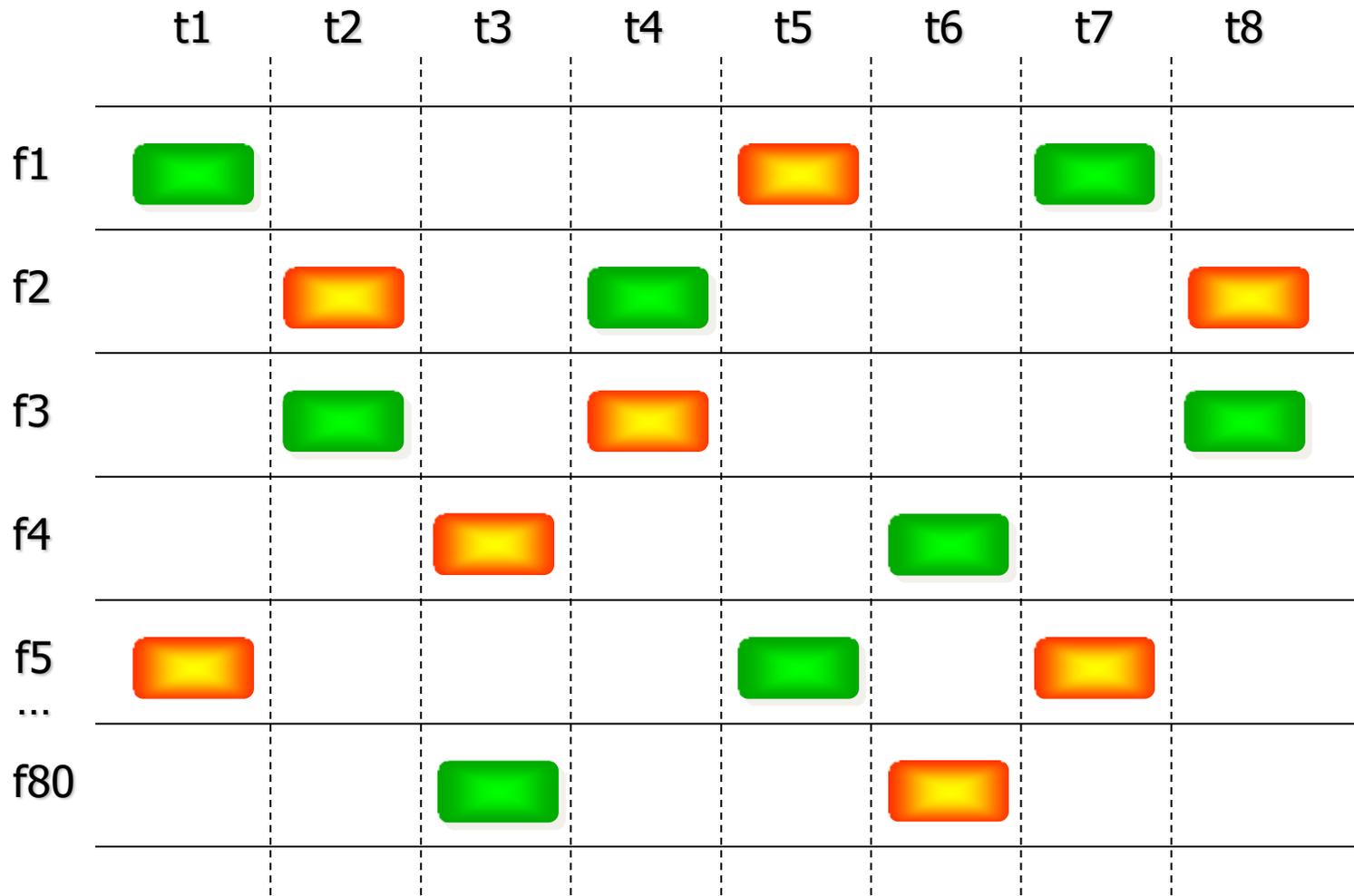


# Padrões de redes sem fio



# Acesso ao Meio:: FHSS

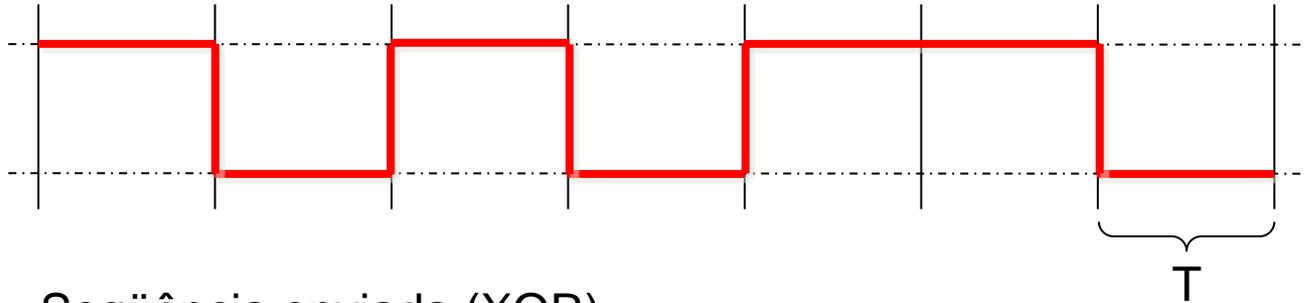
## Frequency Hopping Spread Spectrum



# Acesso ao Meio:: DSSS

## Direct Sequency Spread Spectrum

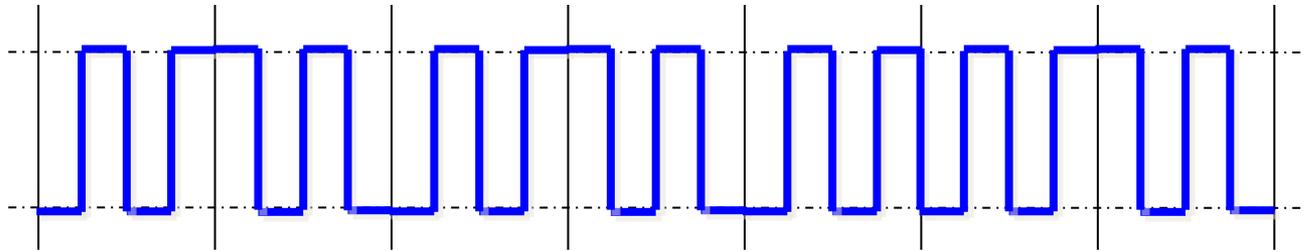
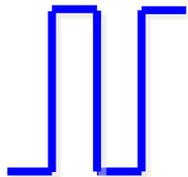
Mensagem a enviar:



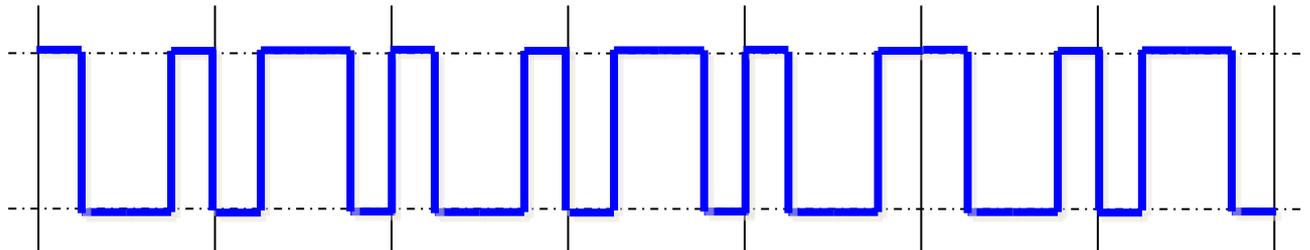
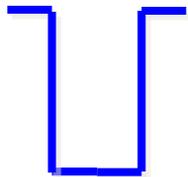
Código

Seqüência enviada (XOR)

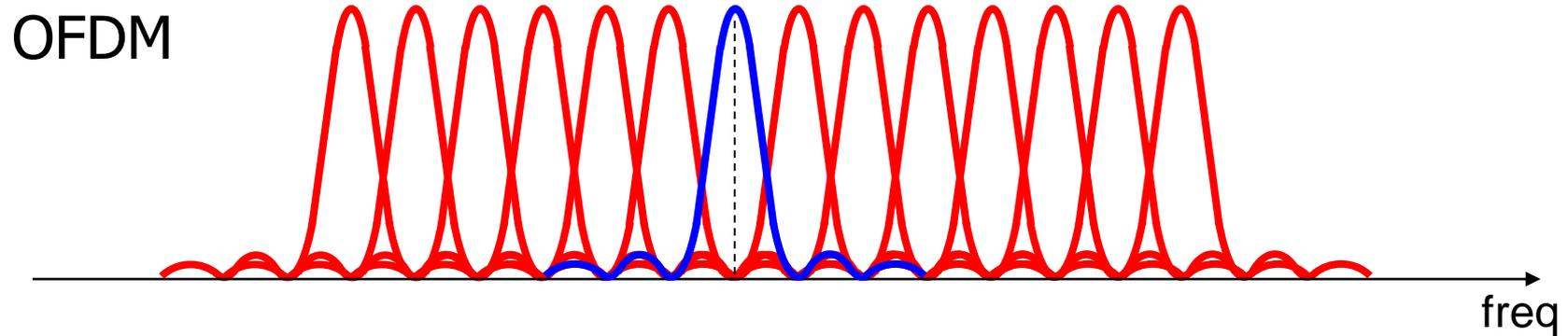
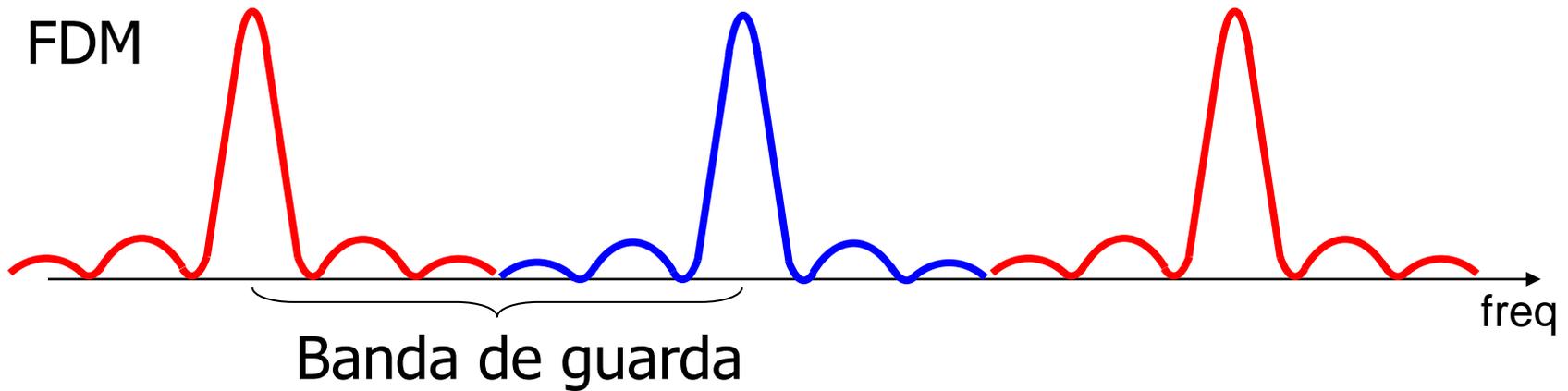
A



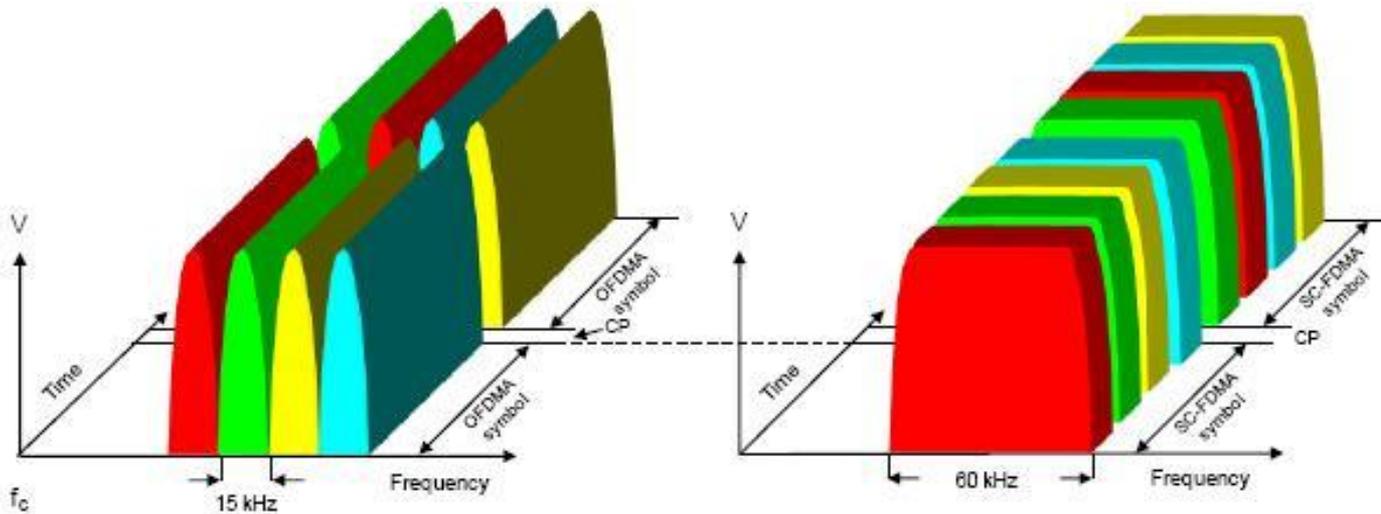
B



# Acesso ao Meio:: OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)



# Acesso ao Meio:: SC-FDMA



Transmission scheme	OFDMA		SC-FDMA	
Analysis bandwidth	15 kHz	Signal BW ( $M \times 15$ kHz)	15 kHz	Signal BW ( $M \times 15$ kHz)
Peak to average power ratio (PAR)	Same as data symbol	High PAR (Gaussian)	< data symbol (not meaningful)	Same as data symbol
Observable IQ constellation	Same as data symbol at 66.7 $\mu$ s rate	Not meaningful (Gaussian)	< data symbol (not meaningful)	Same as data symbol at $M \times 66.7$ $\mu$ s rate

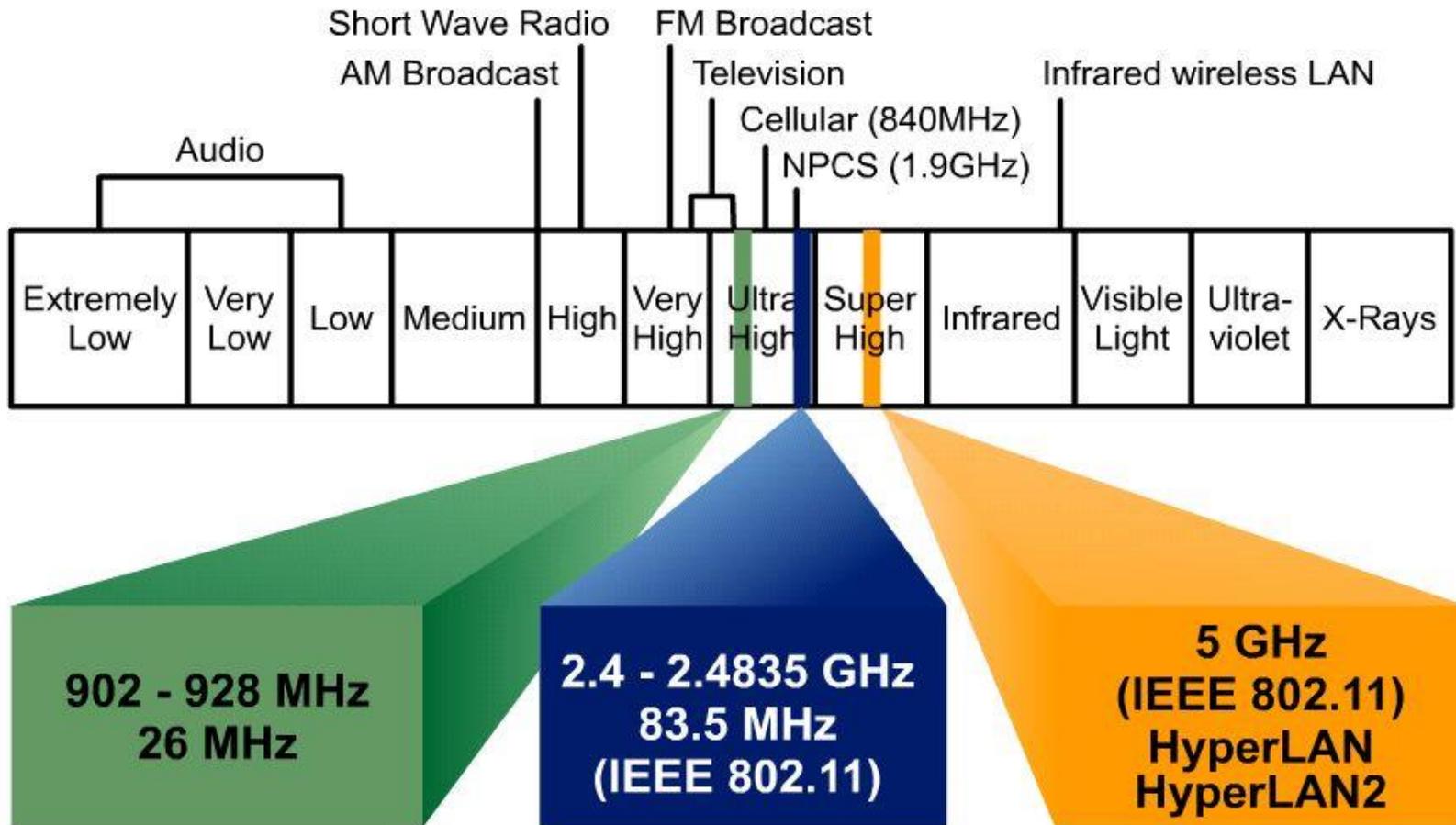
# Espectro Eletromagnético - Regulação

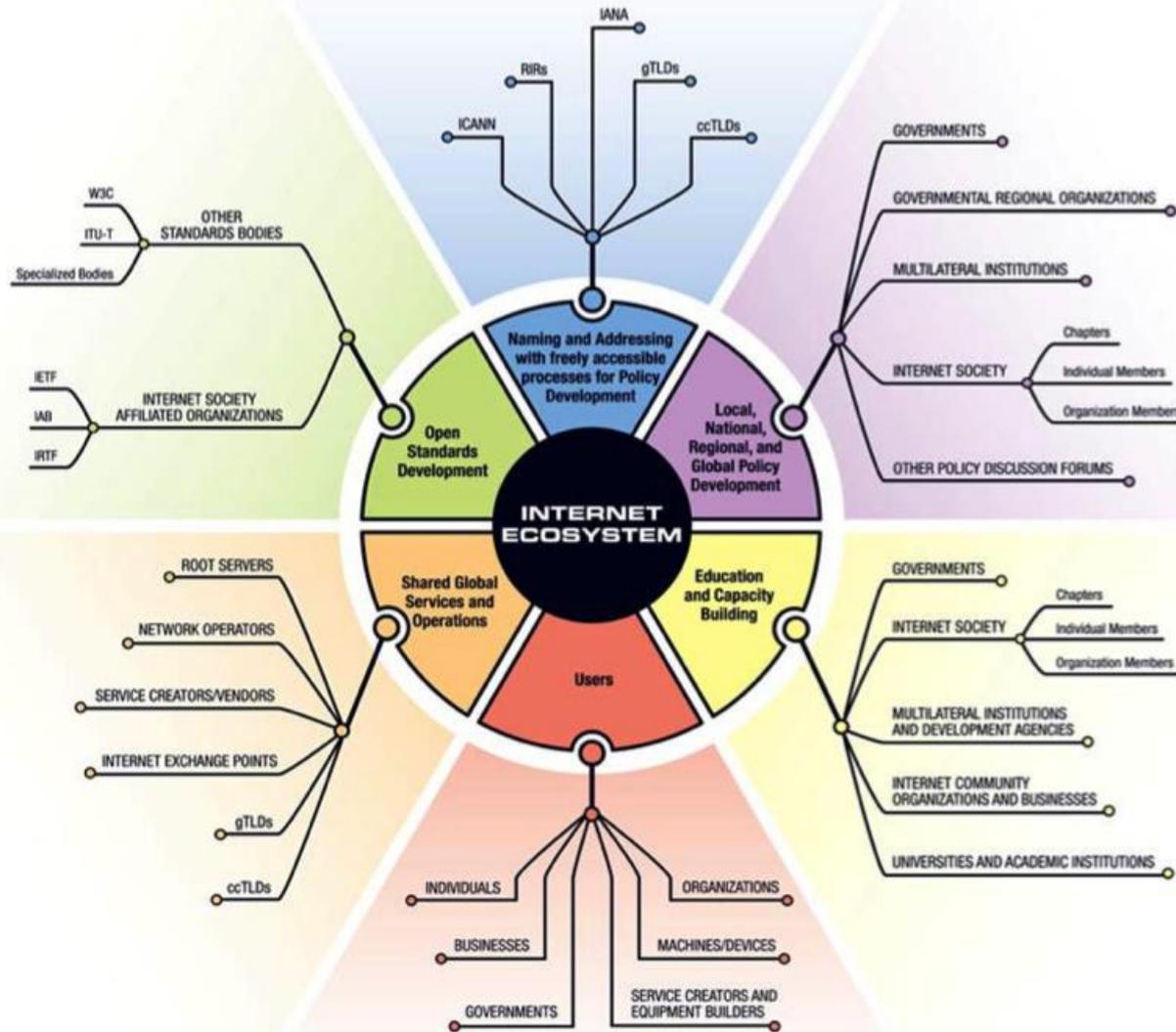
- O uso simultâneo do espectro em uma mesma área, pela transmissão de vários sinais em uma mesma faixa de frequências, resulta em interferência, o que pode distorcer ou impossibilitar a recepção da informação transmitida.
- Este fato exigiu que fossem estabelecidos organismos encarregados de administrar este espectro, autorizando usuários a transmitir em uma determinada frequência em uma dada região, em detrimento dos demais.
- Estas funções são desempenhadas pela UIT a nível internacional e por órgãos reguladores nacionais como a Anatel no Brasil.

# Espectro Eletromagnético - ISM

- As faixas de frequência ISM (*Industrial Scientific and Medical*) são bandas reservadas internacionalmente para o desenvolvimento Industrial, científico e médico.
- Os serviços de Radiocomunicação operando nestas faixas de frequência devem aceitar a interferência prejudicial que possa resultar de dispositivos operando nesta mesma faixa de frequência (banda suja).
- A confiabilidade das comunicações de dados não pode ser assegurada com técnicas simples, porque não existem restrições ao número de transmissores, nem existem protocolos definidos.

# Espectro Eletromagnético - ISM





# Resumo / Comparação

		<b>Alcance</b>	<b>Interface Aérea</b>	<b>Velocidade</b>
Bluetooth		10m	FHSS	720kbps
UWB		10m	UWB	400Mbps
ZigBee		30m	DSSS	240kbps
WiFi	a	100m	OFDM	54Mbps
	b	100m	DSSS	11Mbps
	g	100m	OFDM	54Mbps
WiMax	d	8-12km	OFDM	75Mbps
	e	2-5km	OFDM	30Mbps
3G		1-8km	CDMA	2Mbps

# Resumo / Comparação

		<b>Faixa Freq.</b>	<b>Consumo de Bateria</b>	<b>Topologia</b>
Bluetooth		2,4 GHz	dias	M/S
UWB		3,1-10,6 GHz	meses	UWB
ZigBee		2,4 GHz	anos	* / Y / mesh
WiFi	a	5 GHz	horas	AP
	b	2,4 GHz	horas	Ad hoc
	g	2,4 GHz	horas	mesh
WiMax	d	11 GHz	horas	PTP
	e	2 – 6 GHz	horas	PTMP mesh
3G		1,8 GHz	dias	MS / BTS

# Questões

(FCC/Bacen 2006) WLAN é uma nova tecnologia de redes de computadores, com as mesmas funcionalidades das redes de computadores com fio. Por meio do uso de rádio ou infravermelho, as WLANs estabelecem a comunicação entre os computadores e dispositivos da rede, transmitindo os dados através de ondas eletromagnéticas. Várias conexões podem existir em um mesmo ambiente sem que uma interfira na outra, garantindo, desta forma, maior segurança do que as redes com fio.

# Questões



(FCC/Bacen 2006) WLAN é uma nova tecnologia de redes de computadores, com as mesmas funcionalidades das redes de computadores com fio. Por meio do uso de rádio ou infravermelho, as WLANs estabelecem a comunicação entre os computadores e dispositivos da rede, transmitindo os dados através de ondas eletromagnéticas. Várias conexões podem existir em um mesmo ambiente sem que uma interfira na outra, garantindo, desta forma, **maior segurança do que as redes com fio.**

# Questões

(CESPE/MPE-PI 2012) A comunicação utilizada pelos padrões de redes wireless IEEE 802.11a, 802.11b e 802.11g dispensa fios, dutos, placas e antenas nos computadores da rede, uma vez que os dados são transmitidos pelo ar.

# Questões



(CESPE/MPE-PI 2012) A comunicação utilizada pelos padrões de redes wireless IEEE 802.11a, 802.11b e 802.11g dispensa fios, dutos, **placas e antenas** nos computadores da rede, uma vez que os dados são transmitidos pelo ar.

# Questões

(ESAF/AFRF 2005 ADAP) As redes sem fio de longo alcance, isto é, com distâncias superiores a 250 metros, utilizam a tecnologia bluetooth para garantir o transporte seguro entre seus componentes.

# Questões



(ESAF/AFRF 2005 ADAP) As redes sem fio de longo alcance, isto é, com **distâncias superiores a 250 metros**, utilizam a tecnologia bluetooth para garantir o **transporte seguro** entre seus componentes.

# Questões

(Consulplan/Pref. De Natal 2006) O padrão criado pelo IEEE (Institute of Electrical and Eletronics Engineers), o IEEE 802.11 surgiu especificamente para:

- A) Determinar regras para as WAN.
- B) Padronização de redes locais sem fio.
- C) Determinar regras para as MAN.
- D) Estabelecer o número máximo de portas permitidas a um HUB.
- E) Determinar o padrão de um dispositivo (de entrada/saída) USB.

# Questões

(Consulplan/Pref. De Natal 2006) O padrão criado pelo IEEE (Institute of Electrical and Eletronics Engineers), o IEEE 802.11 surgiu especificamente para:

A) Determinar regras para as WAN.



**B) Padronização de redes locais sem fio.**

C) Determinar regras para as MAN.

D) Estabelecer o número máximo de portas permitidas a um HUB.

E) Determinar o padrão de um dispositivo (de entrada/saída) USB.

# Questões

(CESPE/ANATEL 2014) No Brasil, por operarem na faixa de 5 GHz, os equipamentos Wi-Fi, padrão IEEE 802.11a, podem sofrer, ocasionalmente, interferência cocanal de telefones sem fio e de dispositivos Bluetooth.

# Questões



(CESPE/ANATEL 2014) No Brasil, por operarem na faixa de 5 GHz, os equipamentos Wi-Fi, padrão IEEE 802.11a, podem sofrer, ocasionalmente, **interferência cocanal de telefones sem fio e de dispositivos Bluetooth.**

# Questões

(FEPESE/SEFAZ-SC 2010 ADAP) Os modems 3G, utilizados para conexão às redes das operadoras de telefonia móvel, permitem a transmissão de dados pela Internet à velocidade máxima de 3 Gb/s (Gigabits por segundo).

# Questões



(FEPESE/SEFAZ-SC 2010 ADAP) Os modems 3G, utilizados para conexão às redes das operadoras de telefonia móvel, permitem a transmissão de dados pela Internet à velocidade máxima **de 3 Gb/s (Gigabits por segundo)**.

# Questões

(CESPE/CD 2014) Julgue o item subsequente, relativos aos diferentes organismos internacionais de padronização e de regulamentação das telecomunicações.

O IEEE é responsável pela padronização de diversas tecnologias de comunicação sem fio utilizadas no país, como as redes locais sem fio (Wi-Fi) e as redes de telefonia celular de terceira (3G) e quarta geração (4G).

# Questões

(CESPE/CD 2014) Julgue o item subsequente, relativos aos diferentes organismos internacionais de padronização e de regulamentação das telecomunicações.

-  O **IEEE** é responsável pela padronização de diversas tecnologias de comunicação sem fio utilizadas no país, como as redes locais sem fio (Wi-Fi) e as redes de telefonia celular de terceira (3G) e quarta geração (4G).

# Questões

(WC/GATI-MULTIPLUS 2015) O Bluetooth é uma tecnologia criada para funcionar no mundo todo, razão pela qual se fez necessária a adoção de uma frequência de rádio aberta, que seja padrão em qualquer lugar do planeta. A faixa ISM (Industrial, Scientific, Medical), que opera à frequência de 2,45 GHz, é a que mais se aproxima dessa necessidade e é utilizada em vários países, com variações que vão de 2,4 GHz à 2,5 GHz.

# Questões



(WC/GATI-MULTIPLUS 2015) O Bluetooth é uma tecnologia criada para funcionar no mundo todo, razão pela qual se fez necessária a adoção de uma frequência de rádio aberta, que seja padrão em qualquer lugar do planeta. A faixa ISM (Industrial, Scientific, Medical), que opera à frequência de 2,45 GHz, é a que mais se aproxima dessa necessidade e é utilizada em vários países, com variações que vão de 2,4 GHz à 2,5 GHz.

# Questões

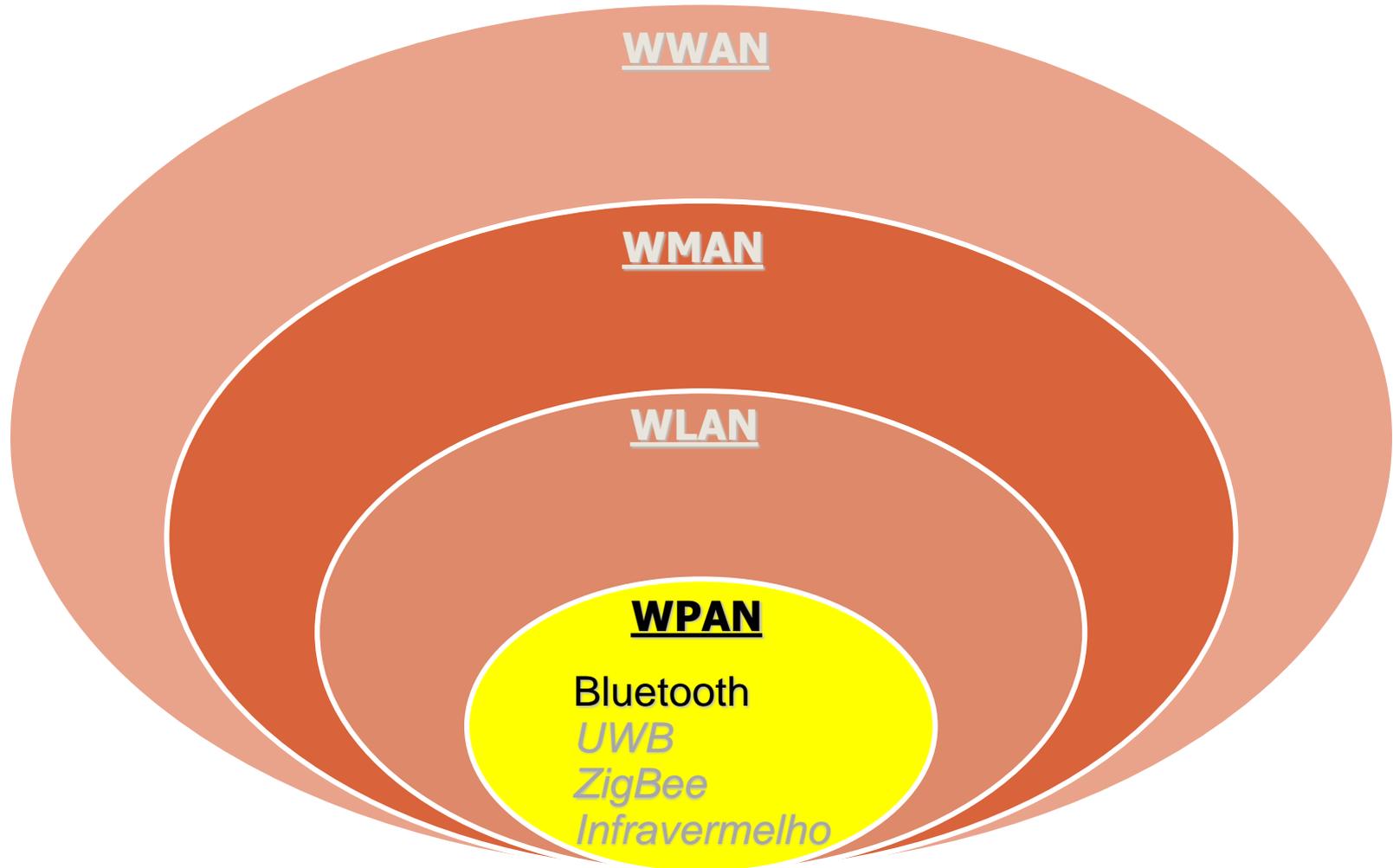
(CESPE/TST 2008) Técnicas de espelhamento espectral são blocos construtivos importantes de redes de comunicação sem fio com múltiplo acesso.

# Questões



(CESPE/TST 2008) Técnicas de espelhamento espectral são blocos construtivos importantes de redes de comunicação sem fio com múltiplo acesso.

# Redes Pessoais sem fio



# Bluetooth (IEEE 802.15.1)

- Bluetooth é um padrão global de comunicação sem fio e de baixo consumo de energia que permite a transmissão de dados entre dispositivos compatíveis com a tecnologia.
- A transmissão de dados é feita através de radiofrequência, permitindo que um dispositivo detecte o outro independente de suas posições, desde que estejam dentro do limite de proximidade.

# Bluetooth (IEEE 802.15.1)

- Nome deriva do rei Viking Harald Blåtand (Bluetooth), que uniu tribos formando a Dinamarca no século X.
- Faixa de frequência não-licenciada de 2,4 GHz
- Alcance de até 10 metros
- Define uma camada física comum e 13 perfis (aplicações): voz, fax, dados, dial-up, sincronização, porta serial, entre outros.
- Acesso ao Meio: FHSS

# Bluetooth (IEEE 802.15.1)

Para que seja possível atender aos mais variados tipos de dispositivos, o alcance máximo do Bluetooth foi dividido em três classes:

- **Classe 1:** potência máxima de **100 mW**, alcance de até **100 metros**;
- **Classe 2:** potência máxima de **2,5 mW**, alcance de até **10 metros**;
- **Classe 3:** potência máxima de **1 mW**, alcance de até **1 metro**.

# Bluetooth (IEEE 802.15.1)

A taxa de transmissão de dados no Bluetooth é relativamente baixa:

- Até a **versão 1.2**, a taxa pode alcançar, no máximo, **1 Mbps**.
- Na **versão 2.0**, esse valor passou para até **3 Mbps**.
- A **versão 3.0** é capaz de atingir taxas de até **24 Mbps**.
- Já na **versão 4.0**, o seu principal diferencial não é velocidade (**1 Mbps**), mas sim **economia de energia**.

As versões são interoperáveis, mas a velocidade da transmissão de dados será limitada à taxa suportada pelo menor.

# Bluetooth – Aplicações

- Conexão de periféricos



# Bluetooth – Dispositivos

- Dispositivos podem ter duas funções:



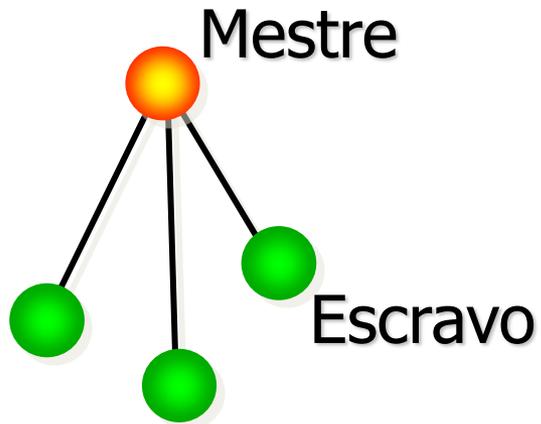
Mestre



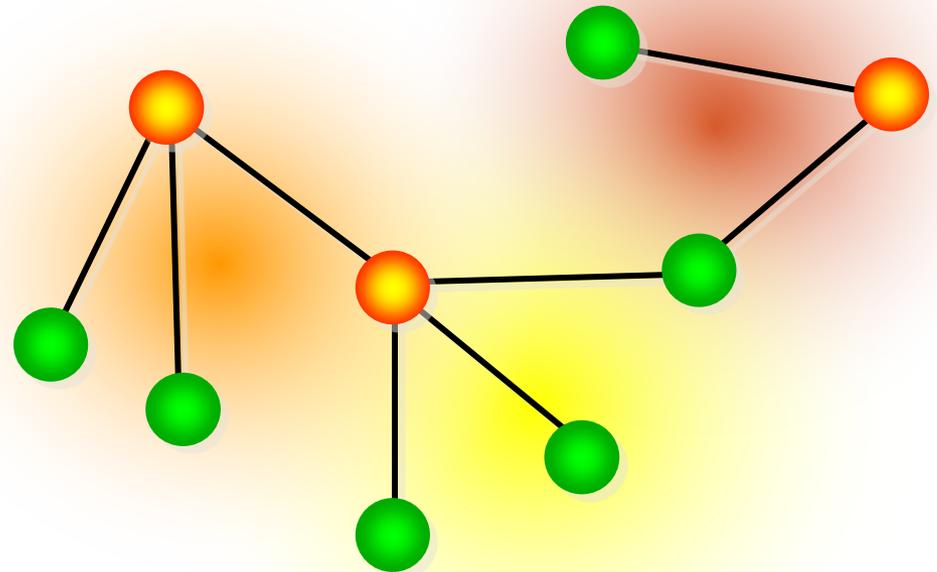
Escravo

- Ambas funções estão no mesmo hardware
- Mestre pode ter até 7 escravos
- Dois escravos não se falam diretamente
- Nó mestre determina seqüência de saltos

# Bluetooth – Topologia

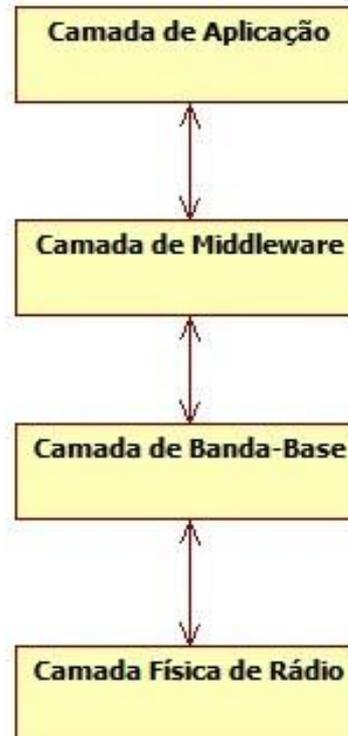


Piconet



Scatternet

# Bluetooth – Topologia



# Questões

(CESPE/ANATEL 2014) A família de padrões IEEE 802.15 é dedicada à especificação de redes pessoais sem fio, ou seja, redes de curto alcance, como o Bluetooth.

# Questões



(CESPE/ANATEL 2014) A família de padrões IEEE 802.15 é dedicada à especificação de redes pessoais sem fio, ou seja, redes de curto alcance, como o Bluetooth.

# Questões

(CESPE/PF 2004) O usuário aumentaria a taxa de transmissão obtida em sua conexão à Internet por meio de seu provedor atual, caso adotasse a tecnologia *bluetooth*, que, além de permitir taxas da ordem de até 22,5 Mbps em acessos wireless, dispensa a necessidade de provedor de acesso.

# Questões



(CESPE/PF 2004) O usuário aumentaria a taxa de transmissão obtida em sua conexão à Internet por meio de seu provedor atual, **caso adotasse a tecnologia *bluetooth*, que, além de permitir taxas da ordem de até 22,5 Mbps em acessos wireless, dispensa a necessidade de provedor de acesso.**

# Questões

(CESPE/ANATEL 2014) *Bluetooth* — um padrão global de comunicação sem fio e de baixo consumo de energia — permite a transmissão de dados entre dispositivos próximos. Para atender aos vários tipos de dispositivos, o alcance máximo do *bluetooth* é dividido em três classes.

# Questões



(CESPE/ANATEL 2014) *Bluetooth* — um padrão global de comunicação sem fio e de baixo consumo de energia — permite a transmissão de dados entre dispositivos próximos. Para atender aos vários tipos de dispositivos, o alcance máximo do *bluetooth* é dividido em três classes.

# Questões

(FCC/TRE-RN 2011) A versão IEEE 802.15 da arquitetura de protocolos do *Bluetooth* especifica quatro camadas que, no sentido da mais inferior para a mais superior, são, respectivamente,

- a) rede, enlace, sessão e aplicação.
- b) física, rede, enlace e sessão.
- c) física, enlace, *middleware* e aplicação.
- d) enlace, rede, *middleware* e aplicação.
- e) *middleware*, física, enlace e aplicação.

# Questões

(FCC/TRE-RN 2011) A versão IEEE 802.15 da arquitetura de protocolos do *Bluetooth* especifica quatro camadas que, no sentido da mais inferior para a mais superior, são, respectivamente,

a) rede, enlace, sessão e aplicação.

b) física, rede, enlace e sessão.



c) física, enlace, *middleware* e aplicação.

d) enlace, rede, *middleware* e aplicação.

e) *middleware*, física, enlace e aplicação.

# Questões

(CESPE/MPU 2010) Na tecnologia bluetooth, caso as estações participantes não definam um nível de qualidade de serviço para a transmissão de seus dados, utiliza-se, por default, o esquema best-effort.

# Questões



(CESPE/MPU 2010) Na tecnologia bluetooth, caso as estações participantes não definam um nível de qualidade de serviço para a transmissão de seus dados, utiliza-se, por default, o esquema best-effort.

# Questões

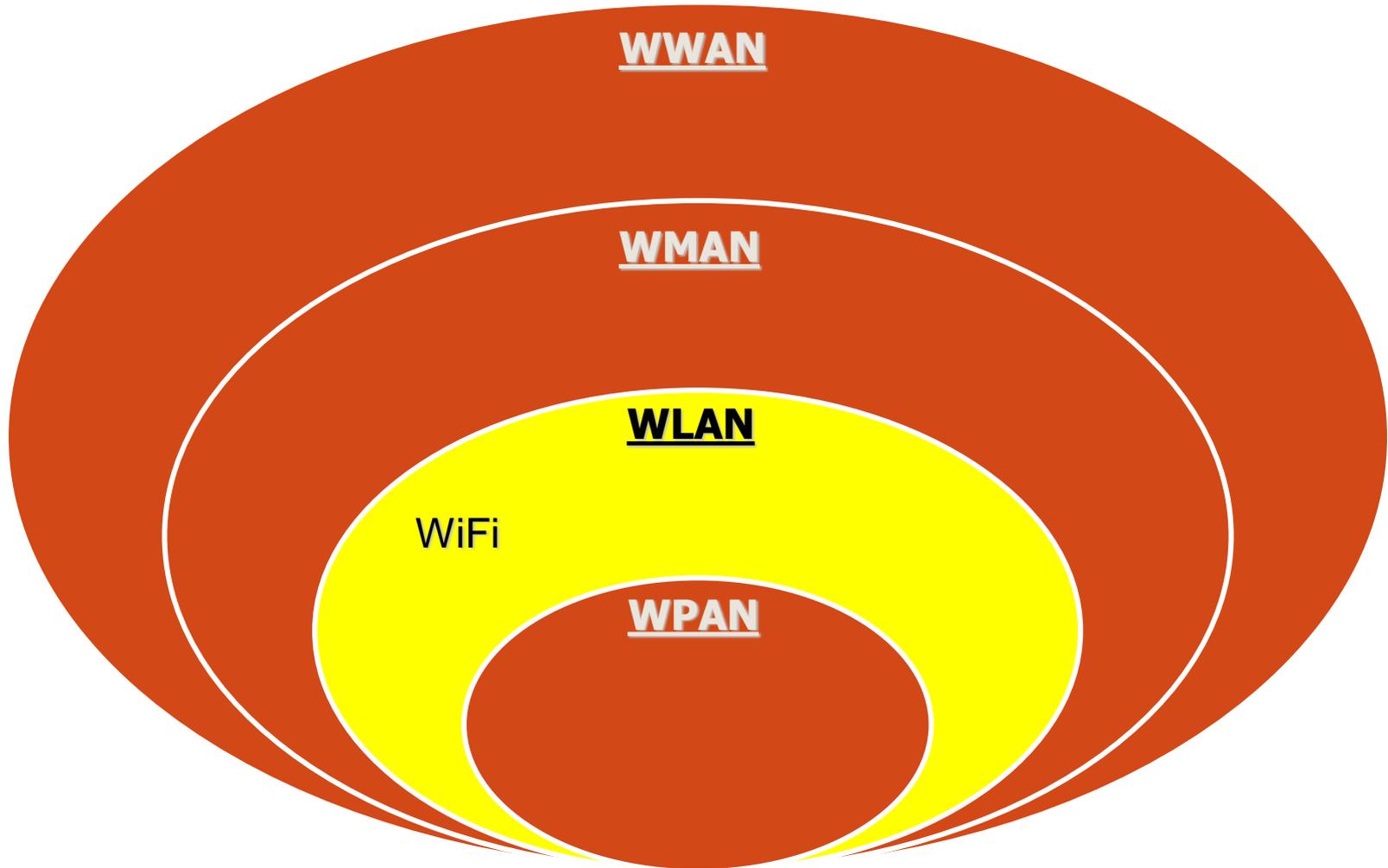
(CESPE/TJ-CE 2008) O dispositivo usa a faixa de frequência de 2,4 GHz para a transmissão de sinais na tecnologia Bluetooth, que emprega a técnica de salto em frequências a fim de funcionar em ambientes com interferências de sinais.

# Questões



(CESPE/TJ-CE 2008) O dispositivo usa a faixa de frequência de 2,4 GHz para a transmissão de sinais na tecnologia Bluetooth, que emprega a técnica de salto em frequências a fim de funcionar em ambientes com interferências de sinais.

# Redes locais sem fio



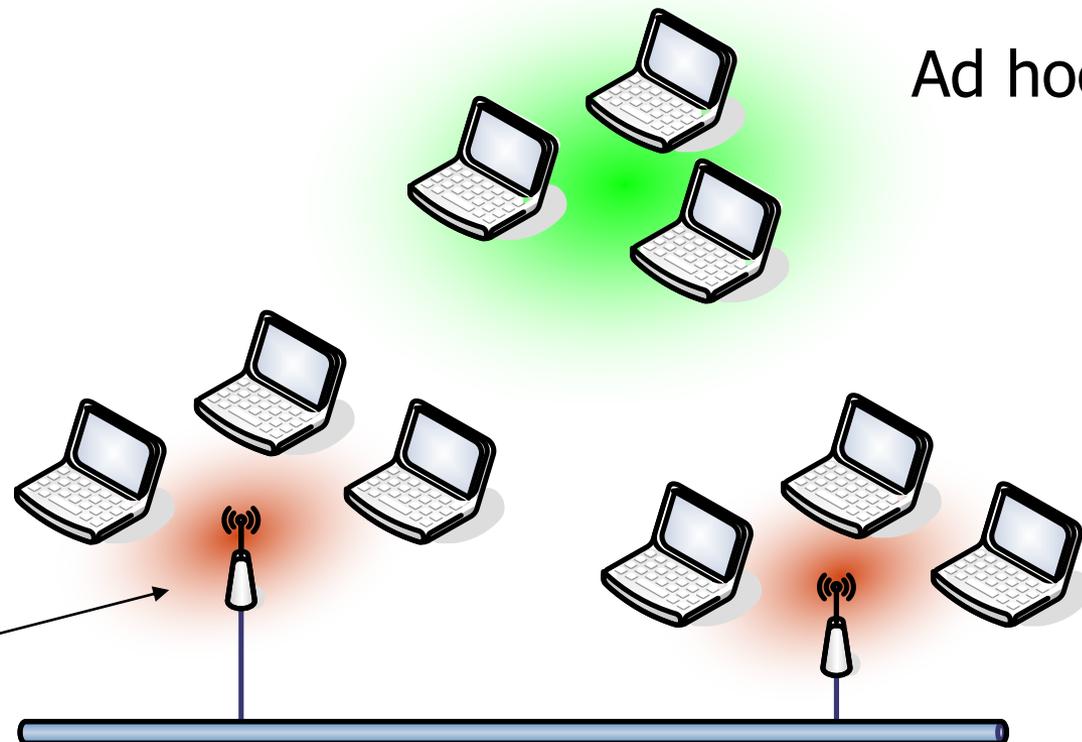
# Wi-Fi - Histórico

- O desenvolvimento das WLAN's (Wireless Local Área Network – Redes locais sem fio) se iniciou em meados da década de 80, com a utilização de diferentes tecnologias como infravermelho, rádio de microonda e rádio spread spectrum (dispersão espectral)
- Em 1997, à IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) publicou um padrão específico para redes sem fio, denominado 802.11. Na mesma época, foram criados outros padrões como a HiperLAN/2 e Bluetooth. Com estas padronizações, surgiu uma nova onda de interesse para este mercado, aumentando significativamente o número de sistemas implementados a partir de então.

# Topologia

Ad hoc

Ponto de Acesso (AP)



Infra-estruturado

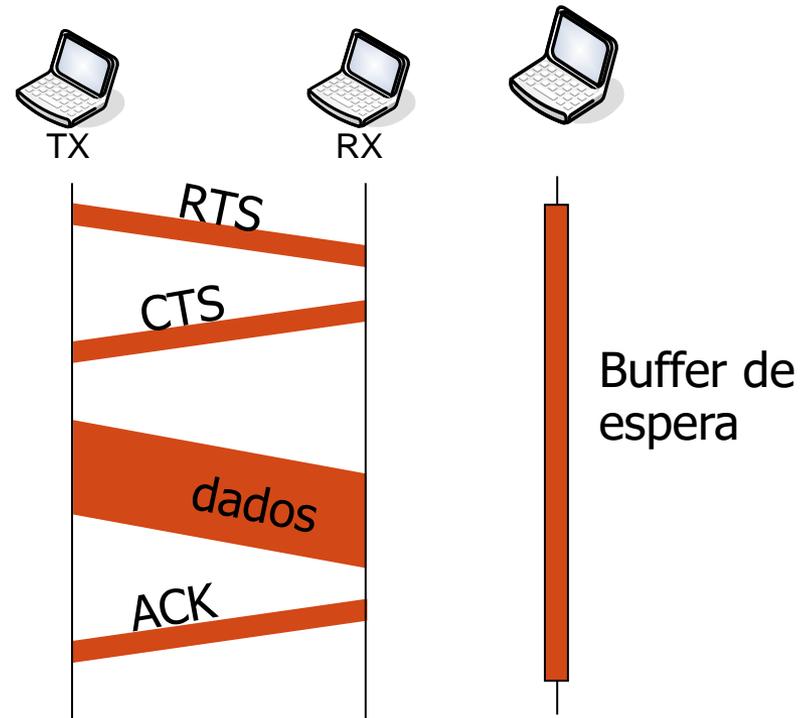
# Topologias

- **Modo ad hoc**

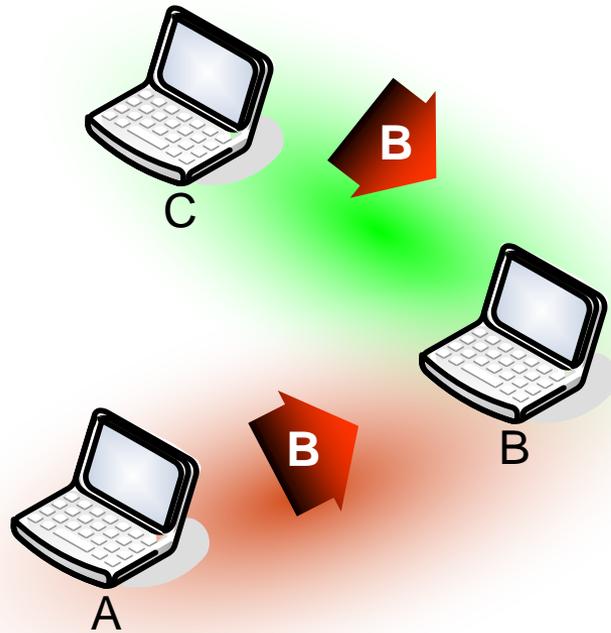
- CSMA/CA – Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
- Evita (mas não elimina) colisões de pacotes

- **Modo com AP**

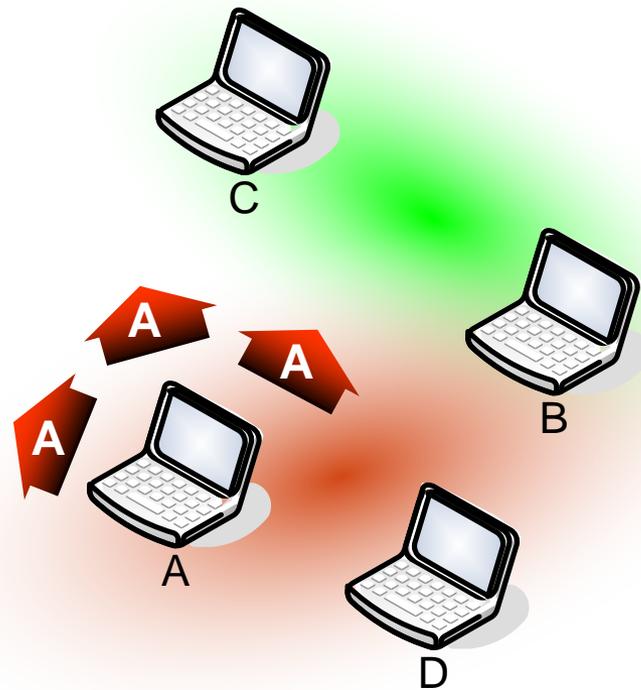
- AP divide o meio aéreo em slots de tempo e os aloca para as estações.



# Problemas



Problema da  
estação  
escondida



Problema da  
estação exposta

# Redes 802.11 – Produtos



Roteador mesh



Cartões USB e PCMCIA



Ponto de Acesso

# Wi-Fi (IEEE 802.11)

<b>802.11-Standard</b>	<b>Standard seit</b>	<b>Frequenzb. (GHz)</b>	<b>Bandbreite (MHz)</b>	<b>Modulation</b>	<b>Datenrate (Mbit/s)</b>
<b>802.11</b>	<b>1997</b>	<b>2,4 GHz</b>	<b>20 MHz</b>	<b>DSSS/FHSS</b>	<b>2 Mbit/s</b>
<b>802.11a</b>	<b>1999</b>	<b>5 GHz</b>	<b>20 MHz</b>	<b>OFDM</b>	<b>54 Mbit/s</b>
<b>802.11ac</b>	<b>2013</b>	<b>5 GHz</b>	<b>40/80/160</b>	<b>OFDM</b>	<b>6,93 Gbit/s</b>
<b>802.11ad</b>	<b>2012</b>	<b>60 GHz</b>	<b>2160</b>	<b>SC-OFDM</b>	<b>6,76 Gbit/s</b>
<b>802.11b</b>	<b>1999</b>	<b>2,4 GHz</b>	<b>20</b>	<b>DSSS</b>	<b>11 Mbit/s</b>
<b>802.11g</b>	<b>2003</b>	<b>2,4 GHz</b>	<b>20</b>	<b>DSSS/OFDM</b>	<b>54 Mbit/s</b>
<b>802.11n</b>	<b>2009</b>	<b>2,4/5 GHz</b>	<b>20/40</b>	<b>OFDM</b>	<b>600 Mbit/s</b>

**DSSS, direct sequence spread spectrum**  
**FHSS, frequency hopping spread spectrum**  
**OFDM, orthogonal frequency division multiplex**  
**SC-OFDM, single carrier orthogonal frequency division multiplex**

# Wi-Fi (IEEE 802.11)

- Várias versões com implementação comercial (fig. Anterior)
- Não se interferem, mas pode baixar desempenho de rede. Nivelam por baixo.
- Alcance de 100 metros
- Antenas de maior ganho e/ou diretivas proporcionam maior alcance

# Wi-Fi (IEEE 802.11n)

- O 802.11n tem como principal característica o uso de um esquema chamado Multiple-Input Multiple-Output (MIMO), capaz de aumentar consideravelmente as taxas de transferência de dados através da combinação de várias vias de transmissão.
- É possível, por exemplo, usar dois, três ou quatro emissores e receptores para o funcionamento da rede. Uma das configurações mais comuns neste caso é o uso de APs que utilizam três antenas (três vias de transmissão) e STAs com a mesma quantidade de receptores.

# Wi-Fi (IEEE 802.11n)

- Somando essa característica de combinação com o aprimoramento de suas especificações, o padrão 802.11n é capaz de fazer transmissões na faixa de 300 Mbps e, teoricamente, pode atingir taxas de até 600 Mbps.
- Pode trabalhar com as faixas de 2,4 GHz e 5 GHz, o que torna compatível com os padrões anteriores, inclusive com o 802.11a (pelo menos, teoricamente).
- Sua técnica de transmissão padrão é o OFDM, mas com determinadas alterações, devido ao uso do esquema MIMO, sendo, por isso, muitas vezes chamado de MIMO-OFDM. Alguns estudos apontam que sua área de cobertura pode passar de 400 metros.

# Wi-Fi (IEEE 802.11n)

## Resumo das Melhorias:

- Redução do guard interval (o intervalo entre as transmissões) de 800 ns para 400 ns, o que resulta em um ganho de cerca de 11% na taxa de transmissão
- Aumento no número de subcarriers para a transmissão de dados de 48 para 52, o que resulta em um ganho proporcional na taxa de transmissão
- Melhoria no algoritmo de transmissão de erros, foi possível chegar a uma taxa de transmissão de 72.2 megabits por transmissor (usando um único canal)
- Daí em diante, os ganhos se baseiam no uso de "força bruta", combinando o uso de vários rádios e de dois canais simultâneos. É aí que entra o MIMO

# Wi-Fi (IEEE 802.11n)



# Questões

(CESPE/CORREIOS 2011) Frequency hopping spread spectrum (FHSS) e direct sequence spread spectrum (DSSS) são tecnologias de espalhamento do sinal usadas no padrão IEEE 802.11.

# Questões



(CESPE/CORREIOS 2011) Frequency hopping spread spectrum (FHSS) e direct sequence spread spectrum (DSSS) são tecnologias de espalhamento do sinal usadas no padrão IEEE 802.11.

# Questões

(FCC/DPE-RS 2013) As redes sem fio 802.11 podem apresentar-se fisicamente de modos diferentes. Um desses modos permite formar redes simples, em que as comunicações são estabelecidas entre múltiplas estações de trabalho em uma área de cobertura, sem o uso de um ponto de acesso a um servidor. Assim como é possível ligar computadores diretamente usando duas placas Ethernet e um cabo cross-over (sem usar um HUB, switch ou roteador), também é possível criar uma rede wireless entre vários computadores sem usar um ponto de acesso. Para isso basta configurar ambas as placas wireless para operar em modo

- a) CSMA/CA.
- b) ad-hoc.
- c) estrela.
- d) árvore.
- e) cliente/servidor.

# Questões

(FCC/DPE-RS 2013) As redes sem fio 802.11 podem apresentar-se fisicamente de modos diferentes. Um desses modos permite formar redes simples, em que as comunicações são estabelecidas entre múltiplas estações de trabalho em uma área de cobertura, sem o uso de um ponto de acesso a um servidor. Assim como é possível ligar computadores diretamente usando duas placas Ethernet e um cabo cross-over (sem usar um HUB, switch ou roteador), também é possível criar uma rede wireless entre vários computadores sem usar um ponto de acesso. Para isso basta configurar ambas as placas wireless para operar em modo

a) CSMA/CA.



b) ad-hoc.

c) estrela.

d) árvore.

e) cliente/servidor.

# Questões

(FCC/TER-RR 2015) A rede Wi-Fi está em conformidade com a família de protocolos 802.11 do IEEE. Dentro desta família de protocolos, o que pode atingir taxas de transmissão de até 54 Mbit/s e opera na frequência de 2.4 GHz é o padrão

- (A) 802.11a.
- (B) 802.11h.
- (C) 802.11g.
- (D) 802.11ac.
- (E) 802.11b.

# Questões

(FCC/TER-RR 2015) A rede Wi-Fi está em conformidade com a família de protocolos 802.11 do IEEE. Dentro desta família de protocolos, o que pode atingir taxas de transmissão de até 54 Mbit/s e opera na frequência de 2.4 GHz é o padrão

(A) 802.11a.

(B) 802.11h.



(C) 802.11g.

(D) 802.11ac.

(E) 802.11b.

# Questões

(CESPE/ANATEL 2014) O padrão IEEE 802.11ac, que pertence à nova geração da tecnologia de redes sem fio, especifica a faixa de 2,4 GHz para operação e permite a transferência de dados com velocidade de até 1 Gbps.

# Questões



(CESPE/ANATEL 2014) O padrão IEEE 802.11ac, que pertence à nova geração da tecnologia de redes sem fio, especifica a faixa de 2,4 GHz para operação e permite a transferência de dados com velocidade de até 1 Gbps.

# Questões

(WC/SIMULADO GATI 2015) Sobre Wireless, julgue o item que se segue.

Ao utilizar o CSMA-CA (Acesso múltiplo com verificação de portadora com anulação/prevenção de colisão), o 802.11 elimina a ocorrência de colisões e diminui o overhead na Rede.

# Questões



(WC/SIMULADO GATI 2015) Sobre Wireless, julgue o item que se segue.

Ao utilizar o CSMA-CA (Acesso múltiplo com verificação de portadora com anulação/prevenção de colisão), o 802.11 **elimina a ocorrência de colisões e diminui o overhead na Rede.**

# Questões

(CESGRANRIO/BNDES 2010) Quais dos itens descrevem as melhorias desenvolvidas entre o padrão 802.11 g e o 802.11 n?

I - Utilização da criptografia WPA

II - Diminuição entre os intervalos de transmissão de 800 ns para 400 ns

III - MIMO (multiple-input multiple-output)

IV - Compatibilidade com padrão Bluetooth

Descrevem as melhorias APENAS os itens

a) I e II. b) I e III. c) I e IV.

d) II e III. e) III e IV.

# Questões

(CESGRANRIO/BNDES 2010) Quais dos itens descrevem as melhorias desenvolvidas entre o padrão 802.11 g e o 802.11 n?



I - Utilização da criptografia WPA

II - Diminuição entre os intervalos de transmissão de 800 ns para 400 ns

III - MIMO (multiple-input multiple-output)



IV - Compatibilidade com padrão Bluetooth

Descrevem as melhorias APENAS os itens

a) I e II. b) I e III. c) I e IV.



d) II e III. e) III e IV.

# Questões

(FGV/SENADO 2012) Com relação ao padrão IEEE 802.11, analise as afirmativas a seguir.

- I. Os padrões 802.11A e 802.11G utilizam modulação OFDM.
- II. Os padrões 802.11B e 802.11G trabalham na banda de 2,4 GHz.
- III. Um dispositivo 802.11G é compatível com os padrões 802.11A e 802.11B.

Assinale

- (A) se somente a afirmativa I estiver correta.
- (B) se somente a afirmativa III estiver correta.
- (C) se somente as afirmativas I e II estiverem corretas.
- (D) se somente as afirmativas II e III estiverem corretas.
- (E) se todas as afirmativas estiverem corretas.

# Questões

(FGV/SENADO 2012) Com relação ao padrão IEEE 802.11, analise as afirmativas a seguir.



I. Os padrões 802.11A e 802.11G utilizam modulação OFDM.



II. Os padrões 802.11B e 802.11G trabalham na banda de 2,4 GHz.



III. Um dispositivo 802.11G é compatível com os padrões 802.11A e 802.11B.

Assinale

(A) se somente a afirmativa I estiver correta.

(B) se somente a afirmativa III estiver correta.

(C) se somente as afirmativas I e II estiverem corretas.

(D) se somente as afirmativas II e III estiverem corretas.

(E) se todas as afirmativas estiverem corretas.

# Questões

(CESGRANRIO/BNDES 2007) Suponha uma rede 802.11g com 3 estações conectadas por meio de um ponto de acesso (access point). A esse respeito, observe os textos abaixo.

I – Para transmitir, uma estação aguarda o meio ficar livre e permanece escutando o meio até o fim da transmissão do quadro para garantir que qualquer colisão seja detectada. Uma vez que o transmissor receba dados diferentes do que enviou (colisão detectada), a transmissão é interrompida e um quadro especial é enviado para garantir que todas as estações detectem a colisão.

II – A subcamada LLC dessa rede sem fio é a mesma utilizada em uma rede 802.3 (Ethernet).

III – Essa rede pode atingir, teoricamente, a velocidade de transmissão de 56623104 bits por segundo.

Está(ão) correto(s) o(s) texto(s):

(A) I, somente. (B) II, somente. (C) III, somente. (D) II e III, somente. (E) I, II e III.

# Questões

(CESGRANRIO/BNDES 2007) Suponha uma rede 802.11g com 3 estações conectadas por meio de um ponto de acesso (access point). A esse respeito, observe os textos abaixo.



I – Para transmitir, uma estação aguarda o meio ficar livre e permanece escutando o meio até o fim da transmissão do quadro para garantir que qualquer colisão seja detectada. Uma vez que o transmissor receba dados diferentes do que enviou (colisão detectada), a transmissão é interrompida e um quadro especial é enviado para garantir que todas as estações detectem a colisão.



II – A subcamada LLC dessa rede sem fio é a mesma utilizada em uma rede 802.3 (Ethernet).



III – Essa rede pode atingir, teoricamente, a velocidade de transmissão de 56623104 bits por segundo.

Está(ão) correto(s) o(s) texto(s):

(A) I, somente. (B) II, somente. (C) III, somente. (D) II e III, somente. (E) I, II e III.

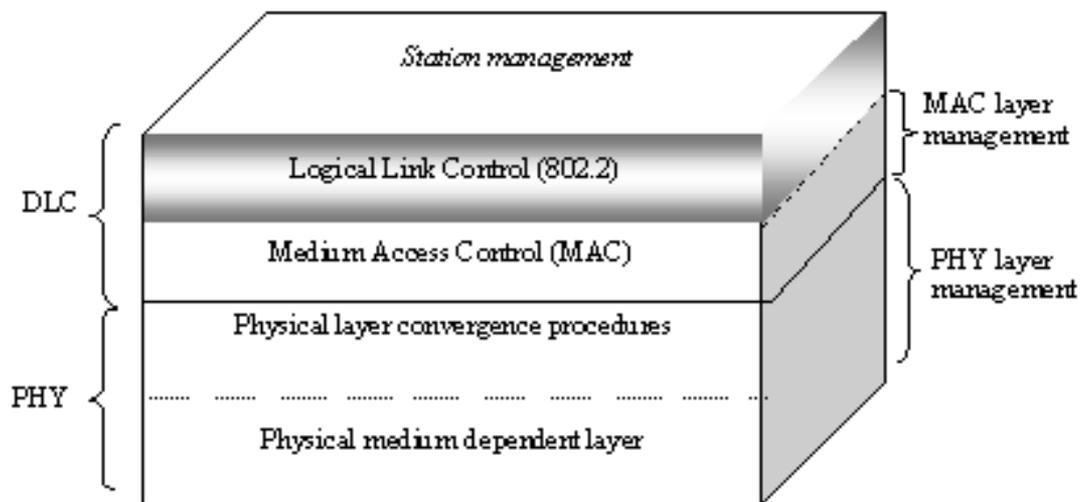
# Wi-Fi - Conceitos

- **SSID** – *Service Set Identifier*: nome utilizado para identificar uma rede sem fio. Atribuído ao Ponto de Acesso.
- **Beacon Frames**: Quadros de sinalização enviados em broadcast para difundir a presença de uma rede sem fio. Em geral, contém o nome da rede (SSID).
- **Access Point** - Ponto de Acesso, tem a função de Concentrador, também pode atuar como Bridge entre a rede sem fio e a rede guiada.

# Wi-Fi - Conceitos

- ***Basic Service Set (BSS)*** é um conjunto de estações controladas por um único *access point*.
- ***Independent Basic Service Set (IBSS)*** é a composição de uma rede sem fio onde as estações comunicam-se mutuamente sem a necessidade de um *access point*. Estas redes são conhecidas por *ad-hoc*.
- ***Extended Service Set (ESS)*** é como é chamado um conjunto de BBS

# Wi-Fi – Camadas



**Figura 3e. Arquitetura do Protocolo IEEE 802.11 WLAN's.**

# Wi-Fi - Camadas

O padrão proposto especifica três camadas físicas (PHY)

- **Frequency Hopping Spread Spectrum Radio PHY :**

Esta camada fornece operação 1 Mbps, com 2 Mbps opcional. A versão de 1 Mbps utiliza 2 níveis da modulação GFSK ( Gaussian Frequency Shift Keying ), e a de 2 Mbps utiliza 4 níveis da mesma modulação;

- **Direct Sequence Spread Spectrum Radio PHY :**

Esta camada provê operação em ambas as velocidades (1 e 2 Mbps). A versão de 1 Mbps utiliza da modulação DBPSK ( Differential Binary Phase Shift Keying ), enquanto que a de 2 Mbps usa modulação DBPSK ( Differential Quadrature Phase Shift Keying );

- **Infrared PHY :**

Esta camada fornece operação 1 Mbps, com 2 Mbps opcional. A versão de 1 Mbps usa modulação 16-PPM ( Pulse Position Modulation com 16 posições), e a versão de 2 Mbps utiliza modulação 4-PPM.

# Wi-Fi - Camadas

E apenas uma subcamada MAC (Medium Access Control).

O padrão 802.11 estabelece que cada LAN sem fio compatível deve fornecer **nove serviços**. Esses serviços estão divididos em duas categorias:

- **cinco serviços de distribuição** e
- **quatro serviços da estação**.

# Wi-Fi - Serviços

Os cinco serviços de distribuição são:

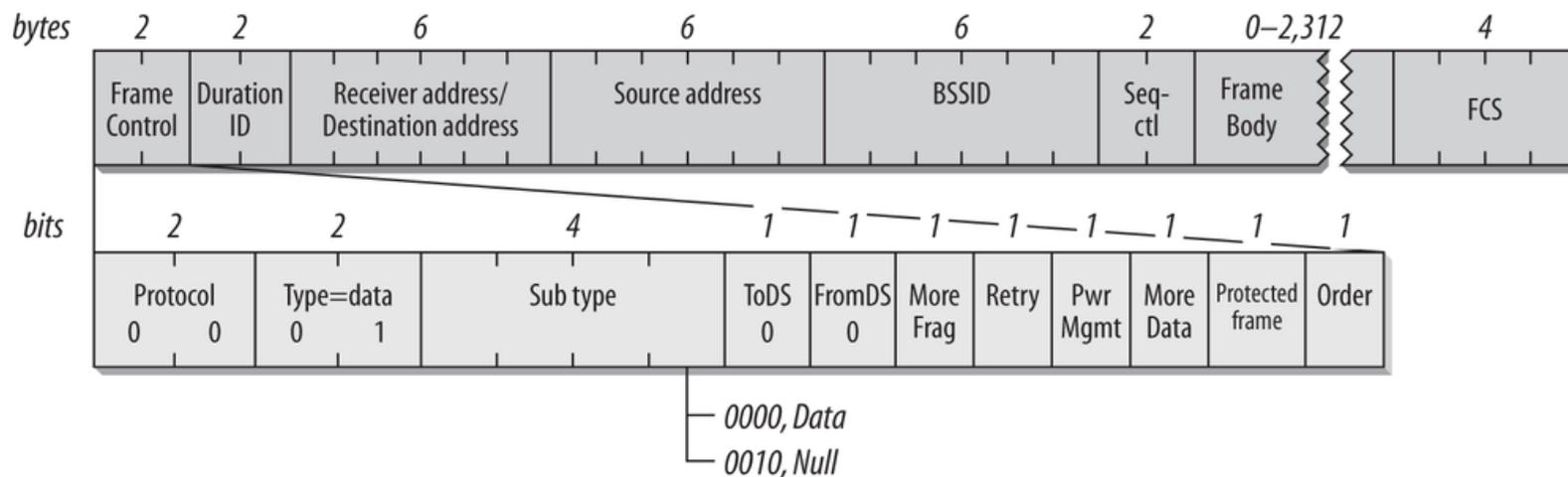
- 1. Associação.** Esse serviço é usado pelas estações móveis para conectá-las às estações base.
- 2. Desassociação.** A estação móvel ou a estação base pode se desassociar, interrompendo assim o relacionamento.
- 3. Reassociação.** Uma estação pode mudar sua estação base preferida usando esse serviço. Esse recurso é útil para estações móveis que se deslocam de uma célula para outra.
- 4. Distribuição.** Esse serviço determina como rotear quadros enviados à estação base.
- 5. Integração.** Cuida da conversão do formato 802.11 para o formato exigido pela rede de destino.

# Wi-Fi - Serviços

Os **quatro serviços de estação** são:

- 1. Autenticação:** Como a comunicação sem fio pode ser enviada ou recebida facilmente por estações não-autorizadas, uma estação deve se autenticar antes de ter permissão para transmitir os dados
- 2. Desautenticação:** quando uma estação autenticada anteriormente quer deixar a rede, ela é desautenticada
- 3. Privacidade:** para que as informações enviadas por uma LAN sem fio sejam mantidas confidenciais, elas devem ser criptografadas
- 4. Transmissão:** Por fim, a transmissão de dados é o objetivo, e assim o 802.11 oferece naturalmente um meio para transmitir e receber dados.

# Wi-Fi – Frame 802.11



# Wi-Fi – Frames – Tipos

- **Dados**

- Transmissão de Dados

- **Controle**

- Controle de Acesso ao Meio: RTS, CTS e ACK

- **Gerenciamento**

- Informações de Gerenciamento que são transmitidas da mesma forma que os frames de dados, mas não são repassadas às camadas superiores.

# Wi-Fi – Canais

Jurisdição	Faixa (GHz)	Canais Distintos	Canais sem sobreposição	Restrições de potência
EUA, Canadá	2,401 – 2,4835	11	3	1W irradiado
	5,15 – 5,35	8	8	50-250 mW irradiado 3
Brasil	2,400 – 2,4835	11	3	1W
	5,15 – 5,35	8	8	EIRP £ 200 mW 5
	5,47 – 5,725	11	11	250 mW e EIRP £ 1W
	5,725 – 5,850	5	5	1W
ETSI 1 (Europa)	2,401-2,4835	13	4	100mW ERP até 1 W 4
	5,15 – 5,35; 5,47 – 5,725	19	19	
Japão	2,4 – 2,495	14	4	10mW/MHz 2
	4,9-5;5,15-5,25	8	8	10mW/MHz

# Questões

(FCC/MPE-MA 2013) De acordo com a norma IEEE 802.11 (Redes Wireless), o campo BSSID identifica unicamente cada BSS (Basic Service Set). Este campo, que possui o mesmo formato de um endereço MAC (Mac Address IEEE 802), é formado por

- a) 48 bits.
- b) 16 bits.
- c) 32 bits.
- d) 64 bits.
- e) 8 bits.

# Questões

(FCC/MPE-MA 2013) De acordo com a norma IEEE 802.11 (Redes Wireless), o campo BSSID identifica unicamente cada BSS (Basic Service Set). Este campo, que possui o mesmo formato de um endereço MAC (Mac Address IEEE 802), é formado por



- a) 48 bits.
- b) 16 bits.
- c) 32 bits.
- d) 64 bits.
- e) 8 bits.

# Questões

(ESAF/MI 2012) Considere o padrão IEEE 802.11 para transmissão de dados sem fio e indique a opção correta.

- a) Os padrões 802.11b, 802.11g e 802.11n operam na faixa de 2,4 GHz.
- b) Os padrões 802.11a, 802.11b e 802.11g operam na faixa de 2,4 GHz.
- c) Esse padrão define três tipos de frames: dados, gerenciamento e broadcast.
- d) Esse padrão define a operação em três camadas do modelo OSI: física, enlace (data link) e rede (network).
- e) O padrão define 14 canais sem interseções, separados em frequência.

# Questões

(ESAF/MI 2012) Considere o padrão IEEE 802.11 para transmissão de dados sem fio e indique a opção correta.



- a) Os padrões 802.11b, 802.11g e 802.11n operam na faixa de 2,4 GHz.
- b) Os padrões 802.11a, 802.11b e 802.11g operam na faixa de 2,4 GHz.
- c) Esse padrão define três tipos de frames: dados, gerenciamento e broadcast.
- d) Esse padrão define a operação em três camadas do modelo OSI: física, enlace (data link) e rede (network).
- e) O padrão define 14 canais sem interseções, separados em frequência.

# Questões

(CESPE Correios 2011) Logical link control (LLC) e media access control (MAC) são parte da camada de enlace do padrão IEEE 802.11.

# Questões



(CESPE Correios 2011) Logical link control (LLC) e media access control (MAC) são parte da camada de enlace do padrão IEEE 802.11.

# Questões

(FCC/MPE-RN 2010) Os serviços estabelecidos por uma LAN sem fio são divididos em serviços de distribuição e serviços da estação.

Quando uma estação móvel se desloca de uma célula para outra e deseja mudar para uma estação base preferida, ela utiliza o serviço de

- (A) associação.
- (B) desassociação.
- (C) integração.
- (D) distribuição.
- (E) reassociação.

# Questões

(FCC/MPE-RN 2010) Os serviços estabelecidos por uma LAN sem fio são divididos em serviços de distribuição e serviços da estação. Quando uma estação móvel se desloca de uma célula para outra e deseja mudar para uma estação base preferida, ela utiliza o serviço de

- (A) associação.
- (B) desassociação.
- (C) integração.
- (D) distribuição.
- (E) reassociação.



# Questões

(FCC/TER-PE 2011) uma rede IBSS (*Independent Basic Service Set*) é constituída de um simples *Access Point* que suporta um ou mais clientes sem fio.

# Questões



(FCC/TER-PE 2011) uma rede **IBSS** (*Independent Basic Service Set*) é constituída de um simples *Access Point* que suporta um ou mais clientes sem fio.

# Questões

(CESPE/TRT-MT 2010) Embora sejam semelhantes, os padrões IEEE 802.11b e IEEE 802.11g apresentam diferenças significativas. Uma delas é que

A o primeiro opera em faixa de frequência diferente da do segundo.

B o primeiro define o tempo de SIFS (*short-inter frame space*) com valores significativamente diferentes daquele utilizado no segundo.

C o padrão IEEE 802.11g opera apenas em modo infraestruturado.

D o padrão IEEE 802.11g permite a utilização de mensagens RTS (*request to send*) e CTS (*clear to send*), enquanto o padrão IEEE 802.11b não define essas mensagens.

E o primeiro utiliza a técnica de modulação de espalhamento espectral (*spread spectrum*), enquanto o segundo utiliza OFDM (*orthogonal frequency-division multiplexing*).

# Questões

(CESPE/TRT-MT 2010) Embora sejam semelhantes, os padrões IEEE 802.11b e IEEE 802.11g apresentam diferenças significativas. Uma delas é que

A o primeiro **opera em faixa de frequência diferente** da do segundo.

B o primeiro define o tempo de SIFS (*short-inter frame space*) com valores **significativamente diferentes daquele utilizado no segundo**.

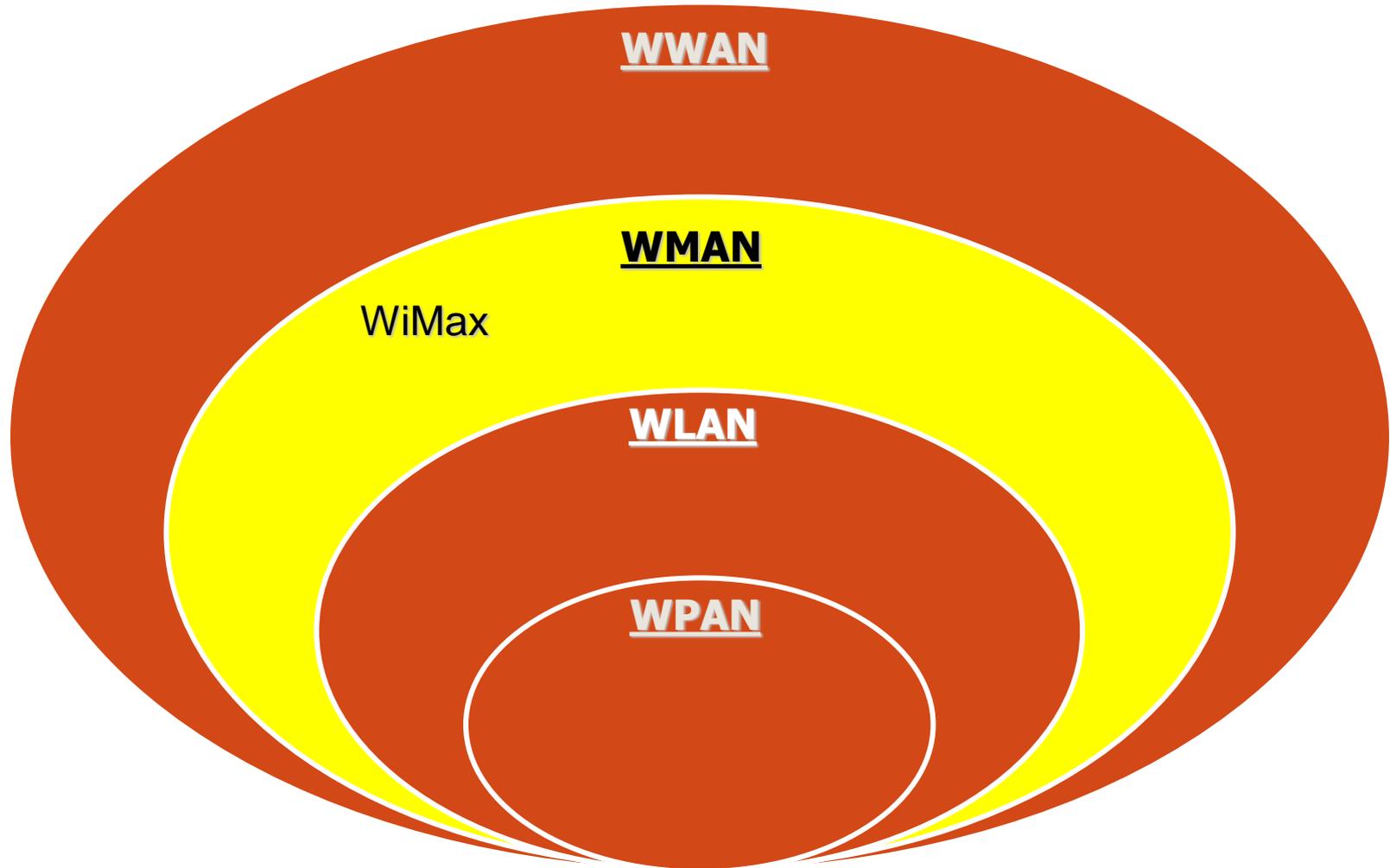
C o padrão IEEE 802.11g opera **apenas** em modo infraestruturado.

D o padrão IEEE 802.11g permite a utilização de mensagens RTS (*request to send*) e CTS (*clear to send*), enquanto o padrão IEEE 802.11b **não define essas mensagens**.

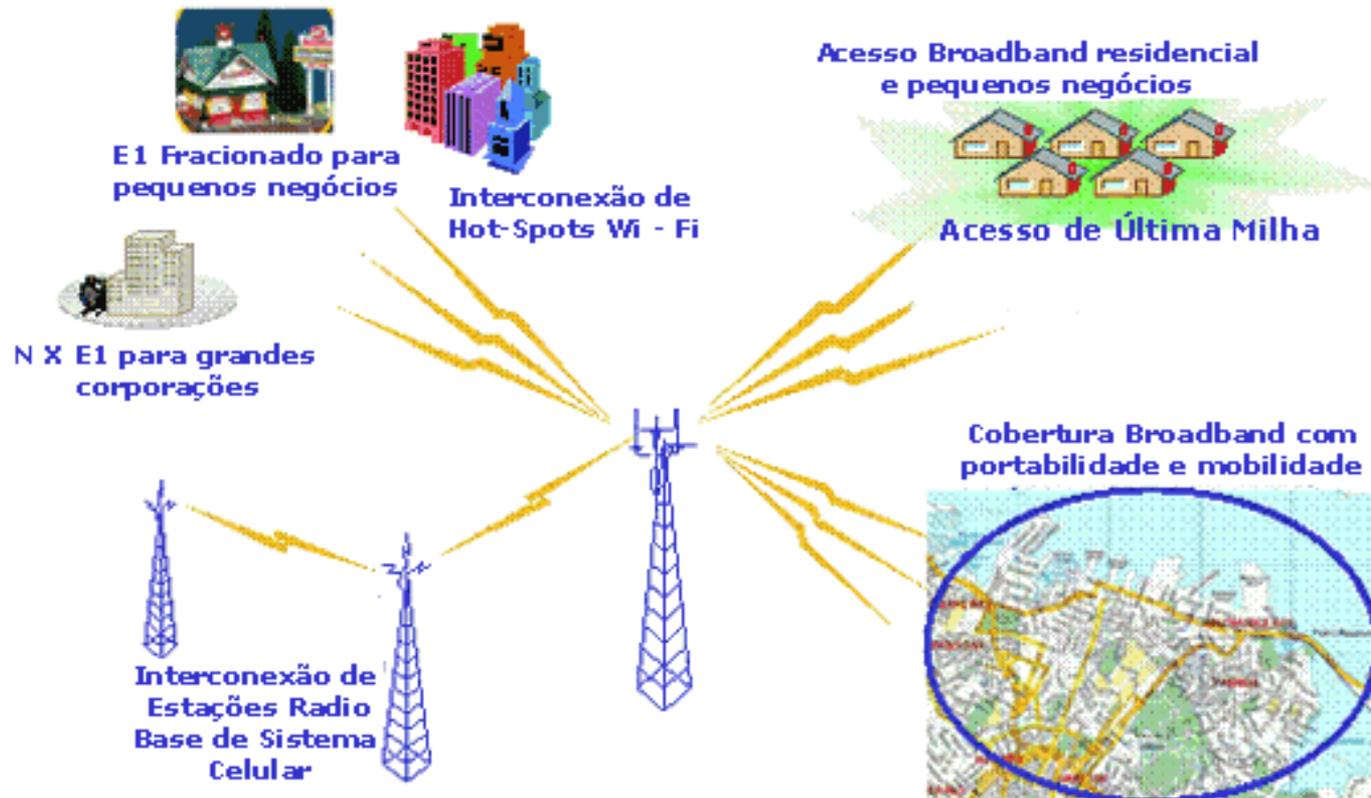


E o primeiro utiliza a técnica de modulação de espalhamento espectral (*spread spectrum*), enquanto o segundo utiliza OFDM (*orthogonal frequency-division multiplexing*).

# Redes Metropolitanas sem fio



# WiMax (IEEE 802.16)



Fonte: WIMAX Forum.

# WiMax (IEEE 802.16)

- O padrão 802.16 é também conhecido como a interface aérea da IEEE para Wireless MAN, isto é, da rede metropolitana sem fios.
- Especificada pelo grupo do IEEE que trata de acessos de banda larga para **última milha** em áreas metropolitanas, com padrões de desempenho equivalentes aos dos tradicionais meios tais como DSL, Cable modem ou E1/T1.
- Embora as WLLs tenham começado a operar seriamente em 1998, temos de voltar até 1969 para conhecer sua origem.

# WiMax (IEEE 802.16)

- Nesse ano (1969), a FCC alocou dois canais de televisão (a 6 MHz cada) como televisão educativa a 2,1 GHz.
- A televisão educativa nunca decolou e, em 1998, a FCC aceitou a devolução das frequências e as alocou ao rádio bidirecional.
- Os 198 MHz do novo espectro foram imediatamente postos em uso nos loops locais sem fios, sob a forma de um serviço chamado MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service — serviço de distribuição multiponto multicanal)

# WiMax (IEEE 802.16)

- O MMDS pode ser considerado uma MAN (Metropolitan Area Network — rede metropolitana), da mesma forma que seu primo LMDS.
- A baixa largura de banda do MMDS fez aumentar o interesse em ondas milimétricas, como uma alternativa.
- A FCC respondeu à demanda, alocando 1,3 GHz a um novo serviço de loop local sem fios chamado LMDS (Local Multipoint Distribution Service — serviço de distribuição multiponto local).

# WiMax (IEEE 802.16)

- O 802.16 o foi, então, criado originalmente para ser uma rede de televisão a cabo sem fio, portanto, estacionária.
- O padrão 802.16, que foi ratificado em Dezembro de 2001, estava focando basicamente as faixas de frequências situadas entre 10GHz e 66GHz considerando sempre aplicações com linha de visada.
- A versão 802.16a, que foi concluída em 2003, passou a focar as aplicações sem linha de visada, dentro das faixas de frequência entre 2GHz e 11GHz, considerando também os aspectos de interoperabilidade.

# WiMax (IEEE 802.16)

- A figura que se segue, apresenta a evolução das especificações do IEEE para a Wireless MAN .

IEEE 802.16 Dezembro de 2001	IEEE 802.16c Dezembro de 2002	IEEE 802.16a Janeiro de 2003	IEEE 802.16d 1o Trimestre de 2004 WIMAX	IEEE 802.16e 4o Trimestre de 2004
10-66 GHz Linha de visada Até 34 Mbps (canalização de 28 MHz)	Interoperabilidade	2-11 GHz Sem linha de visada Até 75Mbps (canalização de 20 MHz)	Modificações na 802.16a e interoperabilidade	Mobilidade Nomândica 802.11/16

# WiMax (IEEE 802.16)

- No caso do Wimax, em condições ideais o sinal alcança um raio de até 50 km e velocidade de 75 Mbps, acrescentando que também há dependências da geografia, como montanhas e prédios altos.
- A taxa de transmissão é dividida com os usuários que estiverem utilizando o sinal enviado pela torre.
- Assim, o sinal na chamada última-milha (o usuário final) tende a ser mais rápido e estável do que as conexões banda larga disponíveis hoje.

# WiMax (IEEE 802.16)

- A transmissão do sinal WiMAX é bem parecida com a de um telefone celular.
- Uma torre central envia o sinal para várias outras torres espalhadas e, estas, multiplicam o sinal para chegar aos receptores.
- O usuário precisa de uma pequena antena receptora, da qual resulta na conexão que vai até o seu computador ou notebook, plugada via placa de rede.
- Essa antena pode ficar no topo de um prédio (multiplicando a conexão para o condomínio por exemplo) ou ao lado do gabinete do PC mesmo, como se fosse um equivalente ao modem externo usado pela Brasil Telecom ou GVT em conexões ADSL.

# WiMax (IEEE 802.16)

## *Modulação:*

Uma modulação dinâmica adaptativa permite que uma estação radio base negocie o throughput e o alcance do sinal.

- Por exemplo, se a estação radio base não pode estabelecer um link robusto com um assinante localizado a uma grande distância, utilizando o esquema de modulação de maior ordem, 64 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), a modulação é reduzida para 16 QAM ou QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), o que reduz o throughput , porém aumenta o alcance do sinal.

# WiMax (IEEE 802.16)

## *Taxa de Transmissão:*

Com o esquema de modulação robusto, o WIMAX entrega elevadas taxas de throughput com longo alcance e uma grande eficiência espectral e que é também tolerante às reflexões de sinais.

- A velocidade de transmissão dos dados varia entre 1 Mbps e 75 Mbps, dependendo das condições de propagação, sendo que raio típico de uma célula WIMAX é de 6 Km a 9 Km.

# WiMax (IEEE 802.16)

## *Escalabilidade:*

- Para acomodar com facilidade o planejamento da célula WIMAX, tanto nas faixas licenciadas quanto nas não licenciadas, o 802.16a/d suporta diversas larguras de banda.
  - Por exemplo, se um operador tem disponível 20 MHz de espectro, ele pode dividi-lo em dois setores de 10 MHz ou 4 setores de 5 MHz cada.
  - O operador pode crescer a quantidade de usuários mantendo um bom alcance do sinal e um bom throughput.
  - O operador pode reusar o mesmo espectro em dois ou mais setores, criando uma isolação entre as antenas da estação radio base.

# WiMax (IEEE 802.16)

## QoS:

- O padrão 802.16 apresenta qualidade de serviço que permite a transmissão de voz e vídeo, que requerem redes de baixa latência.
- O MAC (Media Access Control) do 802.16 provê níveis de serviço "Premium" para clientes corporativos, assim como um alto volume de serviços em um padrão equivalente aos serviços hoje oferecidos pelos serviços de ADSL e de Cable Modem, tudo dentro da mesma estação radio base.

# WiMax (IEEE 802.16)

## *Segurança:*

- Características de privacidade e criptografia estão previstos no padrão 802.16 permitindo transmissões seguras incluindo os procedimentos de autenticação.

# WiMax (IEEE 802.16)

- Worldwide Interoperability for Microwave Access
- Interface aérea: **OFDM**
- Provê diferenciação de QoS e segurança
- Versões **d** e **e** são incompatíveis



<b>Padrão</b>	<b>Serviço</b>	<b>Alcance</b>	<b>Taxa de dados</b>	<b>Faixa</b>
802.16d	Fixo/ Portável	8-12 km	75 Mbps	2-11 GHz
802.16e	Móvel	2-5 km	30 Mbps	2-6 GHz

# WiMax (IEEE 802.16)

**IEEE 802.16:** Corresponde a especificação original, projetado para padronizar implementações LMDS (Local Multipoint Distribution System). É usado em frequências de 10 – 66 GHz.

**IEEE 802.16a:** Projetado para atender as frequências mais baixas (2 - 11 GHz). Foi especificado com o objetivo de competir com as tecnologias que oferecem acesso à última milha, como xDSL e cable modems. Pode obter taxas de transmissão de até 75 Mbps com um alcance máximo de 50 Kms. Emprega antenas fixas NLOS.

**IEEE 802.16b:** Trata aspectos relativos à qualidade de serviço.

**IEEE 802.16c:** Interoperabilidade, protocolos e especificação de testes de conformação.

# WiMax (IEEE 802.16)

**IEEE 802.16-REVd:** Atualização do padrão 802.16 que consolida as revisões dos padrões 802.16a e 802.16c em um único padrão, substituindo o 802.16a como o padrão base. Entre as alterações pode-se destacar a provisão de suporte para antenas MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), o que aumenta a confiabilidade do alcance com multipercurso. Facilita instalações com o uso de antenas indoor.

**IEEE 802.16e:** Adiciona especificações de mobilidade (WMANs móveis). Aspectos como largura de banda limitada (um máximo de 5 MHz), velocidade mais lenta e antenas menores possibilitam o “walkabout” ou mobilidade veicular (até 150 Km/h). É compatível com a especificação do padrão 802.16. Em frequências inferiores a 3.5 GHz pode oferecer concorrência à tecnologia celular com alcance de 2 a 5 Km (nas cidades).

# WiMax – Dispositivos

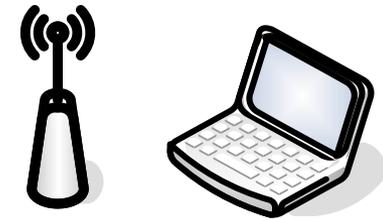
Base station  
(BS)



Antena  
omnidirecional

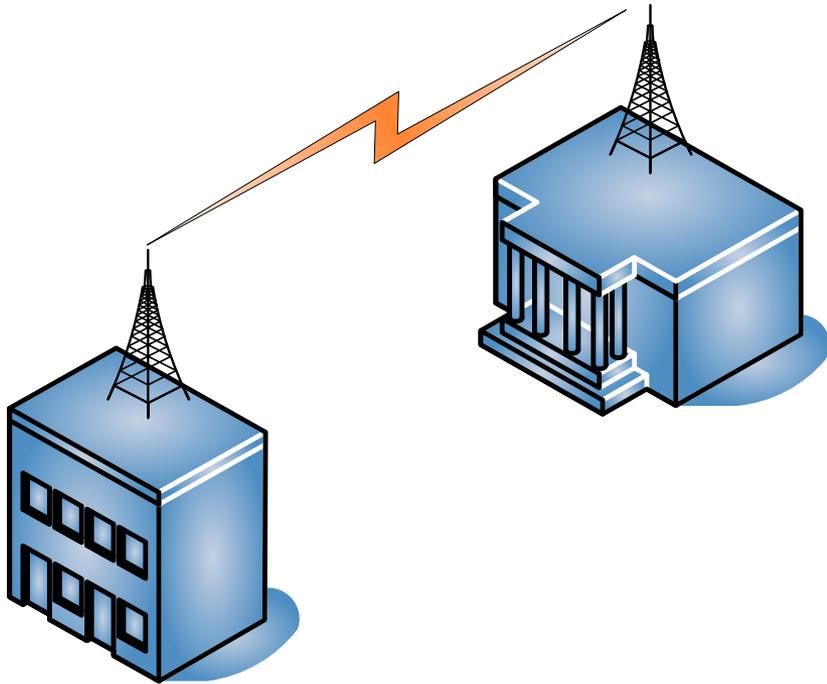
Antena direcional

- Controla acesso ao meio
- Aloca classes de QoS
- Controla admissão (segurança)



Subscriber station  
(SS)

# WiMax – Topologias

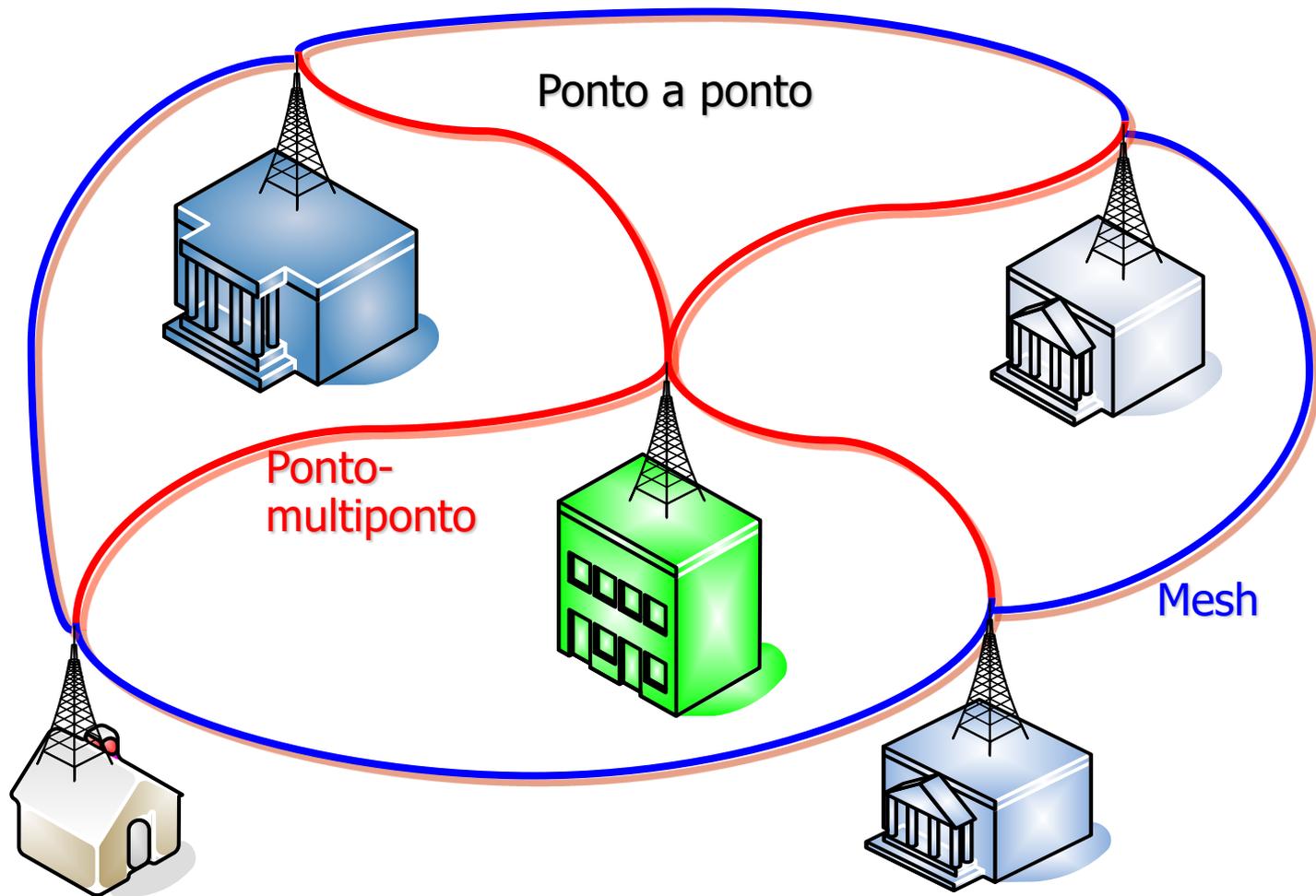


Linha de visada (até 50 km)  
maior distância,  
velocidade menor



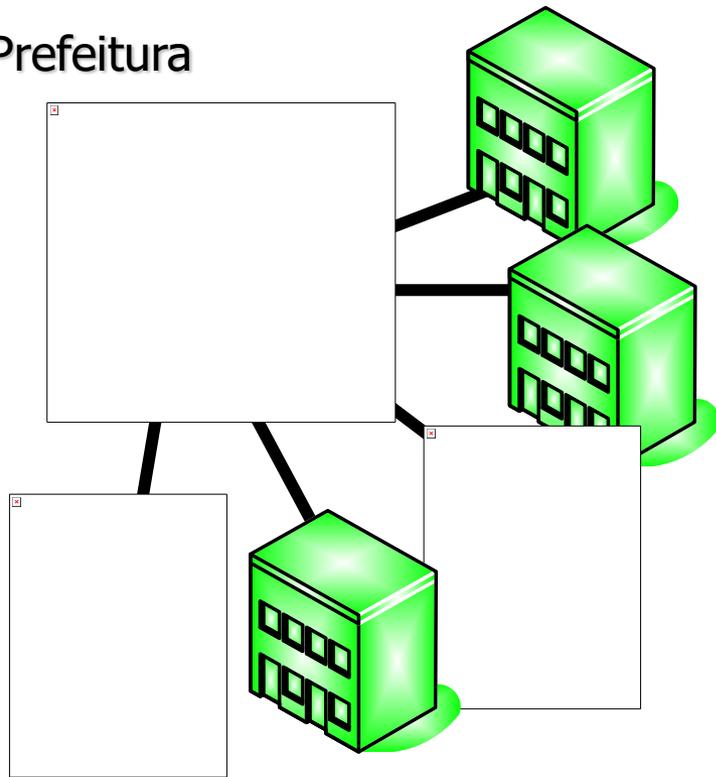
Sem linha de visada  
(2-12 km)

# WiMax – Topologias

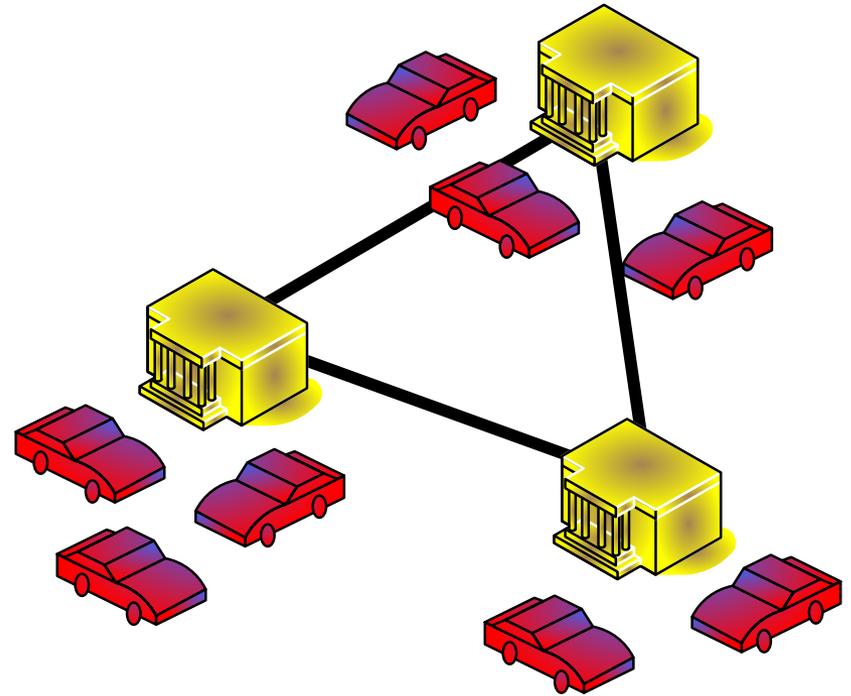


# WiMax – Aplicações

Prefeitura



Escolas  
Repartições públicas



Rede de delegacias e  
viaturas policiais

# Questões

(FUNCAB/PRODAM 2014) A tecnologia que implementa o padrão IEEE 802.16, utilizada para operação em redes metropolitanas com alcance de até 50 km, com micro-ondas, trabalhando como comunicação multiponto, com taxa de transferência até 70 Mbps e cujo uso mais comum é o acesso à internet, inclusive com acesso VoIP, é denominada de:

A Bluetooth.

B IrDA.

C LMDS.

D MMDS.

E WinMAX.

# Questões

(FUNCAB/PRODAM 2014) A tecnologia que implementa o padrão IEEE 802.16, utilizada para operação em redes metropolitanas com alcance de até 50 km, com micro-ondas, trabalhando como comunicação multiponto, com taxa de transferência até 70 Mbps e cujo uso mais comum é o acesso à internet, inclusive com acesso VoIP, é denominada de:

A Bluetooth.

B IrDA.

C LMDS.

D MMDS.



E WinMAX.

# Questões

(FCC/MPE-MA 2013) A No padrão 802.16

- a) a camada Física, considerando o MR-OSI, possui o mesmo suporte físico que os padrões 802.11 e 802.3.
- b) a área de cobertura do sinal é de aproximadamente 15.000 km<sup>2</sup>, sem necessidade de visada com a estação base
- c) ocorre alocação dinâmica da largura de banda porém Uplink e o Downlink utilizam o mesmo canal, em um modo half-duplex.
- d) não há nenhum tipo de mecanismo de segurança para controlar o acesso ao suporte físico para transferência de dados.
- e) são empregados diferentes tipos de modulação do sinal em função da distância entre origem e destino dos dados.

# Questões

(FCC/MPE-MA 2013) A No padrão 802.16

- a) a camada Física, considerando o MR-OSI, possui o mesmo suporte físico que os padrões 802.11 e 802.3.
- b) a área de cobertura do sinal é de aproximadamente 15.000 km<sup>2</sup>, sem necessidade de visada com a estação base.
- c) ocorre alocação dinâmica da largura de banda porém Uplink e o Downlink utilizam o mesmo canal, em um modo half-duplex.
- d) não há nenhum tipo de mecanismo de segurança para controlar o acesso ao suporte físico para transferência de dados.
- e) são empregados diferentes tipos de modulação do sinal em função da distância entre origem e destino dos dados.



# Questões

(FCC/MPE-MA 2013) A No padrão 802.16

As redes IEEE 802.11 e 802.16 diferem em detalhes importantes, como o fato do padrão 802.11

A ser mais adequado a ambientes não móveis enquanto o 802.16 ser mais especificamente utilizado na telefonia móvel.

B operar em uma faixa de frequência muito mais alta do que a usada pelo 802.16.

C ter sido projetado para ser a ethernet móvel, enquanto o 802.16 o foi para ser uma rede de televisão a cabo sem fio, mas estacionária.

D por ser de aplicação estacionária em edifícios, usar amplamente o full-duplex que exige menos investimentos do que o exigido pela half-duplex do 802.16.

E não ser omnidirecional e portanto ter sido projetado para telefonia e uso pesado em multimídia, diferentemente do 802.16 que foi projetado para atuar com feixes não direcionais e baixa largura de banda.

# Questões

(FCC/MPE-MA 2013) A No padrão 802.16

As redes IEEE 802.11 e 802.16 diferem em detalhes importantes, como o fato do padrão 802.11

A **ser mais adequado a ambientes não móveis** enquanto o 802.16 ser mais especificamente **utilizado na telefonia móvel**.

B operar em uma faixa de **frequência muito mais alta do que a usada pelo 802.16**.



C ter sido projetado para ser a ethernet móvel, enquanto o 802.16 o foi para ser uma rede de televisão a cabo sem fio, mas estacionária.

D por ser de aplicação estacionária em edifícios, usar amplamente o full-duplex que exige menos investimentos do que o exigido **pela half-duplex do 802.16**.

E **não ser omnidirecional** e portanto ter sido projetado para telefonia e uso pesado em multimídia, diferentemente do 802.16 que foi projetado para atuar com feixes não direcionais e **baixa largura de banda**.

# Questões

(CESPE/ANATEL 2014) Redes WiMAX, Wi-Fi nas versões IEEE 802.11g/n e LTE (long-term evolution) fazem uso de OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) nos enlaces direto e reverso, o que permite economia de largura de banda e equalização simplificada, em detrimento da imunidade ao efeito de multipercursos.

# Questões



(CESPE/ANATEL 2014) Redes WiMAX, Wi-Fi nas versões IEEE 802.11g/n e LTE (long-term evolution) fazem uso de OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) nos enlaces direto e reverso, o que permite economia de largura de banda e equalização simplificada, **em detrimento da imunidade ao efeito de multipercursos.**

# Questões

(UFG/AL-GO 2015) O IEEE 802.16 é um padrão para rede metropolitana sem fio de banda larga, que combina aspectos das redes 3G e 802.11. O resultado da comparação dessas tecnologias é que

A o mesmo princípio de divisão do espectro de frequências é utilizado nas redes 802.16 e 3G.

B os pontos de acesso 802.11 são mais poderosos do que as estações-base 802.16 e 3G.

C as redes 802.11 e 802.16 tratam da conexão de dispositivos sem fio à Internet por meio de xDSL.

D o mesmo protocolo para prevenção de colisões é utilizado nas redes MANs 802.16 e nas LANs 802.11.

# Questões

(UFG/AL-GO 2015) O IEEE 802.16 é um padrão para rede metropolitana sem fio de banda larga, que combina aspectos das redes 3G e 802.11. O resultado da comparação dessas tecnologias é que

A o mesmo princípio de divisão do espectro de frequências é utilizado nas redes 802.16 e 3G.

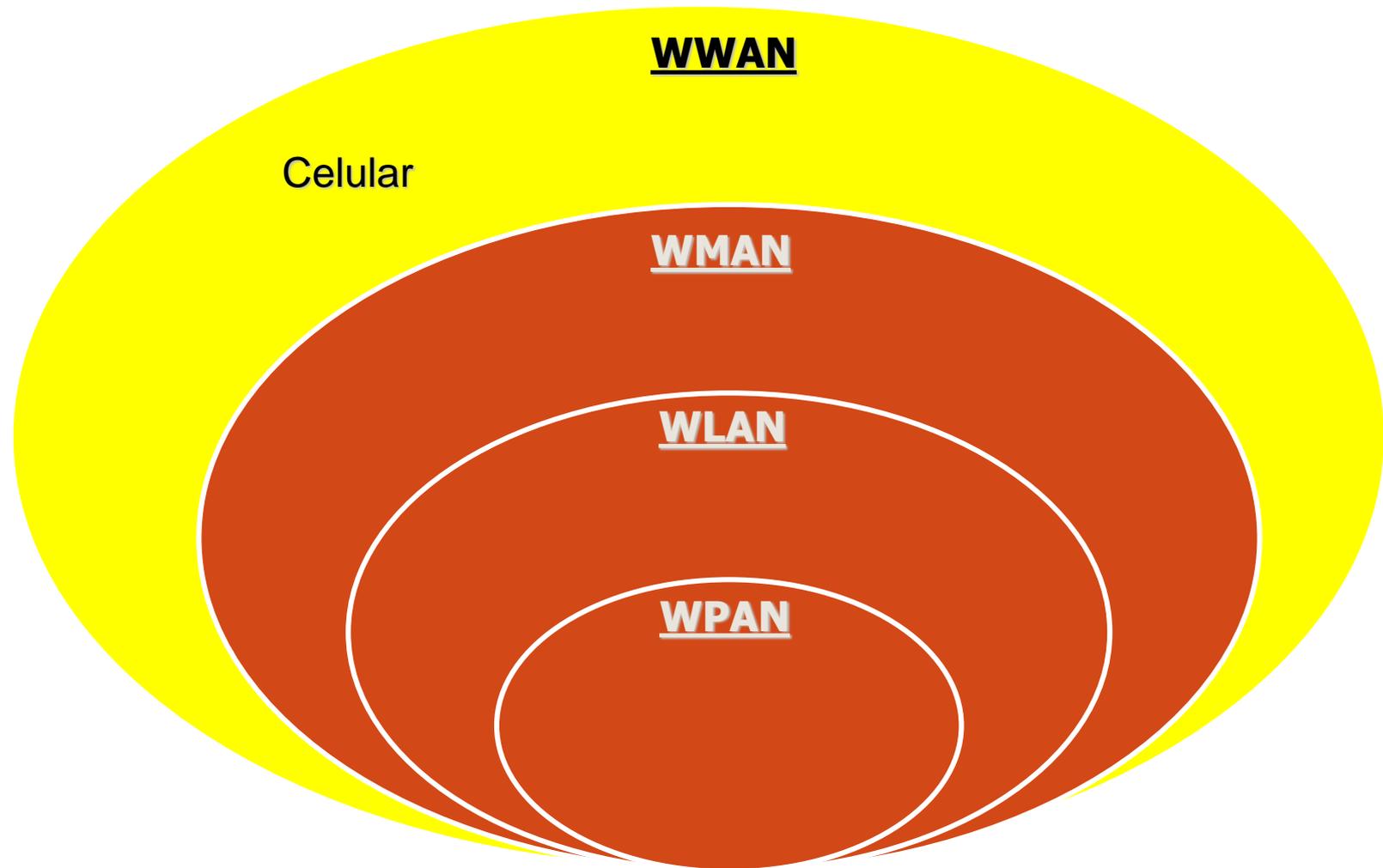
B os pontos de acesso 802.11 são mais poderosos do que as estações-base 802.16 e 3G.

C as redes 802.11 e 802.16 tratam da conexão de dispositivos sem fio à Internet por meio de xDSL.

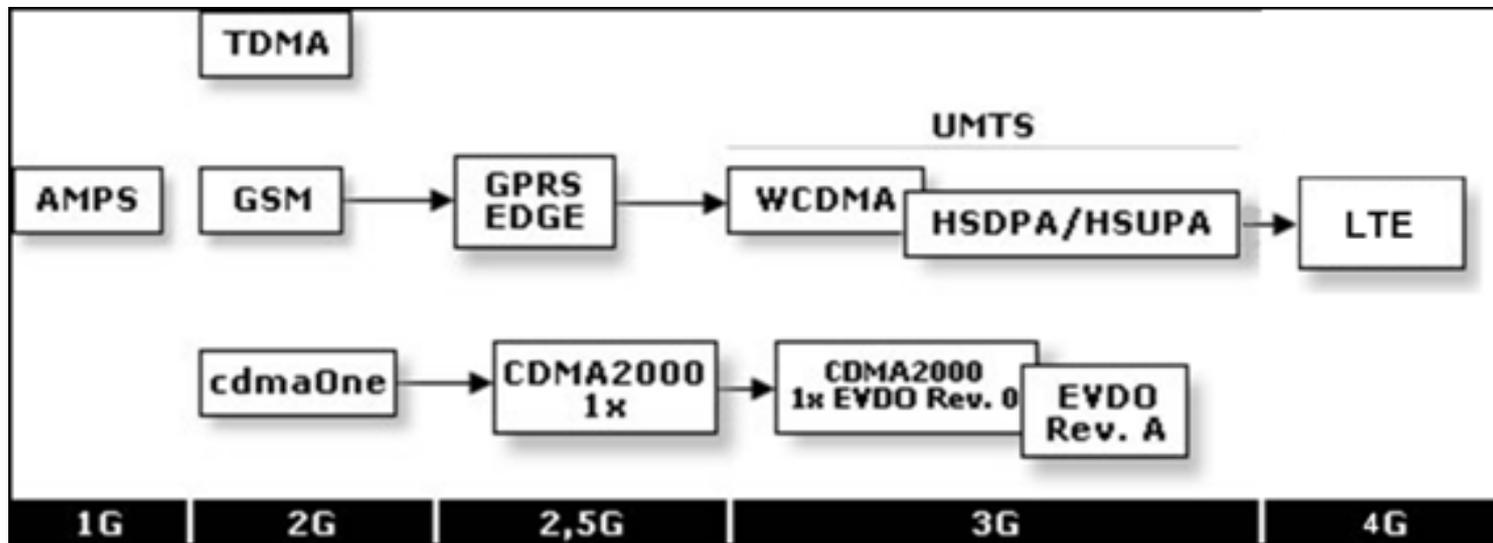


D o mesmo protocolo para prevenção de colisões é utilizado nas redes MANs 802.16 e nas LANs 802.11.

# Redes de grande área sem fio - Celular



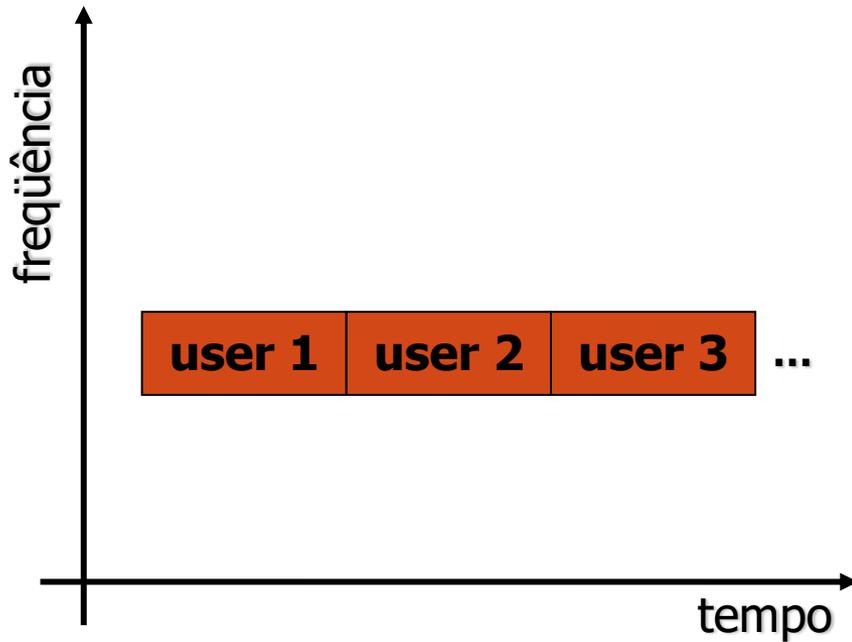
# Evolução dos Padrões



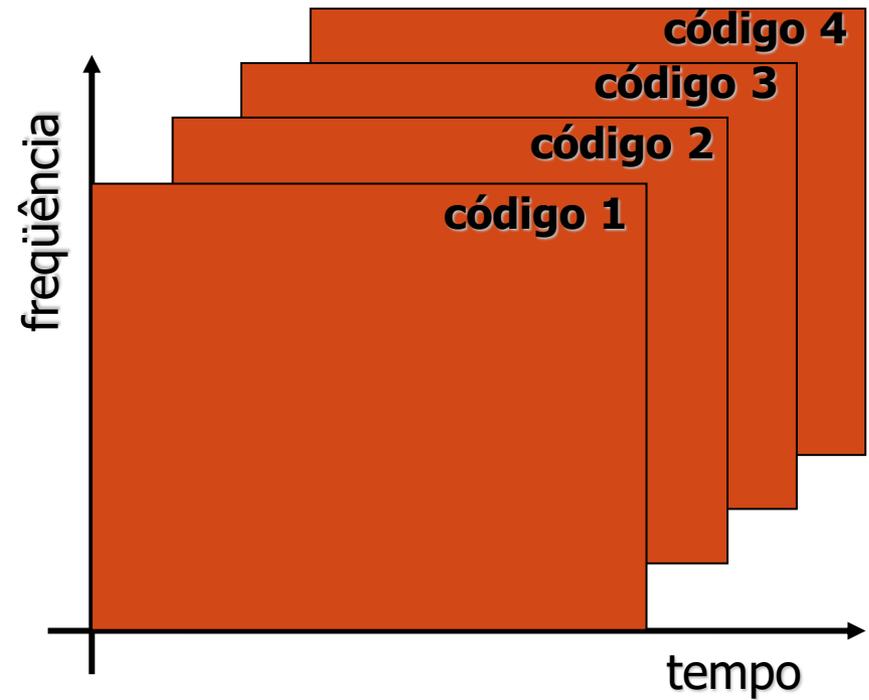
# TDMA (Time Division Multiple Access)

# CDMA (Code Division Multiple Access)

## TDMA



## CDMA



# Evolução das Taxas de Transmissão

		Real World (avg)		Theoretical (max)		Availability
		Download	Upload	Download	Upload	
<b>2.5G</b>	<b>GPRS</b>	32-48Kbps	15Kbps	114Kbps	20Kbps	Today
<b>2.75G</b>	<b>EDGE</b>	175Kbps	30Kbps	384Kbps	60Kbps	Today
<b>3G</b>	<b>UMTS</b>	226Kbps	30Kbps	384Kbps	64Kbps	Today
	<b>W-CDMA</b>	800Kbps	60Kbps	2Mbps	153Kbps	Today
	<b>EV-DO Rev. A</b>	1Mbps	500Kbps	3.1Mbps	1.8Mbps	Today
	<b>HSPA 3.6</b>	650Kbps	260Kbps	3.6Mbps	348Kbps	Today
	<b>HSPA 7.2</b>	1.4Mbps	700Kbps	7.2Mbps	2Mbps	Today
<b>Pre-4G</b>	<b>WiMAX</b>	3-6Mbps	1Mbps	100Mbps+	56Mbps	Today
	<b>LTE</b>	5-12Mbps	2-5Mbps	100Mbps+	50Mbps	End 2010
	<b>HSPA+</b>	-	-	56Mbps	22Mbps	2011
	<b>HSPA 14</b>	2Mbps	700Kbps	14Mbps	5.7Mbps	Today*
<b>4G</b>	<b>WiMAX 2 (802.16m)</b>	-	-	100Mbps mobile / 1Gbps fixed	60Mbps	2012
	<b>LTE Advanced</b>	-	-	100Mbps mobile / 1Gbps fixed	-	2012+

# LTE (Long Term Evolution) – 4G

- Nos anos 90, o TDMA foi escolhido em detrimento do CDMA para a segunda geração.
- Em 2000, o CDMA foi escolhido em detrimento do *Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM* para o 3G.

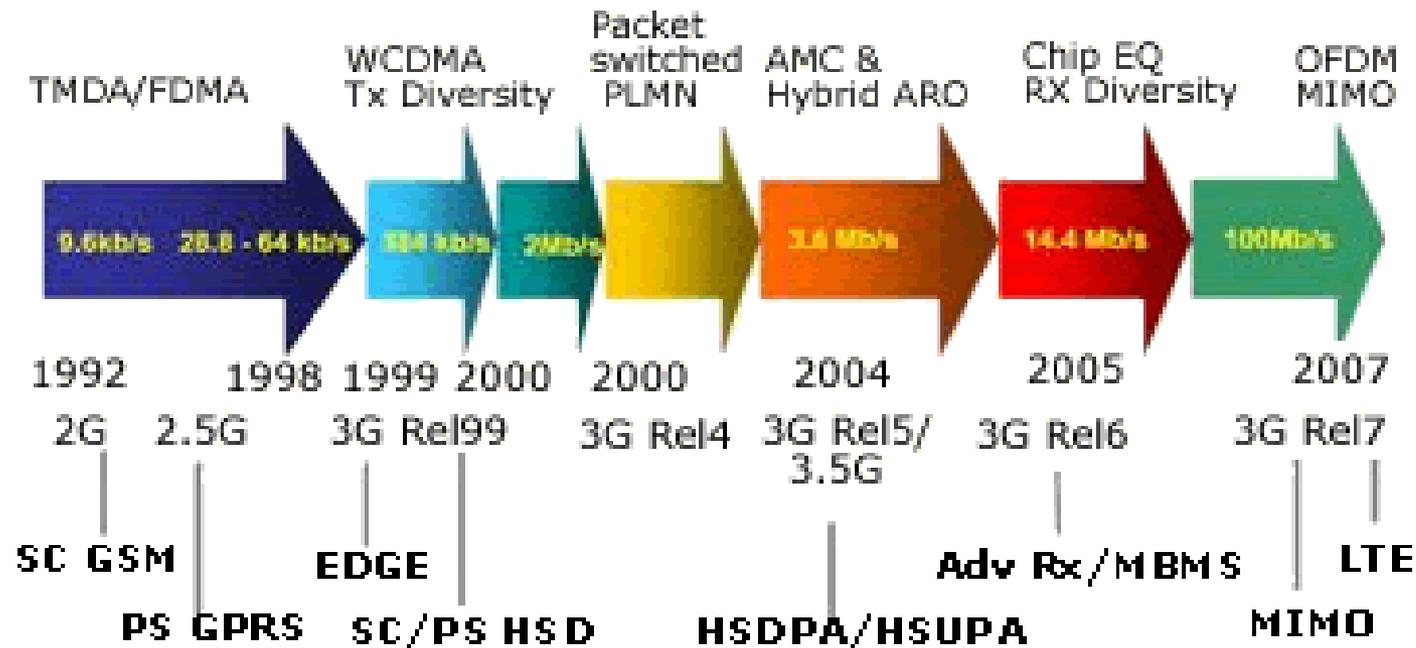
# LTE (Long Term Evolution) – 4G

- Uso do OFDMA no *downlink* e o SC-FDMA no *uplink*
- Suporta somente comutação por pacote (*Packet Switching – PS*).
- O serviço de Voz para o usuário é fornecido através de VoIP ou utilizando as tecnologias legadas.
- Taxa máxima de dados no *downlink* de até 100 Mbit/s e no *uplink* de até 50 Mbit/s com largura de banda de 20 MHz.
- Utilização de modulação de níveis superiores (16QAM, 64QAM).

# LTE (Long Term Evolution) – 4G

- Espera-se que o novo padrão seja capaz de atingir até 1 Gbit/s, para usuários até 15 km/h, e até 100 Mbit/s para usuários com velocidades superiores.
- Espera-se também que as redes 4G sejam projetadas para operar conjuntamente com as redes UMTS e GSM legadas.

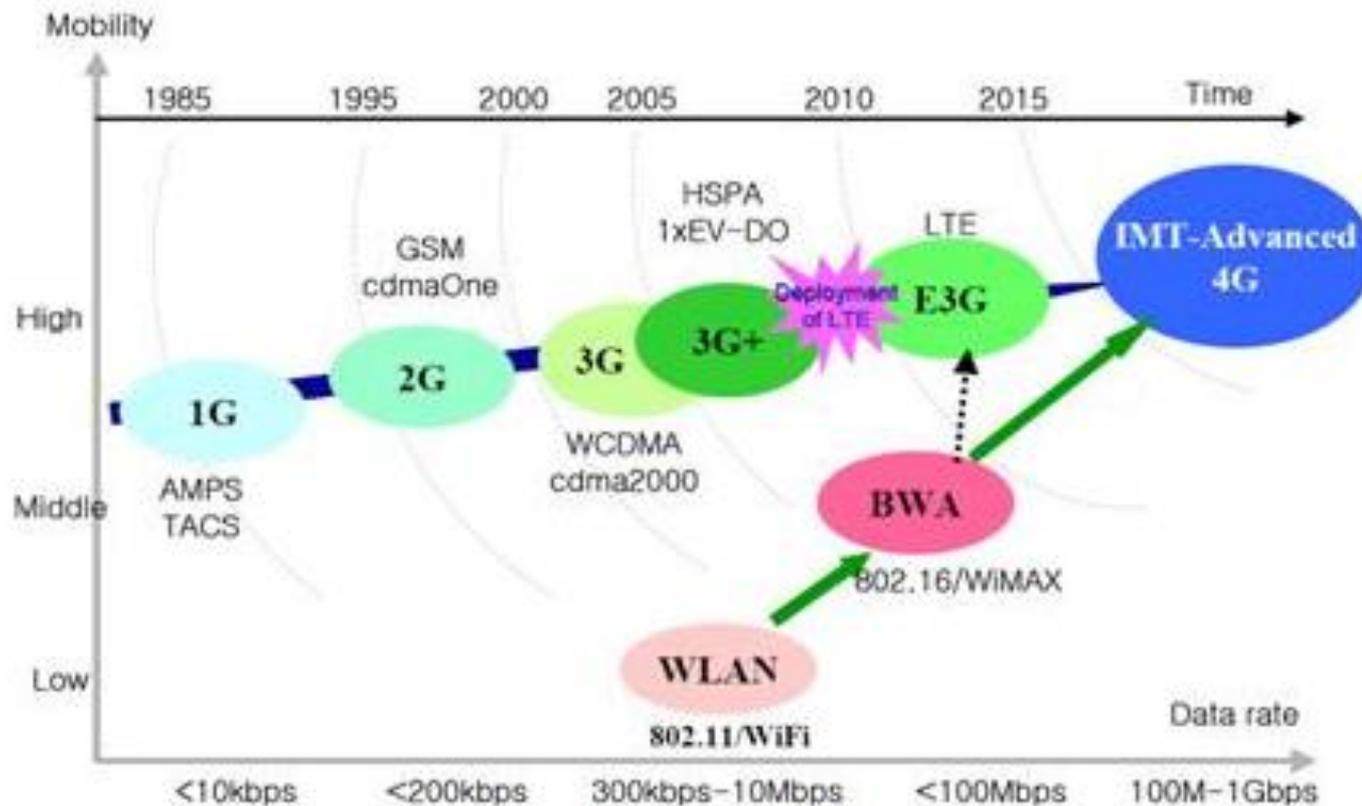
# LTE (*Long Term Evolution*)



**Figura 9: Evolução dos padrões do 3GPP**

*Fonte: UMTS Networks Services, Apresentação AIRCOM*

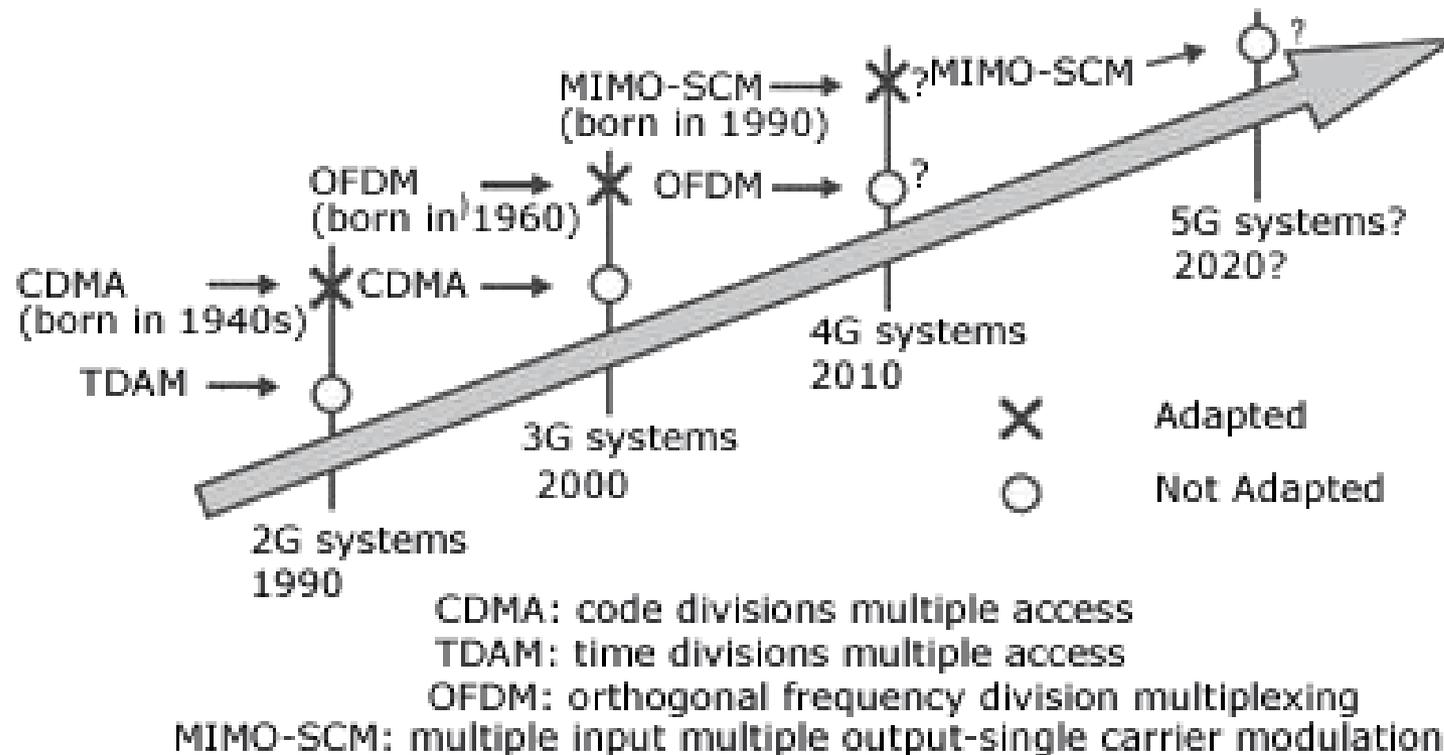
# LTE (*Long Term Evolution*)



**Figura 11: Velocidades para cada tecnologia e geração**

Fonte: UMTS Networks Services, Apresentação AIRCOM

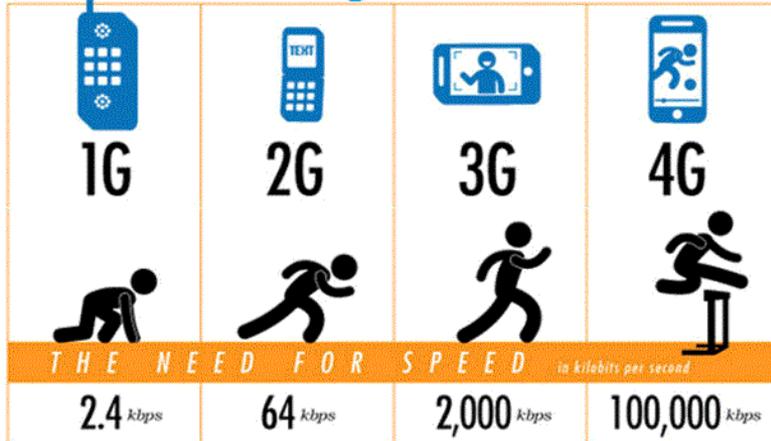
# LTE (*Long Term Evolution*)



**Figura 10: Adoção de técnicas de múltiplo acesso pelo 3GPP**

# LTE (Long Term Evolution)

## Understanding 1G vs 2G vs 3G vs 4G



## Comparação de velocidade de conexão 2G x 3G x 4G:

### 2G (EDGE):



### 3G:



### 4G LTE:



Fonte: G1.com.br

### A QUANTAS ANDA A SUA CONEXÃO

WCDMA, LTE, HSDPA, HSUPA, GSM, GPRS. A telefonia móvel nos reserva uma sopa de letrinhas para designar os vários padrões e tecnologias de transmissão de dados. Veja abaixo os padrões mais comuns para as três gerações de telefonia celular.

3G (WCDMA)	3,5G (HSDPA)	4G (LTE)
384 kbps download	7,2 Mbps download	100 Mbps download
384 kbps upload	384 kbps upload	50 Mbps upload

tecnoblog & @grigo

# 5G – quinta geração de telefonia móvel

- Em fase de testes. Ainda não tem padrões definidos
- Na Coreia do Sul, experimentos conseguiram transferir dados a uma velocidade de 1 gigabyte por segundo;
- O ciclo natural de surgimento e desenvolvimento de cada geração gira em torno de uma década, portanto o 5G deveria chegar por volta de 2021, sendo possível acontecer antes.

# Questões

(Consulplan/IBGE 2008) Sobre tecnologias de rede de telefonia celular, assinale o que é GPRS:

- A) É a evolução da tecnologia TDMA.
- B) É uma tecnologia de dados, porém, ainda não permite a conexão de smartphones e celulares à Internet.
- C) É o padrão de transmissão de rádio por pacote.
- D) É uma tecnologia de primeira geração, desenvolvida pelos laboratórios Bell da AT&T.
- E) É uma tecnologia de segunda geração, evolução do CDMA.

# Questões

(Consulplan/IBGE 2008) Sobre tecnologias de rede de telefonia celular, assinale o que é GPRS:



A) É a evolução da tecnologia TDMA.

B) É uma tecnologia de dados, porém, ainda não permite a conexão de smartphones e celulares à Internet.

C) É o padrão de transmissão de rádio por pacote.

D) É uma tecnologia de primeira geração, desenvolvida pelos laboratórios Bell da AT&T.

E) É uma tecnologia de segunda geração, evolução do CDMA.

# Questões

(Consulplan/IBGE 2008) Sobre Rede de telefonia celular, assinale o que o 3G trouxe:

- A) O CDMA e o GSM.
- B) Serviços de telefonia e comunicação de dados a velocidades maiores que seus antecessores.
- C) Codificação digital de voz e eficiência espectral que o 2G não tinha.
- D) A tecnologia GSM operando nas frequências de 850 a 1900 MHz.
- E) A tecnologia GPRS.

# Questões

(Consulplan/IBGE 2008) Sobre Rede de telefonia celular, assinale o que o 3G trouxe:

A) O CDMA e o GSM.



**B) Serviços de telefonia e comunicação de dados a velocidades maiores que seus antecessores.**

C) Codificação digital de voz e eficiência espectral que o 2G não tinha.

D) A tecnologia GSM operando nas frequências de 850 a 1900 MHz.

E) A tecnologia GPRS.

# Questões

(CESPE/ABIN 2010) As redes de terceira geração (3G) via celular que operam em 2,4 GHz permitem grande mobilidade e alto desempenho, disponibilizando enlaces com taxas de transmissão de até 2 Mbps.

# Questões



(CESPE/ABIN 2010) As redes de terceira geração (3G) via celular que **operam em 2,4 GHz** permitem grande mobilidade e alto desempenho, disponibilizando enlaces **com taxas de transmissão de até 2 Mbps**.

# Questões

(CESPE/FUB 2015) A primeira versão da tecnologia 4G de redes celulares permite obter 100 Mbps de velocidade de pico no enlace de descida e 50 Mbps no enlace de subida.

# Questões



(CESPE/FUB 2015) A primeira versão da tecnologia 4G de redes celulares permite obter 100 Mbps de velocidade de pico no enlace de descida e 50 Mbps no enlace de subida.

# Questões

(CESPE/FUB 2015) Entre as tecnologias de acesso ao meio atualmente utilizadas pelas redes celulares de 4.<sup>a</sup> geração está o OFDMA.

# Questões



(CESPE/FUB 2015) Entre as tecnologias de acesso ao meio atualmente utilizadas pelas redes celulares de 4.<sup>a</sup> geração está o OFDMA.

# Questões

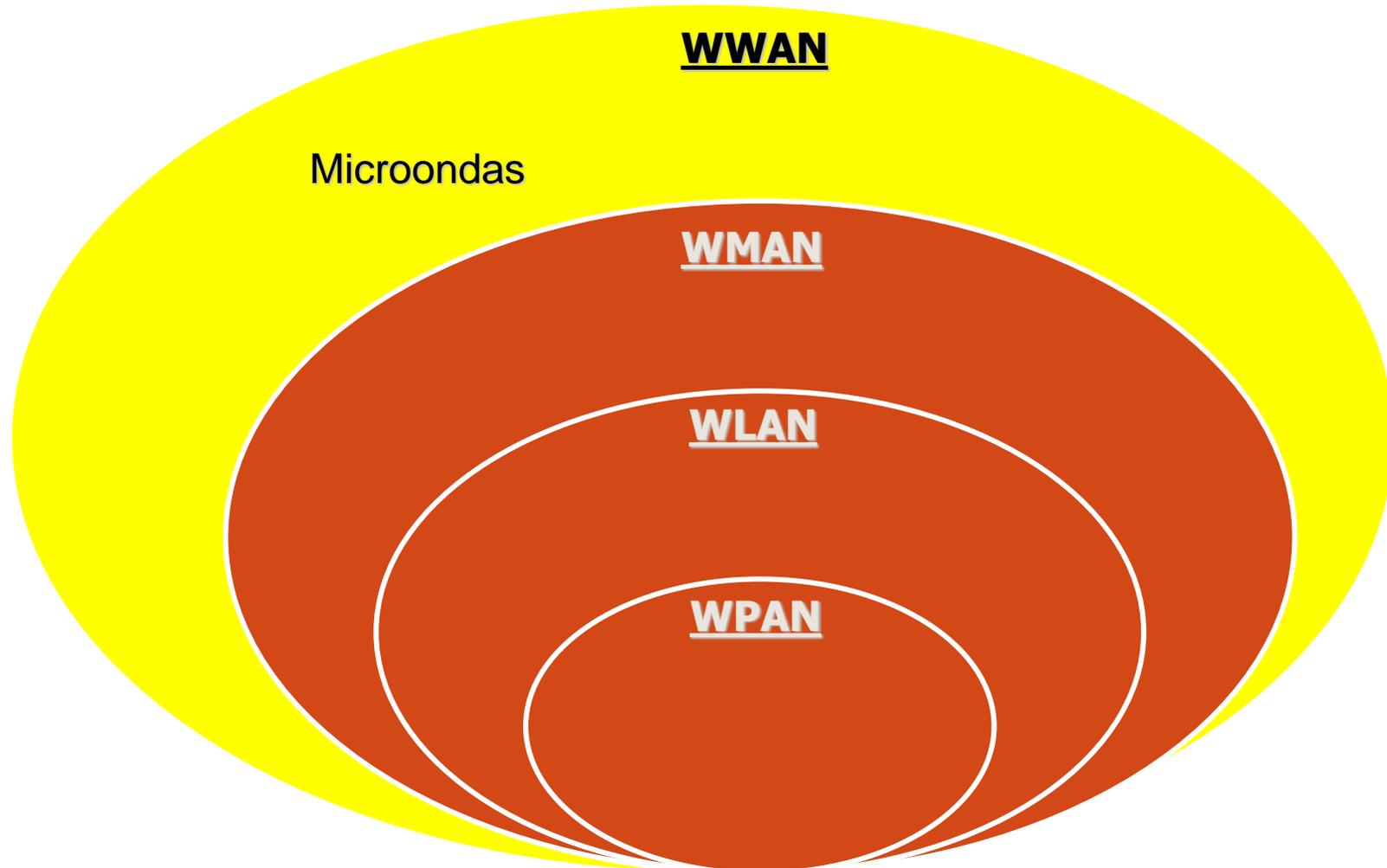
(FCC/MPE-SE 2013 ADAP) Todas as redes 3G brasileiras operam nas faixas de frequência de 600MHz e 1.1 GHz e a 4G funciona na faixa de 3.5 GHz. Isso influencia diretamente nos resultados alcançados, pois frequências maiores significam maior alcance, exigindo menos antenas para a distribuição do sinal, o que faz com que os resultados sejam melhores.

# Questões

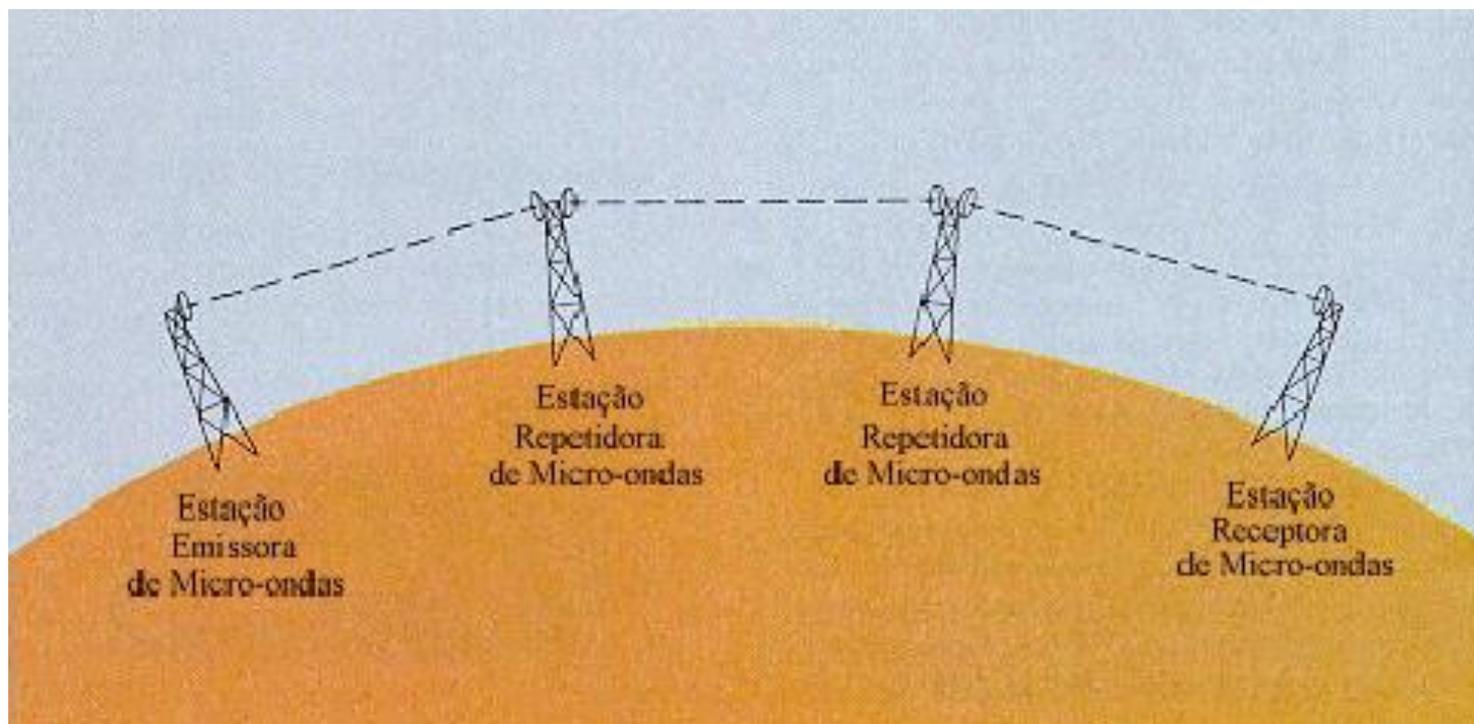


(FCC/MPE-SE 2013 ADAP) Todas as redes 3G brasileiras operam nas faixas de frequência de 600MHz e 1.1 GHz e a 4G funciona na faixa de 3.5 GHz. Isso influencia diretamente nos resultados alcançados, **pois frequências maiores significam maior alcance, exigindo menos antenas para a distribuição do sinal**, o que faz com que os resultados sejam melhores.

# Redes de grande área sem fio – Satélite



# Microondas



# Microondas

- As microondas são ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda maiores que os dos raios infravermelhos, mas menores que o comprimento de onda das ondas de rádio
- Variam o comprimento de onda, consoante os autores, de 1 m (0,3 GHz de frequência) até 1,0mm (300 GHz de frequência) - intervalo equivalente às faixas UHF, SHF e EHF.

*Nota: acima dos 300 GHz, a absorção da radiação eletromagnética pela atmosfera da Terra é tão grande que a atmosfera é praticamente opaca para as frequências mais altas, até que se torna novamente transparente na, assim chamada, "janela" do infravermelho até a luz visível.*

# Microondas

- As transmissões em microondas são muito usadas quando há necessidade de enviar dados para uma distância de vários quilômetros.
- A transmissão em microondas não usa cabos ou fios. Em vez disso, os sinais são transmitidos através do ar entre as estações de microondas.
- A transmissão ocorre em um linha reta, de tal forma que as torres repetidoras de microondas devem estar à vista (visada direta) uma da outra.

# Microondas

- Normalmente, as estações repetidoras de microondas são alocadas com cerca de 48 Km de distância uma da outra - a curvatura da terra pode ocultar o sinal se essa distancia aumentar.
- A transmissão em microondas tipicamente tem altas larguras de bandas, podendo conduzir muitos canais de programação de televisão a cores ou milhares de conversas em telefones.

# Microondas

- Necessita de visada direta;
- Substituída pelas fibras ópticas, quando possível;
- Necessita de repetidoras em um espaço (relativamente) curto;
- Usada na telefonia de longa distância, celulares, televisão, etc.;
- Dispensa direito de utilização sobre o caminho percorrido;
- Baixo Custo de Instalação (relativo);
- Interferências: fornos microondas, RADAR, Intempéries, etc.;
- Elevada largura de banda. (relativo).

# Questões

(MPE-RN 2010) A tecnologia sem fio que utiliza microondas para transmitir sinais de rádio de alta velocidade em um caminho de linha de mira entre estações repetidoras espaçadas a uma distância de aproximadamente 50 quilômetros é

- (A) o sistema de pager.
- (B) a microonda terrestre.
- (C) o telefone celular.
- (D) o rádio de dados móvel.
- (E) o satélite de comunicação.

# Questões

(MPE-RN 2010) A tecnologia sem fio que utiliza microondas para transmitir sinais de rádio de alta velocidade em um caminho de linha de mira entre estações repetidoras espaçadas a uma distância de aproximadamente 50 quilômetros é

(A) o sistema de pager.



(B) a microonda terrestre.

(C) o telefone celular.

(D) o rádio de dados móvel.

(E) o satélite de comunicação.

# Questões

(CESPE/FUB 2015) Quando não é possível utilizar fibras ópticas, criam-se enlaces de micro-ondas, que estabelecem a comunicação entre os equipamentos das redes celulares. Em geral, os enlaces de micro-ondas operam em altas frequências, requerendo, assim, antenas omnidirecionais capazes de direcionar o sinal.

# Questões



(CESPE/FUB 2015) Quando não é possível utilizar fibras ópticas, criam-se enlaces de micro-ondas, que estabelecem a comunicação entre os equipamentos das redes celulares. Em geral, os enlaces de micro-ondas operam em altas frequências, requerendo, assim, antenas omnidirecionais capazes de direcionar o sinal.

# Questões

(CHESF/ENG. COMPUTAÇÃO 2007) ) Sobre a transmissão sem fio de dados, podemos afirmar que:

- A) As ondas de rádio são utilizadas na comunicação *unicast*.
- B) A transmissão de microondas exige que as antenas estejam alinhadas.
- C) As microondas são muito úteis na comunicação *multicast*.
- D) Os sinais de infravermelho são utilizados apenas para comunicações em longo alcance.
- E) As frequências dos sinais de infravermelho são tão elevadas, que podem penetrar em obstáculos como paredes.

# Questões

(CHESF/ENG. COMPUTAÇÃO 2007) ) Sobre a transmissão sem fio de dados, podemos afirmar que:



A) As ondas de rádio **são utilizadas na comunicação unicast.**

B) **A transmissão de microondas exige que as antenas estejam alinhadas.**

C) As microondas são **muito úteis na comunicação multicast.**

D) Os sinais de infravermelho são utilizados **apenas para comunicações em longo alcance.**

E) As frequências dos sinais de infravermelho são tão elevadas, que **podem penetrar em obstáculos como paredes.**

# Questões

(FCC/TRT-22 2004) No que diz respeito à comunicação de dados e aos fundamentos de telecomunicações, é correto afirmar que:

(A) Uma das vantagens da comunicação por enlace de micro-ondas é a possibilidade de ser facilmente efetuada em grandes cidades, haja vista que a presença de obstáculos intermediários é indiferente para sua efetivação.

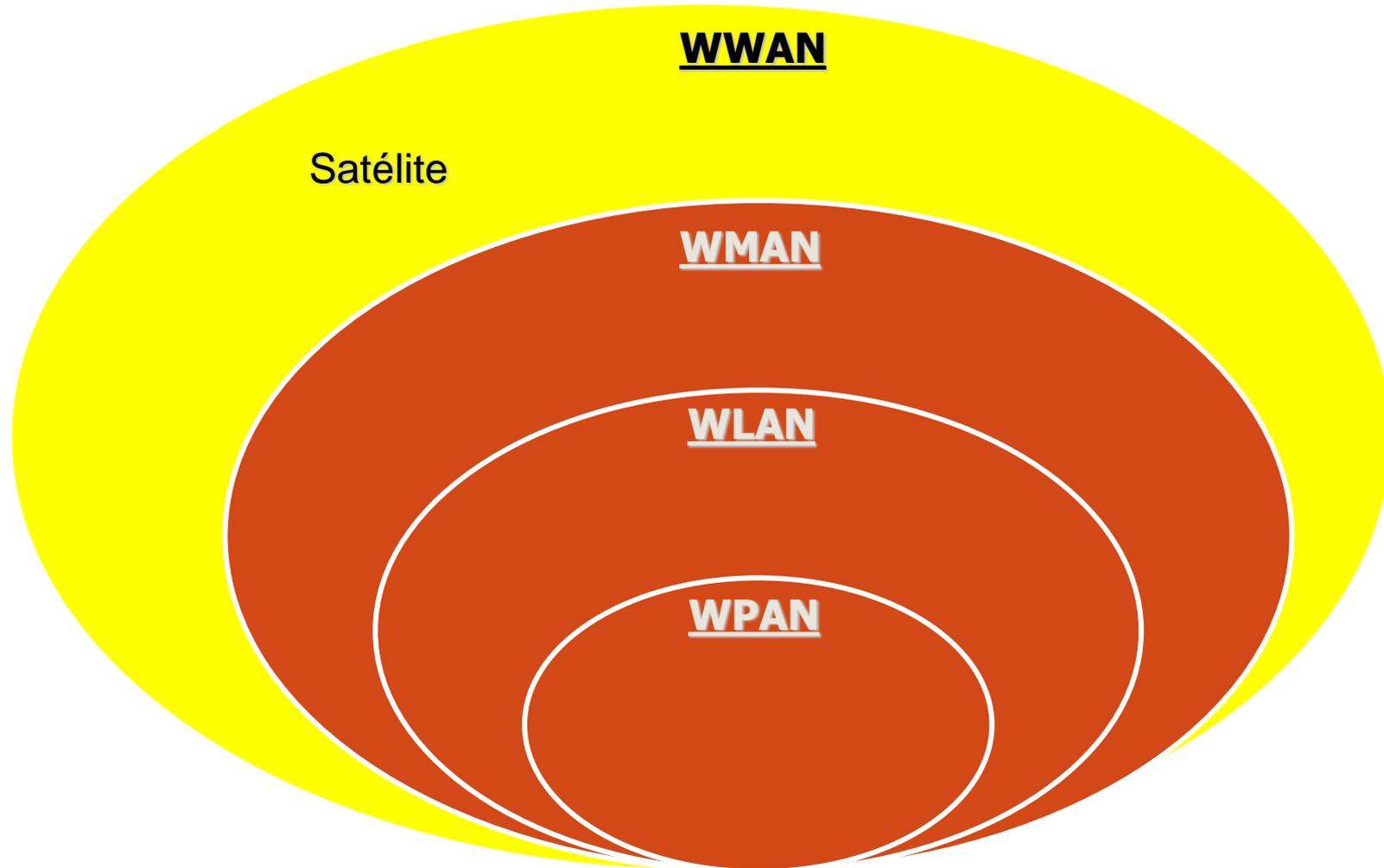
# Questões

(FCC/TRT-22 2004) No que diz respeito à comunicação de dados e aos fundamentos de telecomunicações, é correto afirmar que:

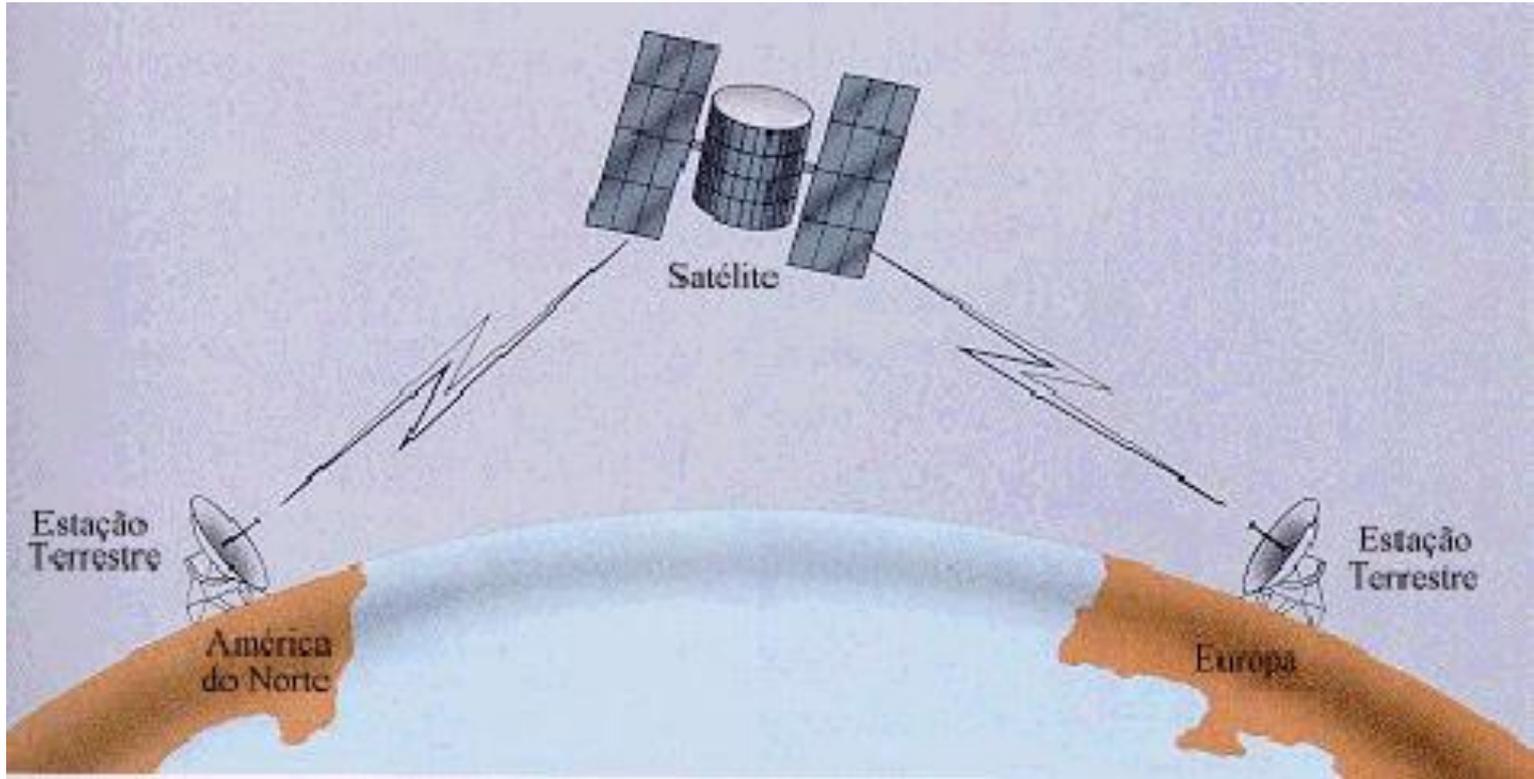


(A) Uma das vantagens da comunicação por enlace de micro-ondas é a possibilidade de ser **facilmente efetuada em grandes cidades, haja vista que a presença de obstáculos intermediários é indiferente para sua efetivação.**

# Redes de grande área sem fio – Satélite



# Satélite



# Satélite

- A transmissão por satélite também usa micro-ondas que são transmitidas por um satélite em órbita a 35.880 Km acima da superfície da terra.
- Nessa altitude, o satélite permanece sempre posicionado no mesmo ponto em relação à terra, embora tanto a terra como o satélite se movimentem em alta velocidade e a isso se dá o nome de "órbita geo-estacionária".
- Imensos transmissores e receptores de micro-ondas são apontados diretamente para o satélite, em linha de transmissão visível.

# Satélite

- Os satélites fazem a transmissão ao redor do mundo tão facilmente quanto nos comunicamos com o nosso vizinho de quarto.
- Quando você faz uma ligação interurbana dentro ou fora do país, sua voz viaja através de cabos apenas até a estação mais próxima de transmissão via satélite. De lá, o sinal vai para um satélite, que o envia a outra estação de transmissão perto do destino da sua ligação.
- As companhias telefônicas não são as únicas que usam satélites; militares, muitas empresas grandes e universidades também usam os satélites para a comunicação de dados.

# Satélite

<b>Bandas de Frequência</b>				
Serviço	Banda	Frequências	Uplink	Downlink
Fixo	C	6 / 4 GHz	5,925 - 6,425 GHz	3,700 - 4,200 GHz
	Ku	14 / 11 GHz	14,000 - 14,800 GHz	10,700 - 11,700 GHz
	Ka	30 / 20 GHz	27,500 - 31,000 GHz	18,100 - 21,200 GHz
Difusão	Ku	18 / 12 GHz	17,300 - 18,100 GHz	11,700 - 12,500 GHz
Móvel	L	1,6 GHz	Atribuições Diversas	
	S	2,5 GHz		

# Questões

(CESPE/ANATEL 2009) Redes atuais de comunicação de dados que utilizam satélites geoestacionários são capazes de operar com qualidade de serviço igual ou superior à oferecida por redes puramente ópticas, empregando o mesmo protocolo TCP/IP que estas redes utilizam.

# Questões



(CESPE/ANATEL 2009) Redes atuais de comunicação de dados que utilizam satélites geoestacionários **são capazes de operar com qualidade de serviço igual ou superior** à oferecida por redes puramente ópticas, empregando o mesmo protocolo TCP/IP que estas redes utilizam.

# Questões

(UNEMAT/CEPROMAT 2012) Assinale a alternativa que indica a(s) faixa(s) de frequência(s) reservada(s) para satélites.

- a) LF e VLF
- b) VHF.
- c) HF
- d) L, S, C, Ku e Ka.
- e) ISM

# Questões

(UNEMAT/CEPROMAT 2012) Assinale a alternativa que indica a(s) faixa(s) de frequência(s) reservada(s) para satélites.

a) LF e VLF

b) VHF.

c) HF



d) L, S, C, Ku e Ka.

e) ISM

# Questões

(CESPE/FUB 20015) Em telefonia por satélite, o telefone celular se conecta diretamente aos satélites em órbita, e não às estações radiobase; para isso, nessa tecnologia, tanto satélites geossíncronos quanto satélites de baixa órbita podem ser utilizados.

# Questões



(CESPE/FUB 20015) Em telefonia por satélite, o telefone celular se conecta diretamente aos satélites em órbita, e não às estações radiobase; para isso, nessa tecnologia, tanto satélites geossíncronos quanto satélites de baixa órbita podem ser utilizados.

# Dúvidas?

<http://www.itnerante.com.br/profile/WalterCunha>

# Wireless (CESPE)

## Questões Atualização 2019 - I

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

---

## [ Professor ]



Natural: Fortaleza – CE

Cargo: AFFC-CGU TI (2009)

Graduação: Engenharia  
Eletrônica ITA 2000

Pós: Ger. Projetos FGV 2007

Emerging Leaders: Harvard  
Kennedy School Nov/2018

---

## [ Professor ]



### **Outros Cursos no Provas de TI:**

<http://bit.ly/2RsnuhF>

### **Timasters:**

<https://br.groups.yahoo.com/neo/groups/timasters/info>

### **Orientação para Concursos:**

<https://www.patreon.com/timasters>

### **Outros:**

<https://about.me/waltercunha>

---

**[ Questão 01]**

---

**[ Questão 01] – Comentários...**

---

[ Questão 01]

O esquema de autenticação WPA2 em redes sem fio padrão IEEE 802.11 dispõe de um serviço de criptografia para os dados trafegados que se baseia no padrão AES.

CERTA

---

[ Questão 02]

---

**[ Questão 02] – Comentários...**

---

[ Questão 02]

A WPA-2 (wi-fi protected access-2)

Resp. A

---

[ Questão 03]

---

[ Questão 03]

C IEEE 802.11i, em conjunto com o algoritmo AES para criptografia.

Resp.A

---

[ Questão 04]

---

[ Questão 04]

~~é considerado mais seguro e eficiente~~

ERRADA

---

[ Questão 05]

---

**[ Questão 05] – Comentários...**

---

**[ Questão 05]**

**A IEEE 802.11n**

**Resp. A**

---

[ Questão 06]

---

**[ Questão 06] – Comentários...**

---

[ Questão 06]

~~sendo capaz de atingir até 1 Gbps, usando até 5 antenas em um único access point~~

**ERRADA**

---

[ Questão 07]

---

**[ Questão 07] – Comentários...**

---

[ Questão 07]

Mbps

**ERRADA**

~~com velocidade mínima de 200~~

---

[ Questão 08]

---

**[ Questão 08] – Comentários...**

---

[ Questão 08]

~~tráfego de dados pode atingir velocidade de até 54 Mbps~~

⊖

**ERRADA**

---

[ Questão 09]

---

**[ Questão 09] – Comentários...**

---

[ **Questão 09**]

O protocolo IEEE 802.11 WEP foi criado para fornecer autenticação e criptografia de dados entre um hospedeiro e um ponto de acesso sem fio por meio de uma técnica de chave compartilhada simétrica.

**CERTA**

---

[ **Questão 10** ]

---

**[ Questão 10] – Comentários...**

---

[ Questão 10]

~~com velocidade mais alta e  
potência maior que a da tecnologia IEEE 802.11~~

---

**[ Questão 11 ]**

---

## [ Questão 11] – Comentários...

- 
-

---

**[ Questão 11 ]**

O padrão IEEE 802.11b wi-fi utiliza antenas de entrada múltipla e saída múltipla (MIMO), o que proporciona taxas de transmissão da ordem de gigabites por segundo.

CERTA

---

**[ Questão 12 ]**

---

**[ Questão 12] – Comentários...**

---

**[ Questão 12] – Comentários...**

---

[ Questão 12]

~~de IoT~~

~~não atende a demandas~~

# Dúvidas

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

<https://www.patreon.com/timasters>

<https://www.facebook.com/walter.cunha.7>

<https://www.instagram.com/walter.cunha.7/>

<https://twitter.com/timasters>

<https://www.linkedin.com/in/walter-cunha-19a90721>



**PROVAS DE TI**  
TUDO PARA VOCÊ PASSAR

# Wireless (FCC)

## Questões Atualização 2019 - I

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

---

## [ Professor ]



Natural: Fortaleza – CE

Cargo: AFFC-CGU TI (2009)

Graduação: Engenharia  
Eletrônica ITA 2000

Pós: Ger. Projetos FGV 2007

Emerging Leaders: Harvard  
Kennedy School Nov/2018

---

## [ Professor ]



### **Outros Cursos no Provas de TI:**

<http://bit.ly/2RsnuhF>

### **Timasters:**

<https://br.groups.yahoo.com/neo/groups/timasters/info>

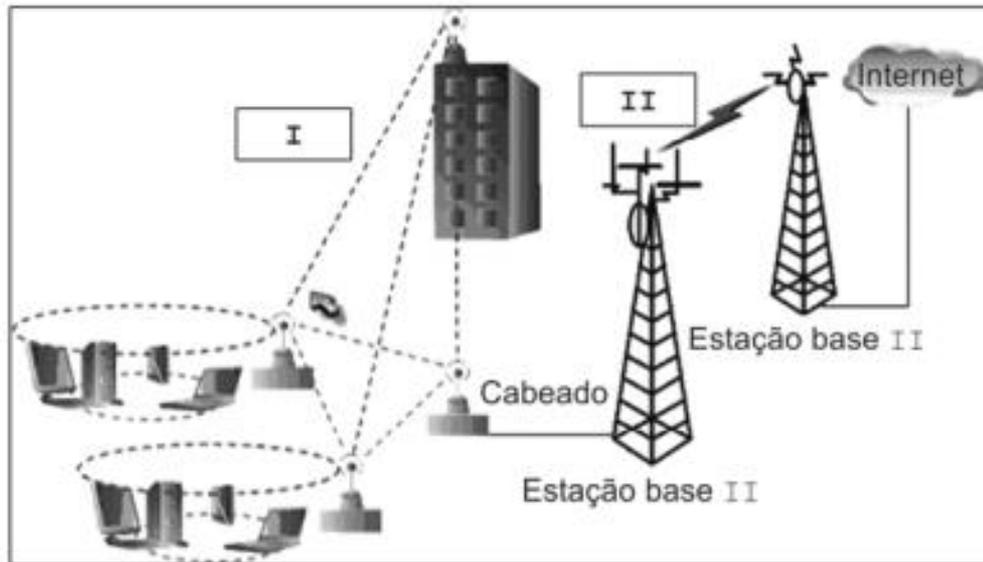
### **Orientação para Concursos:**

<https://www.patreon.com/timasters>

### **Outros:**

<https://about.me/waltercunha>

## [ Questão 01]



---

**[ Questão 01]**

---

## [ Questão 01] – Comentários...

- 

- 

- 

-

---

[ Questão 01]

~~I corresponde a uma MAN e II corresponde a uma WAN~~  
~~bluetooth e II corresponde ao satélite.~~

~~corresponde ao simplex e II corresponde ao duplex.~~

**D uma solução de rede metropolitana sem fio. I corresponde à Wi-Fi e II corresponde à WiMax.**

~~I corresponde a uma LAN e II corresponde a uma WAN.~~

---

**[ Questão 02]**

---

**[ Questão 02] – Comentários...**

---

[ Questão 02]

**D 256.**

---

[ Questão 03]

---

**[ Questão 03] – Comentários...**

---

[ Questão 03]

**d) 802.1x.**

---

[ Questão 04]

---

## [ Questão 04] – Comentários...

- 
- 
- 
- 
-

---

## [ Questão 04] – Comentários...

- 

-

---

[ Questão 04]

**a) utiliza o recurso MIMO (Multiple Input, Multiple Output).**

# Dúvidas

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

<https://www.patreon.com/timasters>

<https://www.facebook.com/walter.cunha.7>

<https://www.instagram.com/walter.cunha.7/>

<https://twitter.com/timasters>

<https://www.linkedin.com/in/walter-cunha-19a90721>



**PROVAS DE TI**  
TUDO PARA VOCÊ PASSAR

# Wireless (CESPE)

## Questões Atualização 2019 - I

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

# [ Professor ]

---



Natural: Fortaleza – CE

Cargo: AFFC-CGU TI (2009)

Graduação: Engenharia Eletrônica  
ITA 2000

Pós: Ger. Projetos FGV 2007

Emerging Leaders: Harvard  
Kennedy School Nov/2018



**Outros Cursos no Provas de TI:**

<http://bit.ly/2RsnuhF>

**Timasters:**

<https://br.groups.yahoo.com/neo/groups/timasters/info>

**Orientação para Concursos:**

<https://www.patreon.com/timasters>

**Outros:**

<https://about.me/waltercunha>

## [ Questão 01]

---

(CESPE/SLU-DF 2019) O esquema de autenticação WPA2 em redes sem fio padrão IEEE 802.11 dispõe de um serviço de criptografia para os dados trafegados que se baseia no padrão AES.

## [ Questão 01] – Comentários...

---

**Bizu Feroz:**

**802.11i = WPA2 = WPA1 + AES**

## [ Questão 01]

---

(CESPE/SLU-DF 2019) O esquema de autenticação WPA2 em redes sem fio padrão IEEE 802.11 dispõe de um serviço de criptografia para os dados trafegados que se baseia no padrão AES.

**CERTA**

## [ Questão 02]

---

(CESPE/CGE-CE 2019) Assinale a opção que indica mecanismo que, em uma rede de comunicação sem fio, apresenta maior nível de criptografia de dados.

- A WPA-2 (wi-fi protected access-2)
- B WEP (wired equivalent privacy)
- C HTTP (hypertext transfer protocol)
- D FTP (file transfer protocol)
- E SMTP (simple mail transfer protocol)

## [ Questão 02] – Comentários...

---

**WPA2** - Versao 2 do Wi-Fi Protected Access

**WEP** - Wired Equivalent Privacy

**HTTP** - Hiper Text Transfer Protocol. É uma camada de aplicação do modelo OSI que é utilizado para a transferência de dados na www.

**FTP** - File Transfer Protocol - Protocolo de transferência de Arquivos

**SMTP** - Simple Mail Transfer Protocol - Protocolo Simples de Transferência de Correio.

## [ Questão 02]

---

(CESPE/CGE-CE 2019) Assinale a opção que indica mecanismo que, em uma rede de comunicação sem fio, apresenta maior nível de criptografia de dados.

**A WPA-2 (wi-fi protected access-2)**

B WEP (wired equivalent privacy)

C HTTP (hypertext transfer protocol)

D FTP (file transfer protocol)

E SMTP (simple mail transfer protocol)

**Resp. A**

## [ Questão 03]

---

(CESPE/CGE-CE 2019) O protocolo de segurança relacionado ao WPA2 é utilizado em uma rede sem fio no padrão

- A IEEE 802.11k, em conjunto com o algoritmo AES para criptografia.
- B IEEE 802.11n, em conjunto com o algoritmo blowfish para criptografia.
- C IEEE 802.11i, em conjunto com o algoritmo AES para criptografia.
- D IEEE 802.11b, em conjunto com o algoritmo RC4 para criptografia.
- E IEEE 802.11p, em conjunto com o algoritmo blowfish para criptografia.

## [ Questão 03]

---

(CESPE/CGE-CE 2019) O protocolo de segurança relacionado ao WPA2 é utilizado em uma rede sem fio no padrão

A IEEE 802.11k, em conjunto com o algoritmo AES para criptografia.

B IEEE 802.11n, em conjunto com o algoritmo blowfish para criptografia.

**C IEEE 802.11i, em conjunto com o algoritmo AES para criptografia.**

D IEEE 802.11b, em conjunto com o algoritmo RC4 para criptografia.

E IEEE 802.11p, em conjunto com o algoritmo blowfish para criptografia.

**Resp.A**

## [ Questão 04]

---

(CESPE/SLU-DF 2019) Em redes Bluetooth, o método de emparelhamento em que dois dispositivos são configurados pelos usuários com o mesmo PIN é considerado mais seguro e eficiente que o método em que uma passkey é gerada por um dispositivo e confirmada pelo usuário em outro dispositivo.

## [ Questão 04]

---

(CESPE/SLU-DF 2019) Em redes Bluetooth, o método de emparelhamento em que dois dispositivos são configurados pelos usuários com o mesmo PIN ~~é considerado mais seguro e eficiente~~ que o método em que uma passkey é gerada por um dispositivo e confirmada pelo usuário em outro dispositivo.

ERRADA

## [ Questão 05]

---

(CESPE/SEFAZ-RS 2018) Assinale a opção que apresenta o padrão que especifica a operação de uma rede local sem fio com velocidade acima de 300 Mbps.

A IEEE 802.11n

B IEEE 802.11c

C IEEE 802.11b

D IEEE 802.11g

E IEEE 802.11a

## [ Questão 05] – Comentários...

---

### Mnemônico Muito Interessante:

Filme: Batman "**BGAN**" – (valores crescentes)

802.11**b** -- 2.4Ghz -- 11Mbps -- DSSS

802.11**g** -- 2.4Ghz -- 54Mbps -- DSSS, OFDM

802.11**a** -- 5Ghz -- 54Mbps -- OFDM

802.11**n** -- 2.4Ghz e 5Ghz -- 600Mbps -- OFDM

802.11**ac** -- 5Ghz -- 6,93Gbps -- OFDM

802.11**ad** -- 60Ghz -- 6,76Gbps -- SC, OFDM

## [ Questão 05]

---

(CESPE/SEFAZ-RS 2018) Assinale a opção que apresenta o padrão que especifica a operação de uma rede local sem fio com velocidade acima de 300 Mbps.

**A IEEE 802.11n**

B IEEE 802.11c

C IEEE 802.11b

D IEEE 802.11g

E IEEE 802.11a

**Resp. A**

## [ Questão 06]

---

(CESPE/EBSERH 2018) Uma rede sem fio que utiliza o padrão IEEE 802.11n tem, em ambiente sem obstáculos físicos, alta capacidade de transmissão de dados, sendo capaz de atingir até 1 Gbps, usando até 5 antenas em um único access point.

## [ Questão 06] – Comentários...

---

### Mnemônico Muito Interessante:

Filme: Batman "**BGAN**" – (valores crescentes)

802.11**b** -- 2.4Ghz -- 11Mbps -- DSSS

802.11**g** -- 2.4Ghz -- 54Mbps -- DSSS, OFDM

802.11**a** -- 5Ghz -- 54Mbps -- OFDM

802.11**n** -- 2.4Ghz e 5Ghz -- 600Mbps -- OFDM

802.11**ac** -- 5Ghz -- 6,93Gbps -- OFDM

802.11**ad** -- 60Ghz -- 6,76Gbps -- SC, OFDM

## [ Questão 06]

---

(CESPE/EBSERH 2018) Uma rede sem fio que utiliza o padrão IEEE 802.11n tem, em ambiente sem obstáculos físicos, alta capacidade de transmissão de dados, ~~sendo capaz de atingir até 1 Gbps, usando até 5 antenas em um único access point.~~

**ERRADA**

## [ Questão 07]

---

(CESPE/PF 2018) O padrão IEEE 802.11g permite que as redes locais das unidades da empresa operem sem cabeamento estruturado nos ambientes físicos e com velocidade mínima de 200 Mbps.

## [ Questão 07] – Comentários...

---

### Mnemônico Muito Interessante:

Filme: Batman "**BGAN**" – (valores crescentes)

802.11**b** -- 2.4Ghz -- 11Mbps -- DSSS

802.11**g** -- 2.4Ghz -- 54Mbps -- DSSS, OFDM

802.11**a** -- 5Ghz -- 54Mbps -- OFDM

802.11**n** -- 2.4Ghz e 5Ghz -- 600Mbps -- OFDM

802.11**ac** -- 5Ghz -- 6,93Gbps -- OFDM

802.11**ad** -- 60Ghz -- 6,76Gbps -- SC, OFDM

## [ Questão 07]

---

(CESPE/PF 2018) O padrão IEEE 802.11g permite que as redes locais das unidades da empresa operem sem cabeamento estruturado nos ambientes físicos e ~~com velocidade mínima de 200 Mbps~~.

**ERRADA**

## [ Questão 08]

---

(CESPE/STJ 2018) Em uma rede local sem fio que utilize equipamentos de access point operando no padrão IEEE 802.11b, o tráfego de dados pode atingir velocidade de até 54 Mbps.

## [ Questão 08] – Comentários...

---

### Mnemônico Muito Interessante:

Filme: Batman "**BGAN**" – (valores crescentes)

802.11**b** -- 2.4Ghz -- 11Mbps -- DSSS

802.11**g** -- 2.4Ghz -- 54Mbps -- DSSS, OFDM

802.11**a** -- 5Ghz -- 54Mbps -- OFDM

802.11**n** -- 2.4Ghz e 5Ghz -- 600Mbps -- OFDM

802.11**ac** -- 5Ghz -- 6,93Gbps -- OFDM

802.11**ad** -- 60Ghz -- 6,76Gbps -- SC, OFDM

## [ Questão 08]

---

(CESPE/STJ 2018) Em uma rede local sem fio que utilize equipamentos de access point operando no padrão IEEE 802.11b, ~~o tráfego de dados pode atingir velocidade de até 54 Mbps.~~

**ERRADA**

## [ Questão 09]

---

(CESPE/ABIN 2018) O protocolo IEEE 802.11 WEP foi criado para fornecer autenticação e criptografia de dados entre um hospedeiro e um ponto de acesso sem fio por meio de uma técnica de chave compartilhada simétrica.

## [ Questão 09] – Comentários...

---

### Resumex:

WEP → RC4 (cifra de fluxo simétrica)

WPA → RC4 + TKIP

WPA2 → AES (cifra de bloco simétrica)

## [ Questão 09]

---

(CESPE/ABIN 2018) O protocolo IEEE 802.11 WEP foi criado para fornecer autenticação e criptografia de dados entre um hospedeiro e um ponto de acesso sem fio por meio de uma técnica de chave compartilhada simétrica.

**CERTA**

## [ Questão 10]

---

(CESPE/ABIN 2018) Bluetooth é uma tecnologia de substituição de cabos que permite alcance médio com velocidade mais alta e potência maior que a da tecnologia IEEE 802.11.

## [ Questão 10] – Comentários...

---

### Resumex:

O **Bluetooth** é uma tecnologia que permite uma comunicação simples, rápida, segura e barata entre computadores, smartphones, telefones celulares, mouses, teclados, fones de ouvido, impressoras e outros dispositivos, utilizando ondas de rádio no lugar de cabos. Assim, é possível fazer com que dois ou mais dispositivos comecem a trocar informações com uma simples aproximação entre eles.

## [ Questão 10]

---

(CESPE/ABIN 2018) Bluetooth é uma tecnologia de substituição de cabos que permite alcance médio ~~com velocidade mais alta e potência maior que a da tecnologia IEEE 802.11.~~

## [ Questão 11]

---

(CESPE/ABIN 2018) O padrão IEEE 802.11b wi-fi utiliza antenas de entrada múltipla e saída múltipla (MIMO), o que proporciona taxas de transmissão da ordem de gigabites por segundo.

## [ Questão 11] – Comentários...

---

### Resumex:

Em telecomunicações, múltiplas entradas e múltiplas saídas (em inglês: Multiple-input and multiple-output, MIMO) é um método utilizado em sistemas de comunicação sem fio para multiplicar a capacidade de transmissão utilizando múltiplas antenas de transmissão e recepção explorando a propagação multicaminho.

- 802.11n permite até 4 fluxos espaciais;
- 802.11ac permite até 8 fluxos espaciais.

## [ Questão 11]

---

(CESPE/ABIN 2018) ~~O padrão IEEE 802.11b wi-fi utiliza antenas de entrada múltipla e saída múltipla (MIMO)~~, o que proporciona taxas de transmissão da ordem de gigabites por segundo.

**ERRADA**

## [ Questão 12]

---

(CESPE/ABIN 2018) Redes wi-fi e Bluetooth podem ser utilizadas para IoT, já NFC (near field communication) não atende a demandas de IoT.

## [ Questão 12] – Comentários...

---

### **Resumex:**

O NFC é uma especificação que permite a comunicação sem fio (wireless) entre dois dispositivos mediante uma simples aproximação entre eles, sem que o usuário tenha que digitar senhas, clicar em botões ou realizar alguma ação semelhante ao estabelecer a conexão. Daí o nome: Near Field Communication — Comunicação de Campo Próximo ou Comunicação em Área Próxima.

## [ Questão 12] – Comentários...

---

### **Resumex:**

A internet das coisas nada mais é que uma rede de objetos físicos (veículos, prédios e outros dotados de tecnologia embarcada, sensores e conexão com a rede) capaz de coletar e transmitir dados. É uma extensão da internet atual que possibilita que objetos do dia-a-dia (quaisquer que sejam, mas com capacidade computacional e de comunicação) se conectem à Internet. A conexão com a rede mundial de computadores possibilita, em primeiro lugar, controlar remotamente os objetos e, em segundo lugar, que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. Essas novas capacidades dos objetos comuns geram um grande número de possibilidades, tanto no âmbito acadêmico quanto no industrial. Todavia, tais possibilidades apresentam riscos e representam grandes desafios técnicos e sociais.

## [ Questão 12]

---

(CESPE/ABIN 2018) Redes wi-fi e Bluetooth podem ser utilizadas para IoT, já NFC (near field communication) ~~não atende a demandas de IoT~~.

# Dúvidas

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

<https://www.patreon.com/timasters>

<https://www.facebook.com/walter.cunha.7>

<https://www.instagram.com/walter.cunha.7/>

<https://twitter.com/timasters>

<https://www.linkedin.com/in/walter-cunha-19a90721>



**PROVAS DE TI**  
TUDO PARA VOCÊ PASSAR

# Wireless (FCC)

## Questões Atualização 2019 - I

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

# [ Professor ]

---



Natural: Fortaleza – CE

Cargo: AFFC-CGU TI (2009)

Graduação: Engenharia Eletrônica  
ITA 2000

Pós: Ger. Projetos FGV 2007

Emerging Leaders: Harvard  
Kennedy School Nov/2018



## **Outros Cursos no Provas de TI:**

<http://bit.ly/2RsnuhF>

## **TImasters:**

<https://br.groups.yahoo.com/neo/groups/timasters/info>

## **Orientação para Concursos:**

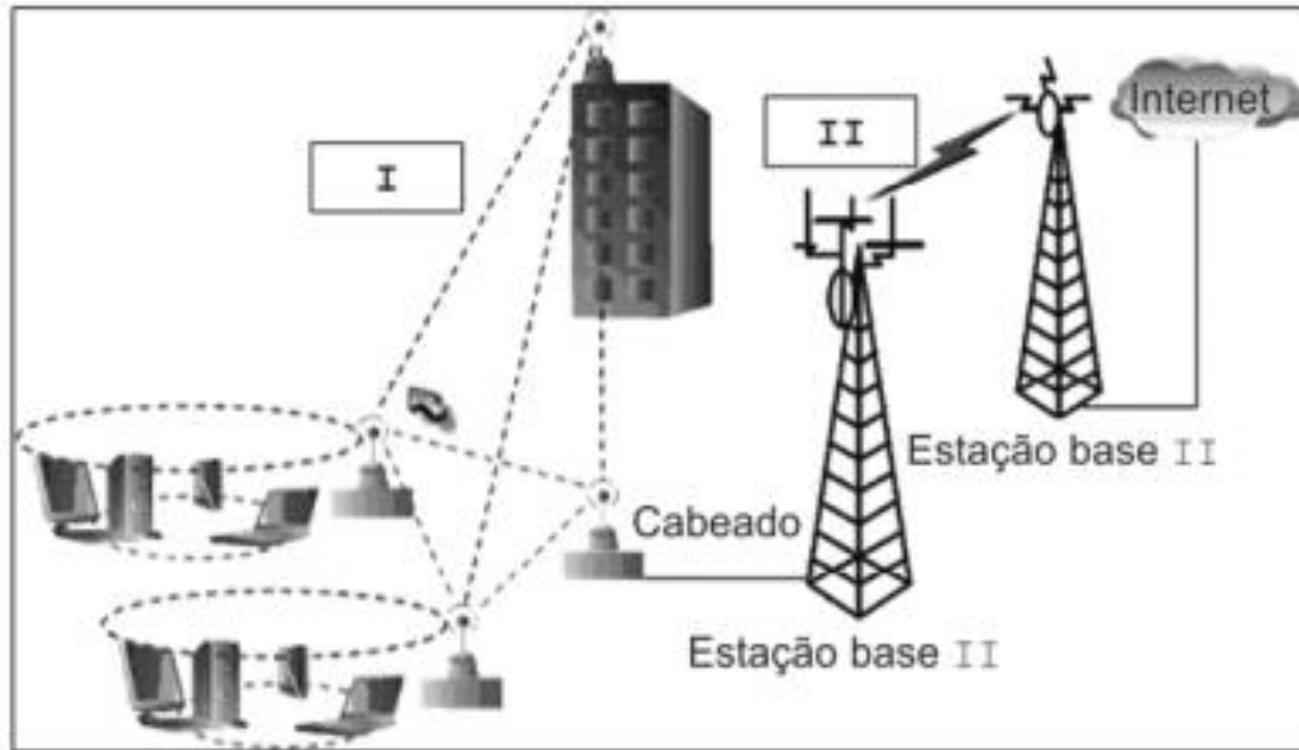
<https://www.patreon.com/timasters>

## **Outros:**

<https://about.me/waltercunha>

## [ Questão 01]

(FCC/SABESP 2018) Considere a figura a seguir.



## [ Questão 01]

---

A figura apresenta

A as diferenças entre as redes cabeada e sem fio. I corresponde a uma MAN e II corresponde a uma WAN.

B redes que utilizam dois meios de transmissão. I corresponde ao bluetooth e II corresponde ao satélite.

C redes que utilizam dois modos de comunicação de dados. I corresponde ao simplex e II corresponde ao duplex.

D uma solução de rede metropolitana sem fio. I corresponde à Wi-Fi e II corresponde à WiMax.

E dois tipos de redes com diferentes alcances. I corresponde a uma LAN e II corresponde a uma WAN.

## [ Questão 01] – Comentários...

---

### Resumex: WiMax

- O padrão 802.16 é também conhecido como a interface aérea da IEEE para Wireless MAN, isto é, da rede metropolitana sem fios;
- Especificada pelo grupo do IEEE que trata de acessos de banda larga para última milha em áreas metropolitanas, com padrões de desempenho equivalentes aos dos tradicionais meios tais como DSL, Cable modem ou E1/T1;
- Em condições ideais o sinal alcança um raio de até 50 km e velocidade de 75 Mbps, acrescentando que também há dependências da geografia, como montanhas e prédios altos;
- O padrão 802.16 apresenta qualidade de serviço que permite a transmissão de voz e vídeo, que requerem redes de baixa latência.

## [ Questão 01]

---

A figura apresenta

A as diferenças entre as redes cabeada e sem fio. ~~I corresponde a uma MAN e II corresponde a uma WAN.~~

B redes que utilizam dois meios de transmissão. ~~I corresponde ao bluetooth e II corresponde ao satélite.~~

C redes que utilizam dois modos de comunicação de dados. ~~I corresponde ao simplex e II corresponde ao duplex.~~

**D uma solução de rede metropolitana sem fio. I corresponde à Wi-Fi e II corresponde à WiMax.**

E dois tipos de redes com diferentes alcances. ~~I corresponde a uma LAN e II corresponde a uma WAN.~~

## [ Questão 02]

---

(FCC/TRT-6(PE) 2018) A tecnologia de comunicação sem fio, padronizada pelo IEEE 802.11, estabelece o WEP (Wired Equivalent Privacy) como um dos mecanismos de segurança. O RC4, quando utilizado como algoritmo de criptografia no WEP, tipicamente faz uso de chaves de 5 ou 16 bytes de comprimento. Entretanto, o tamanho máximo da chave especificado no RC4 é, em bytes,

A 128.

B 512.

C 156.

D 256.

E 214.

## [ Questão 02] – Comentários...

---

### **Resumex: RC4**

Em criptografia, RC4 (ou ARC4, de Alleged RC4, ver abaixo) era o algoritmo simétrico de criptografia de fluxo mais usado no software e era utilizado nos protocolos mais conhecidos, como Secure Socket Layers (SSL, hoje conhecido como TLS) (para proteger o tráfego Internet) e WEP (para a segurança de redes sem fios, obsoleto, hoje se usa o WPA).

De uma forma geral, o algoritmo consiste em utilizar um array que a cada utilização tem os seus valores permutados, e misturados com a chave, o que provoca que seja muito dependente desta. Esta chave, utilizada na inicialização do array, pode ter até 256 bytes (2048 bits), embora o algoritmo seja mais eficiente quando é menor, pois a perturbação aleatória induzida no array é superior.

## [ Questão 02]

---

(FCC/TRT-6(PE) 2018) A tecnologia de comunicação sem fio, padronizada pelo IEEE 802.11, estabelece o WEP (Wired Equivalent Privacy) como um dos mecanismos de segurança. O RC4, quando utilizado como algoritmo de criptografia no WEP, tipicamente faz uso de chaves de 5 ou 16 bytes de comprimento. Entretanto, o tamanho máximo da chave especificado no RC4 é, em bytes,

A 128.

B 512.

C 156.

**D 256.**

E 214.

## [ Questão 03]

---

(FCC/DPE-AM 2018) Com relação à instalação de rede sem fio da Defensoria, foi requisitada a implementação do sistema de autenticação corporativa para aumentar a segurança dos acessos. Para a implementação desse serviço de autenticação, deve-se utilizar o protocolo IEEE

- a) 802.11k.
- b) 802.1q.
- c) 802.11q.
- d) 802.1x.
- e) 802.11p.

## [ Questão 03] – Comentários...

---

### **Resumex: 802.1x**

IEEE 802.1X é um padrão IEEE para controle de acesso à rede com base em portas; faz parte do grupo IEEE 802.1 de protocolos de redes de computadores. Provê um mecanismo de autenticação para dispositivos que desejam juntar-se à uma porta na LAN, seja estabelecendo uma conexão ponto-a-ponto ou prevenindo acesso para esta porta se a autenticação falhar. É usado para a maioria dos Access points sem fio 802.11 e é baseado no Protocolo de Autenticação Extensiva (EAP).

## [ Questão 03]

---

(FCC/DPE-AM 2018) Com relação à instalação de rede sem fio da Defensoria, foi requisitada a implementação do sistema de autenticação corporativa para aumentar a segurança dos acessos. Para a implementação desse serviço de autenticação, deve-se utilizar o protocolo IEEE

- a) 802.11k.
- b) 802.1q.
- c) 802.11q.
- d) 802.1x.**
- e) 802.11p.

## [ Questão 04]

---

(FCC/DPE-AM 2018) A instalação de rede sem fio da Defensoria utiliza a versão IEEE 802.11n para os acessos dos sistemas móveis. Dentre as características do IEEE 802.11n, destaca-se que

- a) utiliza o recurso MIMO (Multiple Input, Multiple Output).
- b) alcança taxa de transmissão real de 600 Mbps em um canal de 20 MHz.
- c) é especificado para operar até uma distância de 250 m em ambiente indoor.
- d) alcança taxa de transmissão real de 300 Mbps em um canal de 40 MHz.
- e) utiliza modulação 256-QAM para alcançar a taxa de 600 Mbps.

## [ Questão 04] – Comentários...

---

### **Resumex: 802.11n**

- Baseia-se na compatibilidade com os dispositivos 802.11b e 802.11g;
- Oferece uma taxa de transferência de 150, 300 Mbps, podendo chegar a 600 Mbps;
- Funciona nas frequências de 2,4 GHz e 5 GHz;
- Emprega o método de transmissão MIMO, acrônimo de multiple-in, multiple-out, permitindo que placas utilizem diversos fluxos, utilizando vários conjuntos transmissores, receptores e antenas, transmitindo os dados de forma paralela, resultando em melhor desempenho;
- Utiliza autenticação WEP estática e outros tipos como WPA (Wireless Protect Access) e WPA2 com criptografia dinâmica (método de criptografia TKIP e AES).

## [ Questão 04] – Comentários...

---

### Resumex: 802.11n

- A taxa real de transmissão pode chegar até 600Mb mas com diversas implementações adicionais e na alternativa ainda cita a banda de 20Mhz o que só permite ir por volta de 72.2 Mbit/s ~ 8.61 MB/s;
- Este padrão pode chegar até os 600 Mbps, quando operando com 4 antenas no transmissor e no receptor, e utilizando a modulação 64-QAM (Quadrature Amplitude Modulation)."

## [ Questão 04]

---

(FCC/DPE-AM 2018) A instalação de rede sem fio da Defensoria utiliza a versão IEEE 802.11n para os acessos dos sistemas móveis. Dentre as características do IEEE 802.11n, destaca-se que

- a) utiliza o recurso MIMO (Multiple Input, Multiple Output).**
- b) alcança taxa de transmissão real de 600 Mbps em um canal de 20 MHz.
- c) é especificado para operar até uma distância de 250 m em ambiente indoor.
- d) alcança taxa de transmissão real de 300 Mbps em um canal de 40 MHz.
- e) utiliza modulação 256-QAM para alcançar a taxa de 600 Mbps.

# Dúvidas

Prof. Walter Cunha

[falecomigo@waltercunha.com](mailto:falecomigo@waltercunha.com)

<https://www.patreon.com/timasters>

<https://www.facebook.com/walter.cunha.7>

<https://www.instagram.com/walter.cunha.7/>

<https://twitter.com/timasters>

<https://www.linkedin.com/in/walter-cunha-19a90721>



**PROVAS DE TI**  
TUDO PARA VOCÊ PASSAR