

INSTITUTO FEDERAL  
PIAUÍ  
Campus Parnaíba

# Comunicação sem Fio

Prof. Msc Denival A. dos Santos

# Introdução a comunicação sem fio

- Inúmeras tecnologias estão incluída na categoria de redes sem fio. Estão incluídas desde redes simples, como infravermelho, em que normalmente a rede é composta de apenas dois dispositivos e estes, em geral, devem estar um em frente ao outro.
- As tecnologias mais recentes são:
  - Wi-Fi, Bluetooth, WiMax, 4G, RFID e ZigBee.
- Fatores externos ocasionam muito mais interferências nas redes em fio que as redes convencionais.
- Nas redes sem fio, a informação não dispõe de nenhuma proteção física.

# Tipos de redes sem fio

*As redes sem fio consistem em redes de comunicação por enlaces sem fio com rádio frequência e infravermelho que permitem mobilidade contínua através de sua área de abrangência. (BEZERRA, 2004:23)*

- **WLAN (Wireless Local Area Network)**

- São definidas pelo padrão IEEE 802.11 (Wi-fi).

- **WPAN (Wireless Personal Area Network)**

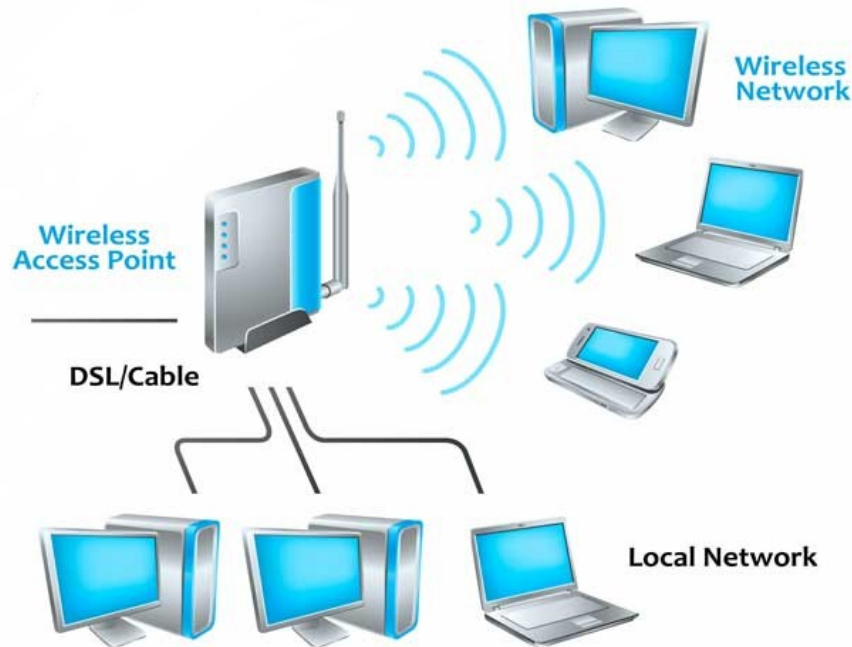
- Definida pelo padrão Bluetooth, que atualmente é incorporada no padrão IEEE 802.15.

- **WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)**

- Definida pelo padrão IEEE 802.16 (Wimax) e também é conhecida como rede sem fio de banda larga. Sendo a principal concorrente da fibra óptica.

# Tipos de redes sem fio

- **WLAN** (Wireless Local Area Network)
  - ❑ É uma rede que permite cobrir o equivalente de uma rede local de empresa, ou seja, um alcance de uma centena de metros..



# Tipos de redes sem fio

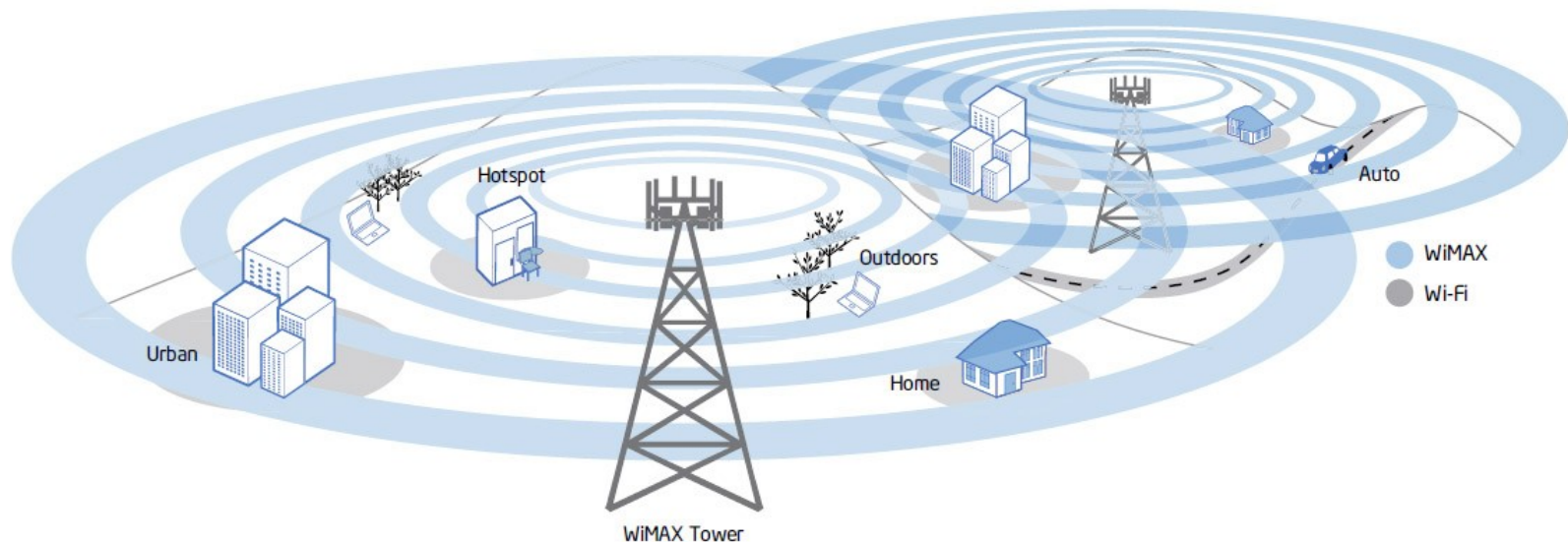
- **WWAN** (Wireless Wide Area Network)
  - Rede de longa distância sem-fim é uma tecnologia que as operadoras de celulares utilizam para criar a sua rede de transmissão. (Ex. CDMA, GSM, HSPA, etc.).



# Tipos de redes sem fio

- **WMAN** (Wireless Metropolitan Area Network)

- Muito similar a Redes MAN, mas esta não possui fios. Foi atribuído a este padrão, o nome **WiMAX** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) onde oferece conectividade para uso doméstico, empresarial e em hotspots através de um único ponto linear.



# Técnicas de transmissão

- WLANs usam uma técnica de transmissão conhecida como difusão de espectro (Spread Spectrum). Essa técnica se caracteriza por largura ampla de banda e baixa potência de sinal.
- Existem dois tipos de tecnologia de Spread Spectrum regulamentadas pelo FCC:
  - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
    - Menos resistente à interferência.
    - Compatibilidade com equipamentos de padrões anteriores.
    - Taxa de transmissão de 11 Mbps.
    - Menor segurança.
    - Possui 11 canais, mais somente 3 são efetivamente usados (1, 6 e 11)
  - FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)
    - Mais resistente à interferência.
    - Taxa de transmissão de 2 Mbps e não compatível com padrões anteriores.
    - Maior segurança.
    - 79 canais disponíveis para transmissão.

# Modos de operação

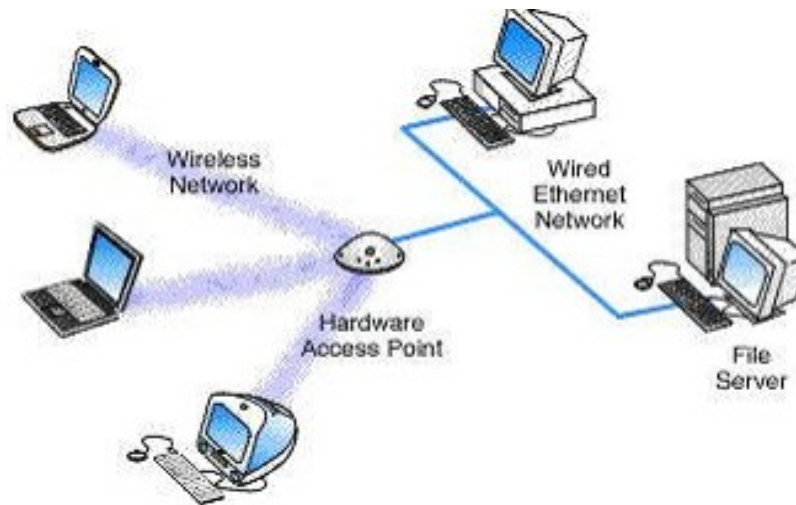
## ▪ Ad Hoc ou IBSS (Independent Basic Service Set)

- Modo de interligar computadores diretamente sem a utilização de um ponto de acesso (AP - Access Point). É semelhante a ligação de um cabo cruzado (crossover).
- Este tipo de conexão é inteiramente privado, onde um computador da rede se torna o controlador dela (ponto de acesso de software).
- É muito utilizada para a transferência de arquivos ou internet entre computadores na falta de outro meio.
- Não existe a canalização do tráfego.
- Performance diminui à medida que novos clientes são acrescentados.
- Suporta no máximo cinco clientes para uma performance aceitável com tráfego leve.





# Modos de operação



## ▪ Infra-Estrutura ou BSS (Basic Service Set)

- É composta por um ponto de acesso (AP - Access Point) e os clientes conectados a ele. O AP realiza um papel semelhante a um HUB ou roteador, fazendo assim uma ponte entre a rede cabeada e a rede sem fio.
- A ligação física entre ambas as redes é feita de modo simples, bastando apenas conectar um cabo Ethernet da rede cabeada convencional ao ponto de acesso, onde permitirá o acesso sem fio de seus clientes.
- Todo o tráfego da rede passa pelo AP.

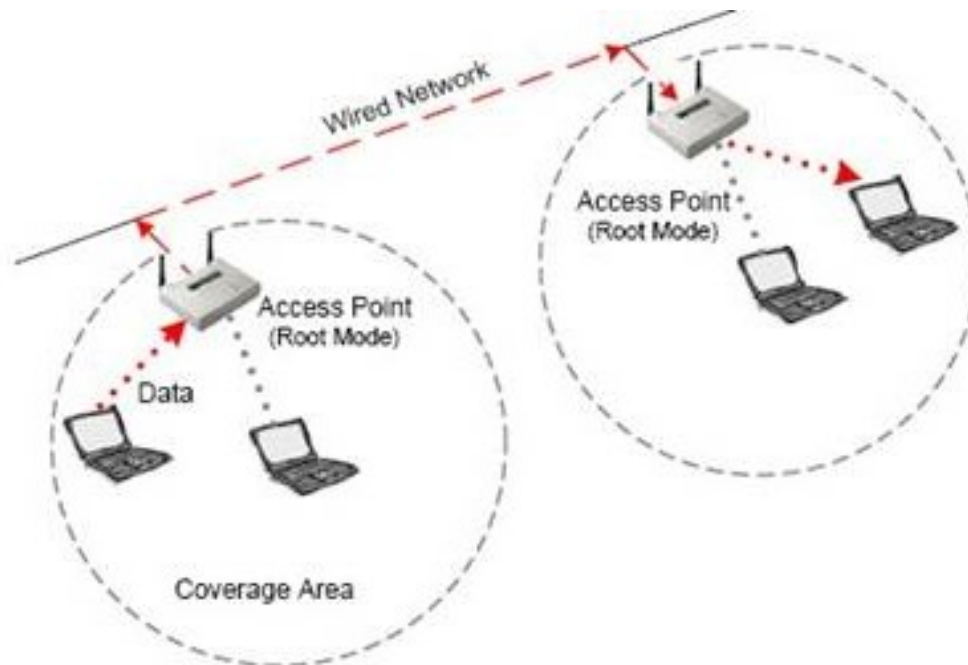
# AP - Ponto de Acesso

- Funcionam como pontos de entrada de uma rede para um cliente. É um dispositivo half-duplex, composto por uma ou duas antenas de ganho baixo (normalmente 5 dBi no máximo) e uma porta Ethernet para conectar com a rede cabeada, e normalmente utilizados para aplicações indoor.
- Modos de operação
  - **Root**
  - **Ponte**
  - **Repetidor**

# AP - Ponto de Acesso

## ❑ Root

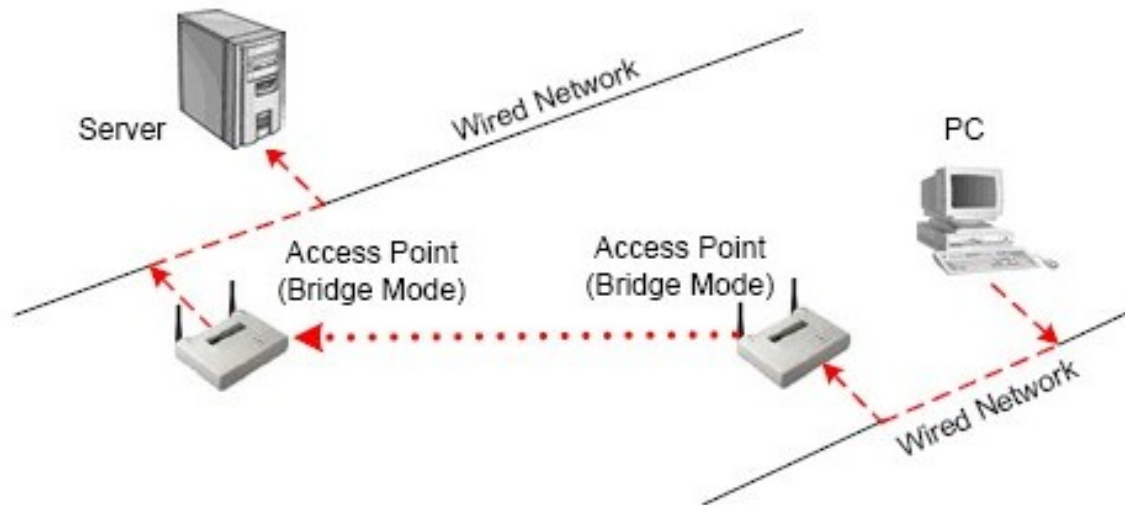
- É quando o AP é conectado a um backbone Ethernet (modo padrão) . Os clientes wireless se comunicam por meio de seus APs, através do segmento.



# AP - Ponto de Acesso

## ❑ Ponte

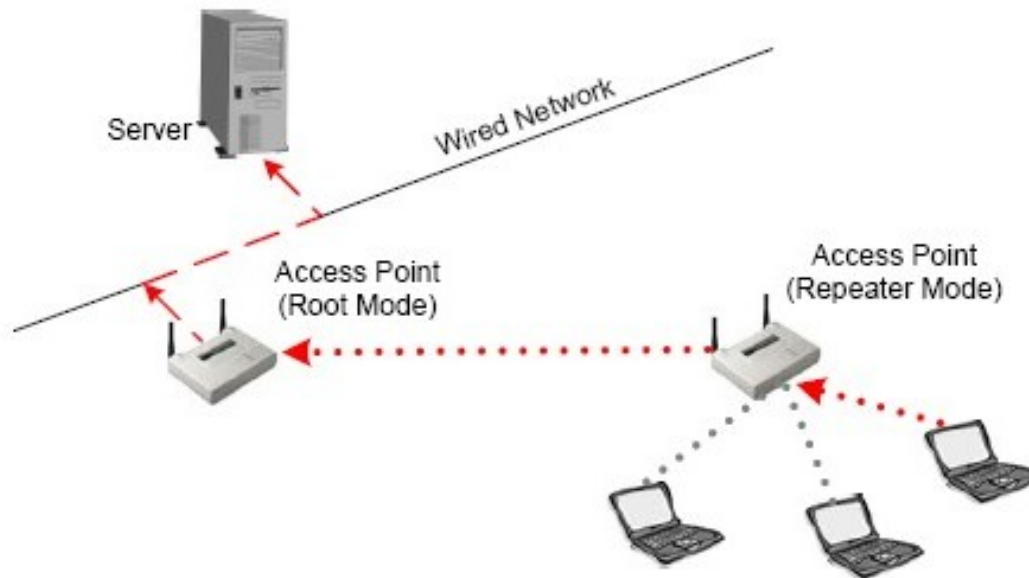
- Neste modo, o AP atua como se fosse uma ponte wireless ligando dois segmentos de rede e, dessa forma, impedir que o tráfego não endereçado a máquina de um determinado segmento o atinja, e com isso evitar a sobrecarga desse segmento.



# AP - Ponto de Acesso

## ❑ Repetidor

- Um AP atua como Root enquanto outro atua como repetidor. Os clientes se associam ao AP repetidor que por sua vez é um cliente do AP Root.



# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

- Podemos pensar em redes wireless com uma alternativa bastante interessante em relação às redes cabeadas.
- Suas aplicações são muitas e variadas e o fato de ter mobilidade como principal característica tem facilitado sua aceitação, principalmente nas empresas.
- WLANs usam ondas de rádio para transmissão de dados. Comumente podem transmitir na faixa de frequência 2.4 Ghz (não licenciada) ou 5 Ghz.
- O FCC (Federal Communications Commission) regula o uso dos dispositivos WLAN.
- No Brasil quem licencia é a ANATEL.
- O IEEE é responsável pela criação e adoção dos padrões operacionais.

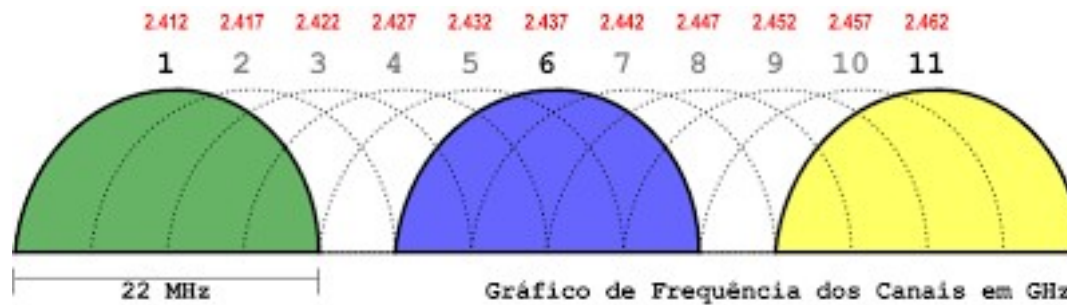
# Wi-Fi (Wireless Fidelity)



- O Wi-Fi é uma marca registrada pertencente à WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance).
- Após sete anos de pesquisa e desenvolvimento, 1997, aprovou-se o padrão IEEE 802.11.
- Atualmente é padrão de conectividade sem fio para redes locais. Como prova disto podemos citar o crescente número de Hot Spots e o fato da maioria dos computadores novos já saírem de fábrica equipados com interfaces IEEE 802.11.
- Atualmente podemos encontrar no mercado quatro especificações na família, que são: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac.

# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

- Padrões que trabalham na mesma frequência são interoperáveis e, portanto, os dispositivos são compatíveis entre si.
- No Brasil a faixa de frequência 2.4 GHz ainda é a mais comum, no entanto esse pedaço do espectro eletromagnético está bastante poluído em decorrência da disseminação de dispositivos que operam nessa frequência.
- Essa frequência possui apenas 11 canais (no padrão americano) de 22 MHz cada um e que têm aproximadamente 5 MHz de distância entre si, sendo que somente 3 desses canais não têm nenhuma sobreposição, ou seja, não sofrem interferência.

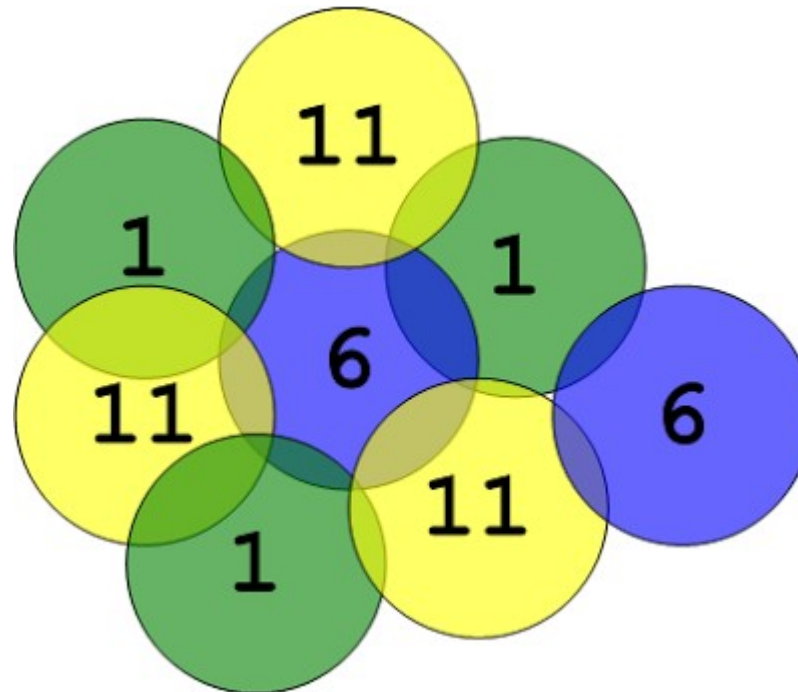




# Wi-Fi (Wireless Fidelitty)

## ❑ Problema

- Com apenas três canais sem sobreposição fica mais difícil projetar ambientes com grande área de cobertura que possuem várias células, uma vez que células vizinhas não devem operar em canais adjacentes



# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ 802.11b

- Em meados de 1999 a 2001, surgiu o padrão 802.11b;
- O 802.11b utiliza o espelhamento espectral por sequência direta (DSSS);
- Taxa de transmissão teórica de 11 Mbps;
- Opera na faixa de 2.4G Ghz;
- Primeiro padrão disseminado no Brasil;
- Suportando no máximo 32 clientes conectados;
- Alcance teórico de até 100m Indoor (média de 35 metros) e 300m Outdoor.

# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ 802.11a

- O padrão 802.11a é um padrão que trabalha na frequência de 5 GHz;
- Os equipamentos do padrão 802.11a começaram a surgir em 2002, logo após o padrão 802.11b;
- A principal desvantagem é a incompatibilidade com o padrão 802.11b, pois ambos os padrões utilizam faixas de frequência diferentes;
- Principais características
  - Aumento de sua velocidade para utilização em 54 Mbps (tx real próximo a metade);
  - O alcance é reduzido, mais com melhores protocolos que o 802.11b;
  - Consome mais bateria;
  - A quantidade de clientes conectados pode chegar a 64;
  - Possui 12 canais não sobrepostos, que permite que os pontos de acessos possam cobrir a área um do outro sem causar interferências ou conflitos.

# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ 802.11g

- Taxa de transferência de até 54 Mbps e na mesma frequência do padrão 802.11b;
- Suporta comunicação com o padrão 802.11b, com velocidade setada pelo padrão inferior;
- Suas principais características são:
  - Velocidades que podem chegar a atingir 108 Mbps com soluções proprietárias;
  - Mais voltada para aplicações indoor;
  - Reúne o melhor dos mundos **a** e **b**;
  - Alcance média indoor de 25 metros.

# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ 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;
- O padrão 802.11n é capaz de fazer transmissões na faixa de 300 Mbps e, teoricamente, pode atingir taxas de até 600 Mbps;
- O padrão 802.11n pode trabalhar com as faixas de 2,4 GHz e 5 GHz, o que o torna compatível com os padrões anteriores;
- Alguns estudos apontam que sua área de cobertura pode passar de 400 metros.

# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ 802.11ac

- Também conhecido como Wi-Fi Gigabit ou 5G WiFi.
- Velocidade de transmissão estimada de até 433Mbit/s em modo simples e teoricamente é possível superar 1Gbit/s. Enquanto os dispositivos que utilizam Wi-Fi não conseguem chegar a 450 Mbps, os dispositivos ac podem chegar a 1.3 Gbps, quase três vezes mais rápido do que o padrão anterior.
- Enquanto o padrão n pode trabalhar com até quatro antenas, os roteadores ac comportam até oito antenas trabalhando simultaneamente.
- O 802.11ac trabalha na frequência de 5 GHz que é menos saturado que o de 2.4 GHz.
- Consumo seis vezes mais eficiente de energia na maioria dos dispositivos móveis do mercado.
- Nova tecnologia incorporada ao padrão 802.11ac MU-MIMO (MultiUser-MIMO).
- Graças a sua tecnologia Beamforming, que focaliza o sinal de rádio, as paredes ou obstáculos não afetam seu sinal.

# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

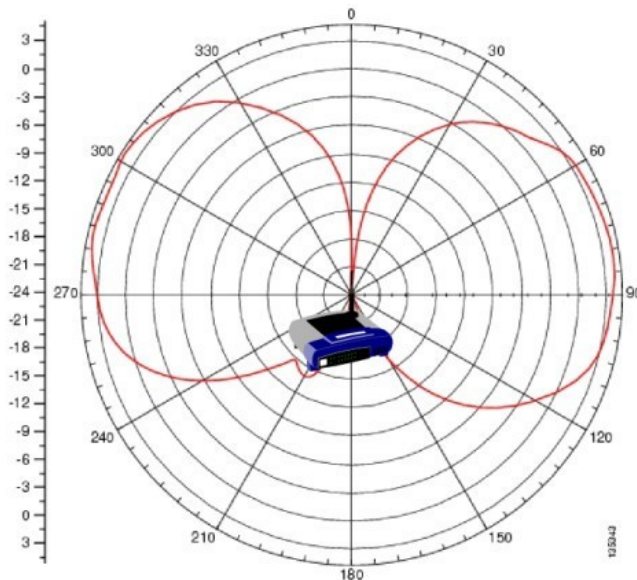
## ❑ Antenas

- Dispositivo utilizado para irradiar os sinais wireless. Sendo existentes antenas internas e externas, como também o tipo de antena com relação à direção do sinal que é propagado. Estas antenas são:
  - Direcionais (que irradiam em uma única direção)
  - Omnidirecionais (que irradiam em um ângulo de 360 graus).

# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ Antena Omnidirecionais

- As antenas usadas por padrão nos pontos de acesso são chamadas de **dipole** ou **omnidirecionais**, pois irradiam o sinal em todas as direções, permitindo que você se conecte à rede a partir de qualquer ponto na área em torno do ponto de acesso. Na verdade, o "em todas as direções" é uma figura de linguagem, pois as antenas concentram o sinal na horizontal, em um raio de 360 graus, irradiando, em compensação, pouco sinal na vertical.





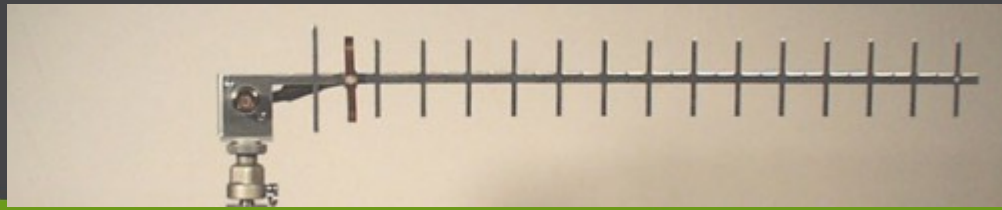
# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ Antena direcionais

- As antenas direcionais, que além de concentrarem o sinal na vertical, concentram-no também na horizontal, fazendo com que, em vez de um ângulo de 360 graus, o sinal seja concentrado em um ângulo de 90 graus ou menos.
- As primeiras em ordem hierárquica são as antenas **setoriais**, que concentram o sinal em um ângulo de aproximadamente 90 graus. A maioria das antenas **setoriais** trabalham com ganho de 12 a 17 dBi. Duas variações das antenas setoriais são as **patch antenas** (antenas de painel) e as **round patch antenas** (antenas circulares).

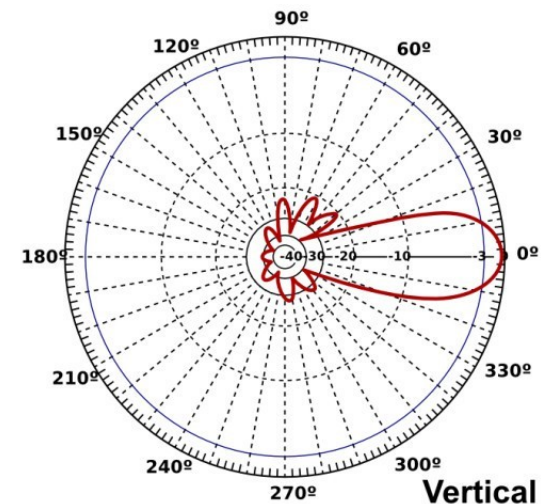


# Wi-Fi (Wireless Fidelitty)



## ❑ Antena direcionais

- As antenas **yagi**, que oferecem um ganho ainda maior, mas em compensação são capazes de cobrir apenas uma pequena área, para a qual são diretamente apontadas (normalmente em um raio de 24 x 30 graus, ou mais estreito). A maior parte das antenas yagi à venda oferecem ganho de 14 a 19 dBi, mas não é incomum ver antenas com até 24 dBi.
- Estas antenas são úteis para cobrir alguma área específica, longe do ponto de acesso, ou interligar duas redes distantes. Usando duas antenas yagi de alto ganho é possível criar links de até 25 km, o que é mais de 150 vezes o alcance inicial.



# Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## ❑ Antena direcionais

- As antenas **parabólicas**, que também captam o sinal em apenas uma direção, de forma ainda mais concentrada que as yagi, permitindo que sejam atingidas distâncias ainda maiores. A maioria das antenas parabólicas destinadas a redes Wi-Fi utilizam uma grelha metálica no lugar de um disco sólido, o que reduz o custo e evita que a antena seja balançada pelo vento, saindo de sua posição ideal. Por causa disso, elas são também chamadas de antenas de grelha, ou grid antenas, em inglês.
- A maioria das mini parabólicas disponíveis no mercado oferecem ganhos de 22 a 24 dBi



# Barreiras que podem influênciar o sinal Wireless

- **Concreto e trepadeiras** - uma parede de concreto pode bloquear parcial ou totalmente o sinal.
- **Telefones sem fio** - os que operam na frequência de 2.4 GHz.
- **Micro-ondas** - os que operam na frequência de 2.4 GHz.
- **Árvores e Plantas** - árvores altas comprometem a transmissão do sinal de uma antena para outra.
- **Antenas baixas** - quanto mais alta a antena estiver posicionada, menos barreiras o sinal encontrará no caminho até o computador.
- **Água, vidro e outros** - vidro, material que influencia negativamente na qualidade do sinal. Grandes recipientes com água, como aquários e bebedouros, são inimigos da boa propagação do sinal de wireless, e até mesmo a chuva.

# Protocolos de criptografia para redes Wireless

- **WEP** (*Wired Equivalent Privacy*) - o objetivo do uso do WEP é garantir a confidencialidade e a integridade das informações na rede Wireless. É o protocolo original de autenticação e criptografia definido pelo IEEE 802.11, sua chave varia de 40 e 128 bits (opcional). Possui um vetor de inicialização de 24 bits e é transmitido em texto claro.
- **WPA** (*Wi-Fi Protected Access*) - também conhecido como WEP2 ou TKIP (Temporal Key Integrity Protocol). Surgiu para corrigir problemas de segurança encontrados no WEP, onde foi substituído o vetor de inicialização de 24 bits do WEP para 48 e a inserção do EAP (Extensible Authentication Protocol).
- **WPA2** ou IEEE 802.11i: podemos considerar o estado da arte em segurança para redes Wireless. Agregou vários itens do WPA, como o uso do IEEE 802.1x/EAP e adicionou novidades, como a utilização do algoritmo forte de criptografia, o AES (Advanced Encryption Standard).

- WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) é a tecnologia de banda larga sem fio que opera em conformidade com o padrão IEEE 802.16. o termo WiMAX foi criado por um grupo de indústrias conhecidas como WiMAX Forum.
- Sua principal utilização e finalidade de criação é alcançar longas distâncias utilizando ondas de rádio.
- O padrão 802.16 também oferece suporte a mobilidade através do padrão IEEE 802.16e, permitindo que dispositivos portáteis com adaptador compatível com a especificação possam conectar-se diretamente à rede WiMAX.
- A transmissão de dados nas redes WiMAX podem chegar aos 1 Gbps a uma distância de 50 Km.



# Bluetooth

- O Bluetooth é uma tecnologia para conexão sem fio (wireless) a curta distância de dispositivos como celulares, palmtops, fones de ouvido, microfones, computadores, teclados, etc.
- A tecnologia foi inicialmente desenvolvida pela Ericsson (1994) e ganhou o suporte da Intel, IBM, Toshiba, Nokia, Motorola entre outras empresas.
- A proposta do Bluetooth é substituir as várias soluções proprietárias existentes para a conexão destes dispositivos como uma solução padronizada que possa ser adotada mundialmente.
- O Bluetooth opera na faixa de frequência de 2,4 GHz a 2,483 GHz que não precisa de autorização para ser utilizada.
- Padronizado como 802.15.1 e tem alcance (dependendo da potência) de 1m, 10m ou 100 m.
- **Piconet** é uma rede Bluetooth formada por até oito dispositivos, sendo um mestre e os demais escravos; onde toda comunicação ocorre entre mestre e escravo, não existindo comunicação direta entre escravos.



# Problemas em instalações com a configuração padrão

- **Usa nome de rede padrão** - Definida pelo fabricante, o nome da rede (SSID) é configurada para ser propagada, deixando claro que a rede está com uma configuração padrão e portanto vulnerável, expondo assim a rede a possíveis ataques.
- **Dificuldade de identificar quem está usando a rede wireless** - Isso ocorre principalmente quando a base é configurada para ela própria fornecer endereços IP privados (só para uso interno) para seus clientes. Quando esses clientes navegam na internet, todos eles navegam usando o mesmo IP da base. Isso causa grandes dificuldades em casos de incidentes de segurança e na resolução de problemas na rede.



# Problemas associados à falta de planejamento e orientação

- **Dimensionamento inadequado da base wireless** - Sem avaliar corretamente o número de clientes, o uso que vai ser dado à rede, área de abrangência, ambiente físico, etc, a rede frequentemente apresenta problemas de conexão, baixo desempenho e insatisfação dos seus usuários.
- **Posicionamento inadequado da base wireless** - A falta de planejamento no posicionamento das bases pode estender a rede a áreas indesejadas ou criar áreas sem conectividade, ocasionando também desnecessários problemas de conexão ou desempenho.
- **Configurações inadequadas ou mau uso** - Erros de configuração ou mau uso podem gerar sérios problemas à rede da Universidade, podendo interferir no funcionamento de outras bases, causar loops na rede, conflitos de endereço, etc.
- **Instalações de bases "piratas" (ou rogues)** - Muitas vezes essas redes wireless são instaladas sem o conhecimento do gerente da rede, constituindo um grave incidente de segurança e dificultando o diagnóstico e a resolução de problemas na rede. *Essas bases "piratas" não devem ser permitidas em hipótese alguma.*

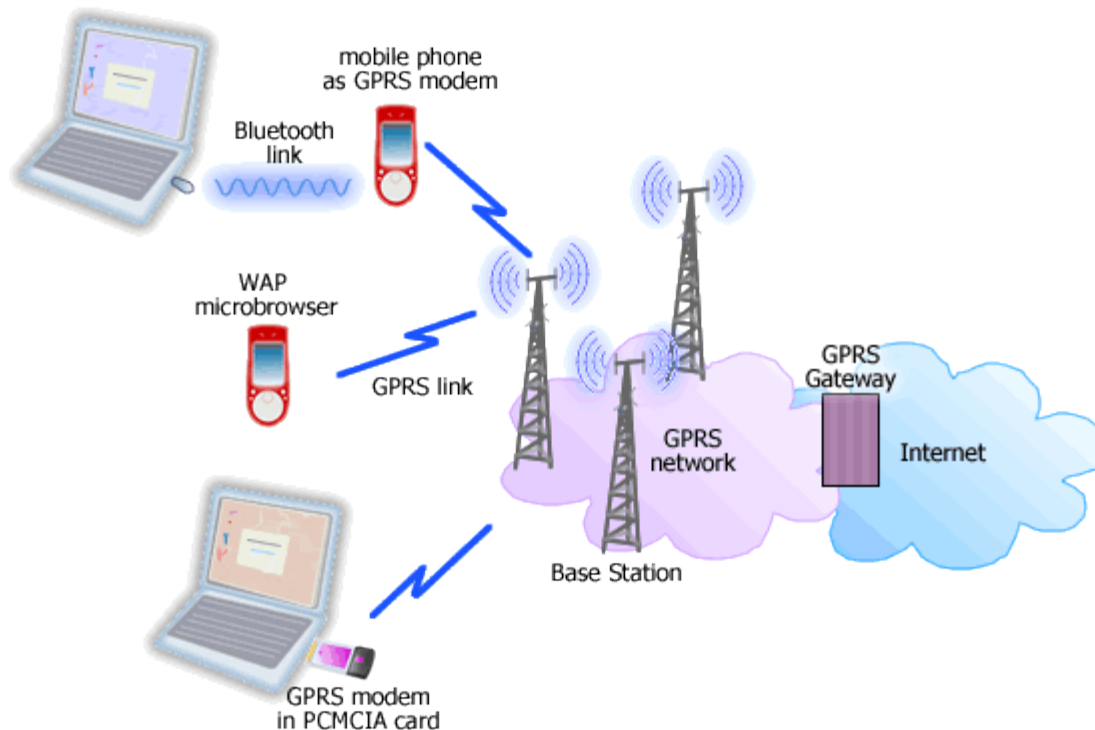
# Problemas em instalações com a configuração padrão

- **Não tem controle de acesso** - Qualquer um pode acessar a rede, bastando estar dentro do alcance do ponto de acesso. Ou seja, permite acesso não autorizado e não identificado à rede da UFRGS. O acesso não autorizado à rede da Universidade possibilita que a mesma seja usada como base para ataques, podendo ter como alvo tanto a rede interna quanto redes externas.
- **Não usa comunicação criptografada** - Qualquer um pode capturar o tráfego e ter acesso a tudo que passa nessa rede (e-mails, dados confidenciais, etc). Muitas vezes essas redes são instaladas em setores administrativos, o que torna ainda mais grave o problema.
- **Usa senha padrão de administrador** - Isso quer dizer que a senha está *escrita* no manual da base! Possibilita alterações não autorizadas na configuração, redirecionamento do tráfego para servidores externos, negação de serviço, etc. Existem malwares que exploram essa situação e fazem alterações maliciosas na base.

# Comunicação móvel

## ▪ GPRS (2.5G)

- (*General Packet Radio Services*) - trata-se de uma tecnologia comutada por pacotes cuja velocidade teórica é de 172,2 kbps. Na prática, obtêm-se taxas em torno dos 70 kbps. Classificado com o padrão de segunda geração e meia (2.5G).



# Comunicação móvel

- **EDGE (2.75G)**

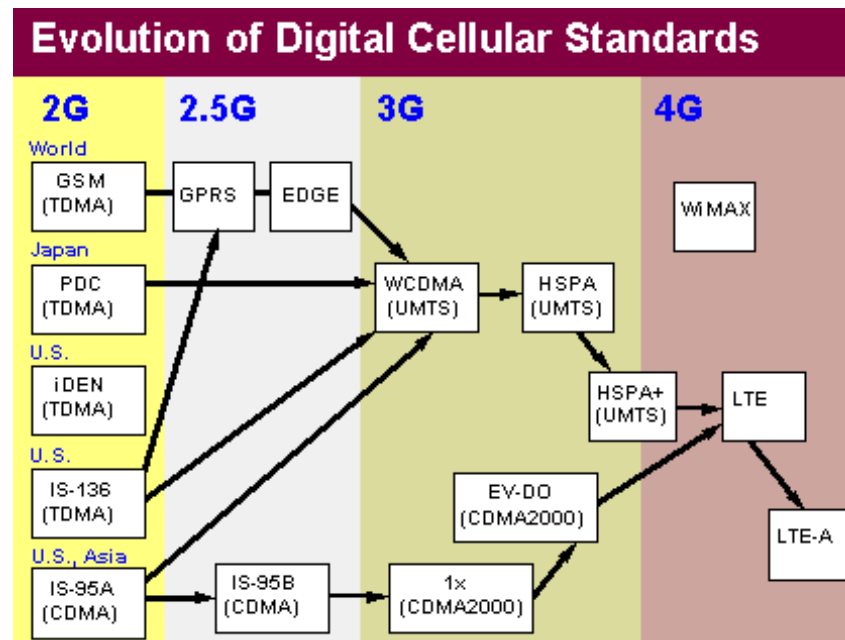
- (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) - trata-se de uma evolução do GPRS com velocidade teórica em torno de 560 kbps. Na prática, obtêm-se taxas em torno de 150 a 200 kbps. Classificado com o padrão 2.75G. Também é conhecido com EGPRS (GPRS melhorado).



# Comunicação móvel

- **W-CDMA (3G)**

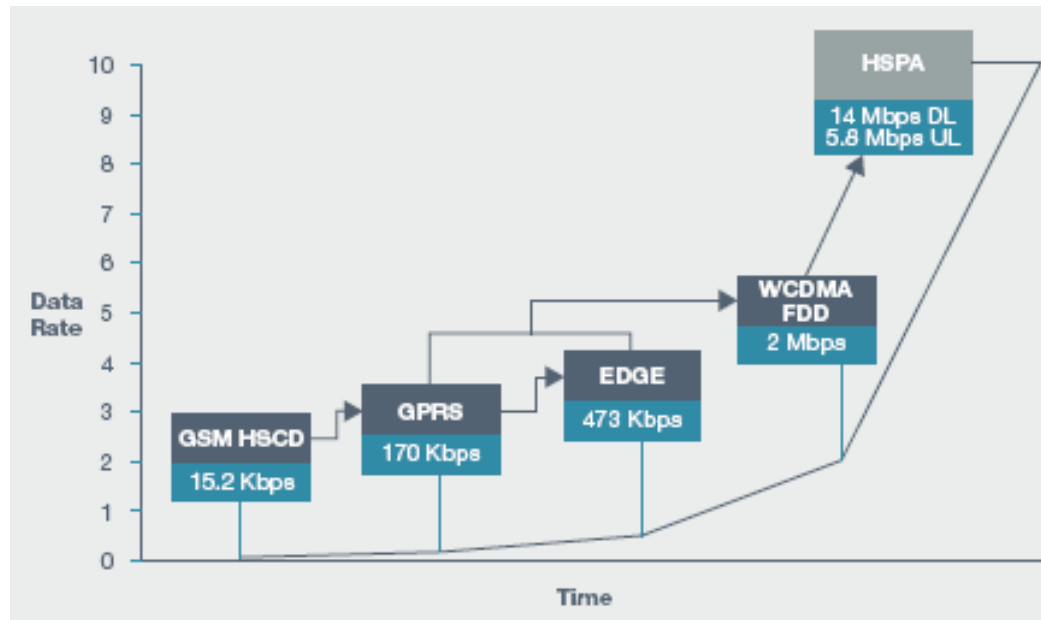
- É a **terceira** geração de padrões e tecnologias de telefonia móvel. É baseada na família de normas da União Internacional de Telecomunicações (UIT), no âmbito do Programa Internacional de Telecomunicações Móveis (IMT-2000). Permite a transmissão de 384 kbits/s para sistemas móveis e 2 Mbps para sistemas estacionários.



# Comunicação móvel

- **HSDPA (3.5G)**

- (High-Speed Downlink Packet Access) - é um serviço de transmissão de pacotes de dados que opera dentro do W-CDMA, no enlace direto (downlink), permitindo a transmissão de dados até 14,4 Mbits/s.



- **LTE (4G)**

- A tecnologia LTE (Long Term Evolution) atualmente está em desenvolvimento e vem sendo padronizada pelo 3rd Generation Partnership Project (3GPP).
- LTE é uma tecnologia móvel de transmissão de dados que foi criada com base no GSM e WCDMA. A diferença é que, dessa vez, a tecnologia prioriza o tráfego de dados em vez do tráfego de voz, como acontecia em gerações anteriores. Isso proporciona uma **rede de dados mais rápida e estável**.
- Inicialmente, o 4G no Brasil vai funcionar na frequência de 2,5 Gigahertz.
- Velocidade de até 150Mbps Download e 50Mbps upload
- Menor latência e melhor system readiness o que permite serviços mais exigentes e melhor experiência de utilização.