

Comunicação sem fio

Marcos Monteiro



<http://www.marcosmonteiro.com.br>

contato@marcosmonteiro.com.br

Capitulo I

Introdução a redes sem fio (Wireless LAN)



I – Tópicos Abordados

- Definição de uma rede sem fio
- Por que utilizar uma wireless LAN
- Wireless LAN x Redes cabeadas
- Riscos a Saúde

Definição da tecnologia Wireless

- É um método de transferência de dados de um ponto a outro sem a limitação de uso de cabos. Utiliza varias tecnologias, tais como:
- Infra Red
- Celular
- Satélite
- Rádios

A IEEE (Institute of Eletrical and Eletronics Engineers) é reponsável pela padronização destas tecnologias.

Porque utilizar uma Wireless LAN?

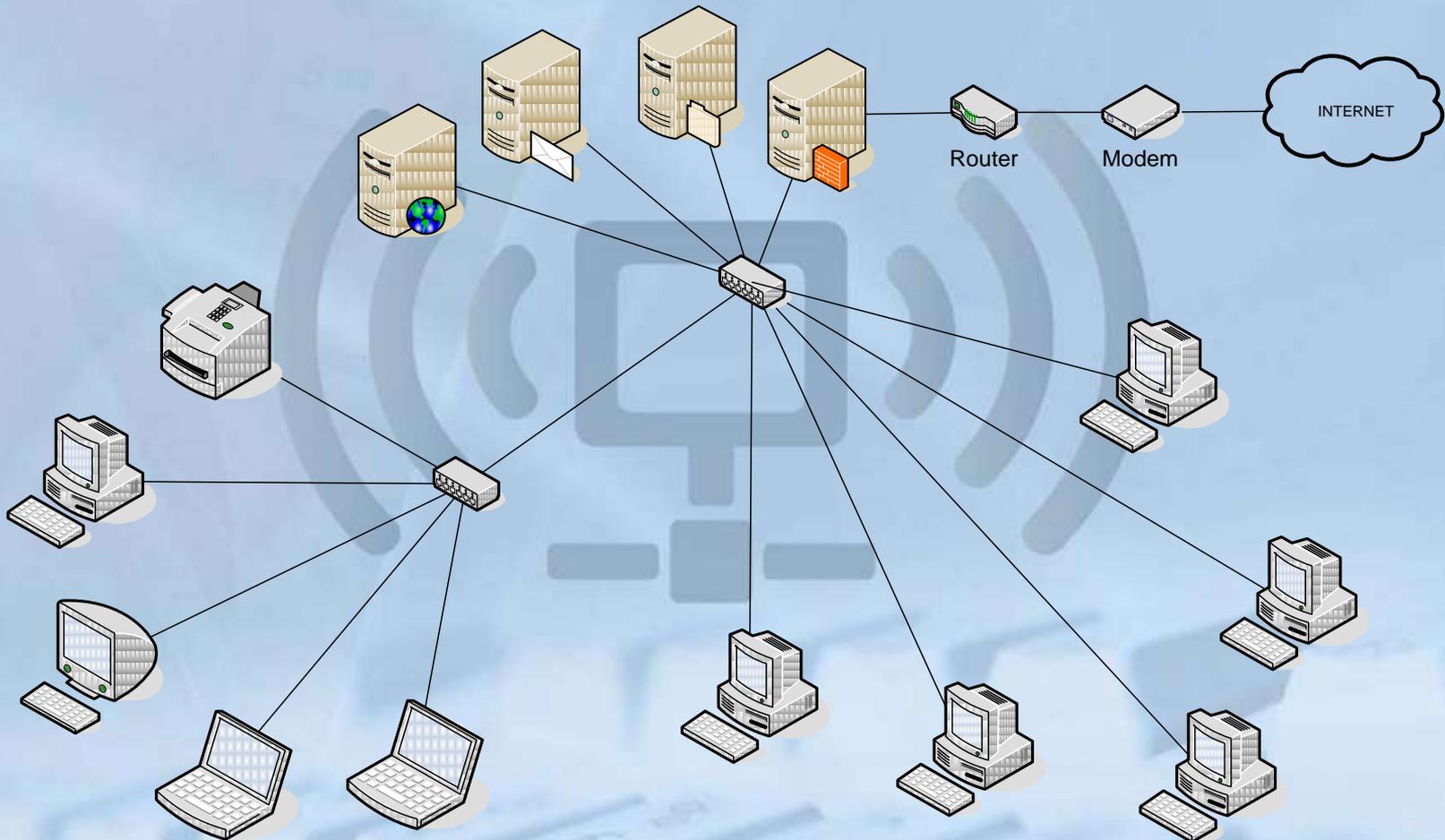
- Mobilidade:
 - O usuário pode se locomover livremente por toda área de alcance da estação base.
- Flexibilidade:
 - Adicionar o usuário a rede não necessitará nenhuma nova estrutura de cabeamento.
 - Simples mudança de Layout da empresa
- Facilidade:
 - Interconectar prédios afastados;
 - Criar uma estrutura de rede em prédios tombados;

Porque utilizar uma Wireless LAN?

- Aumento da disponibilidade do sistema:
 - Redução do Downtime;
- Redução do tempo de instalação
- Economia em links de dados
 - Ligação de uma empresa a outra sem a necessidade de um provedor de link de dados.

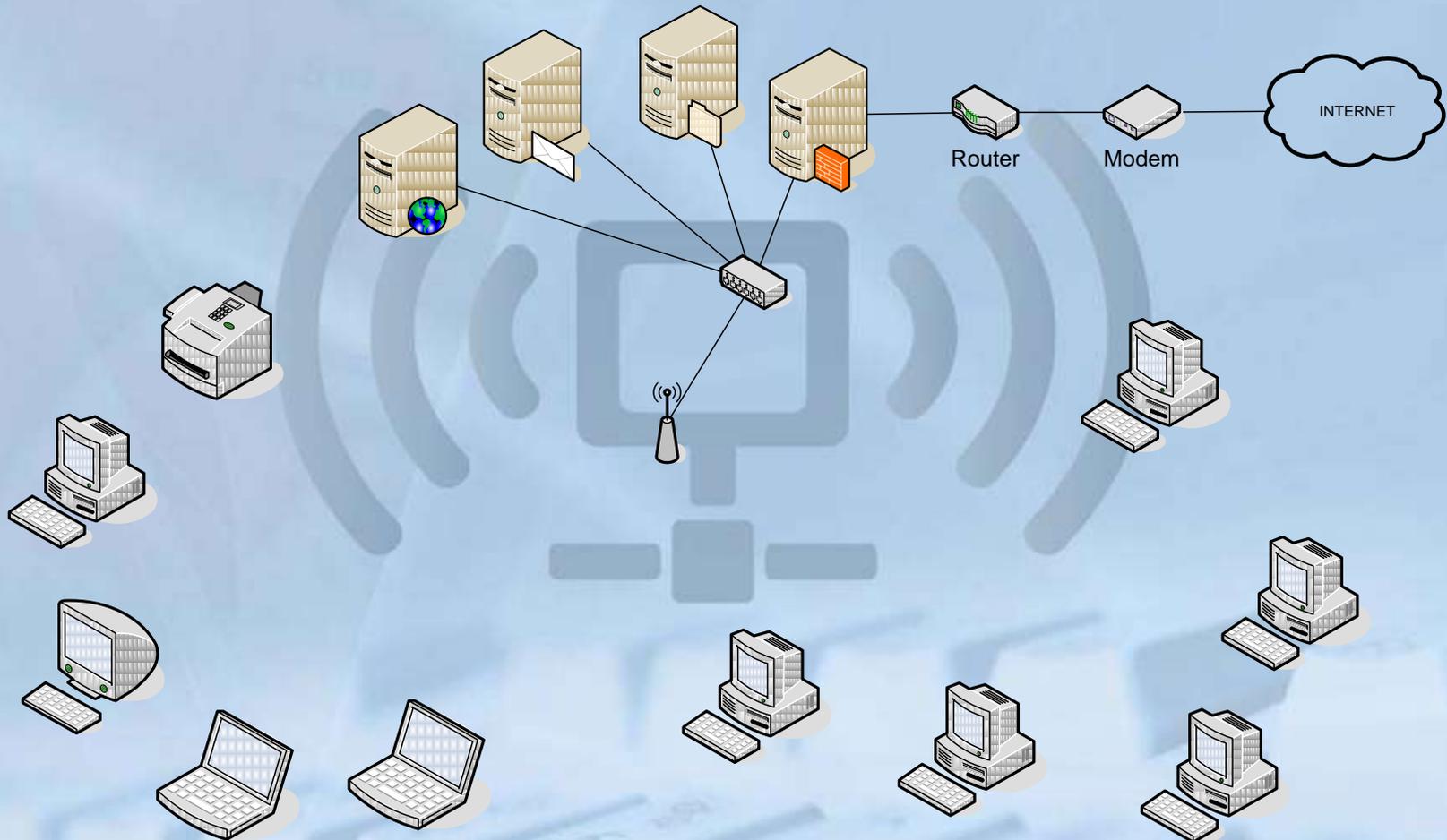
Wireless LAN x Redes LAN Cabeadas

Layout de rede LAN cabeadas comum



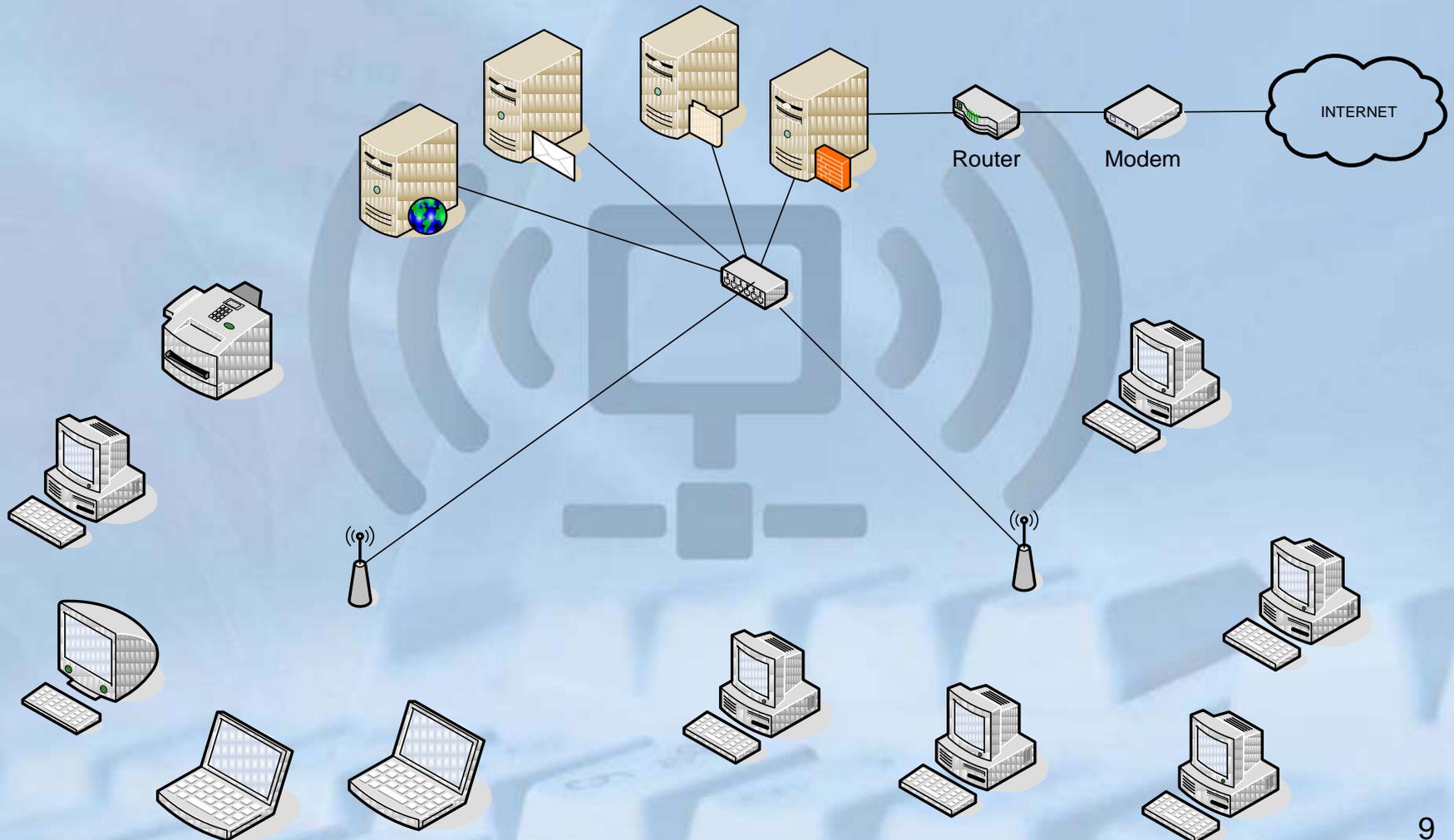
Wireless LAN x Redes LAN Cabeadas

Layout de rede LAN Wireless comum



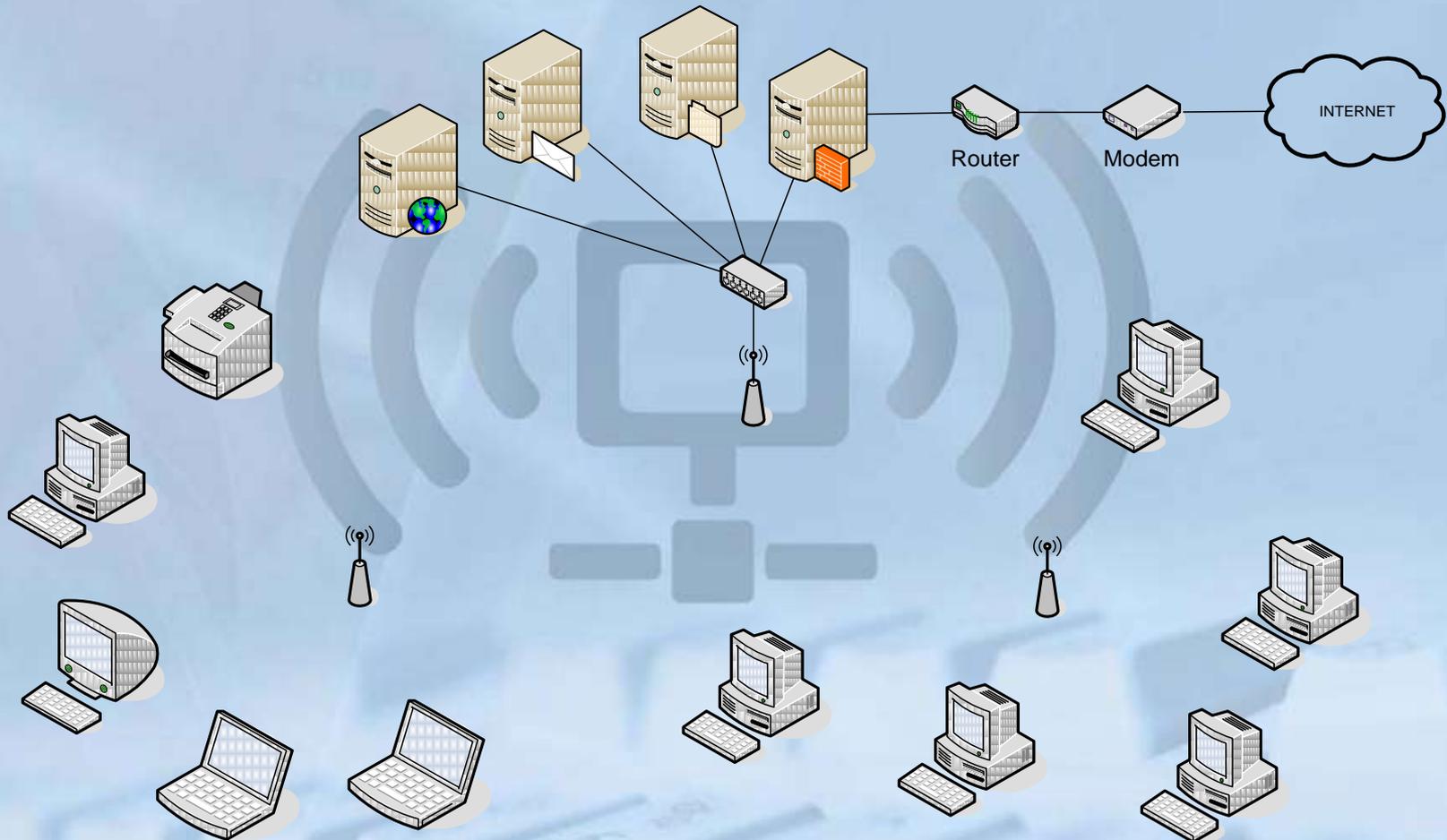
Wireless LAN x Redes LAN Cabeadas

Layout de rede LAN Wireless comum



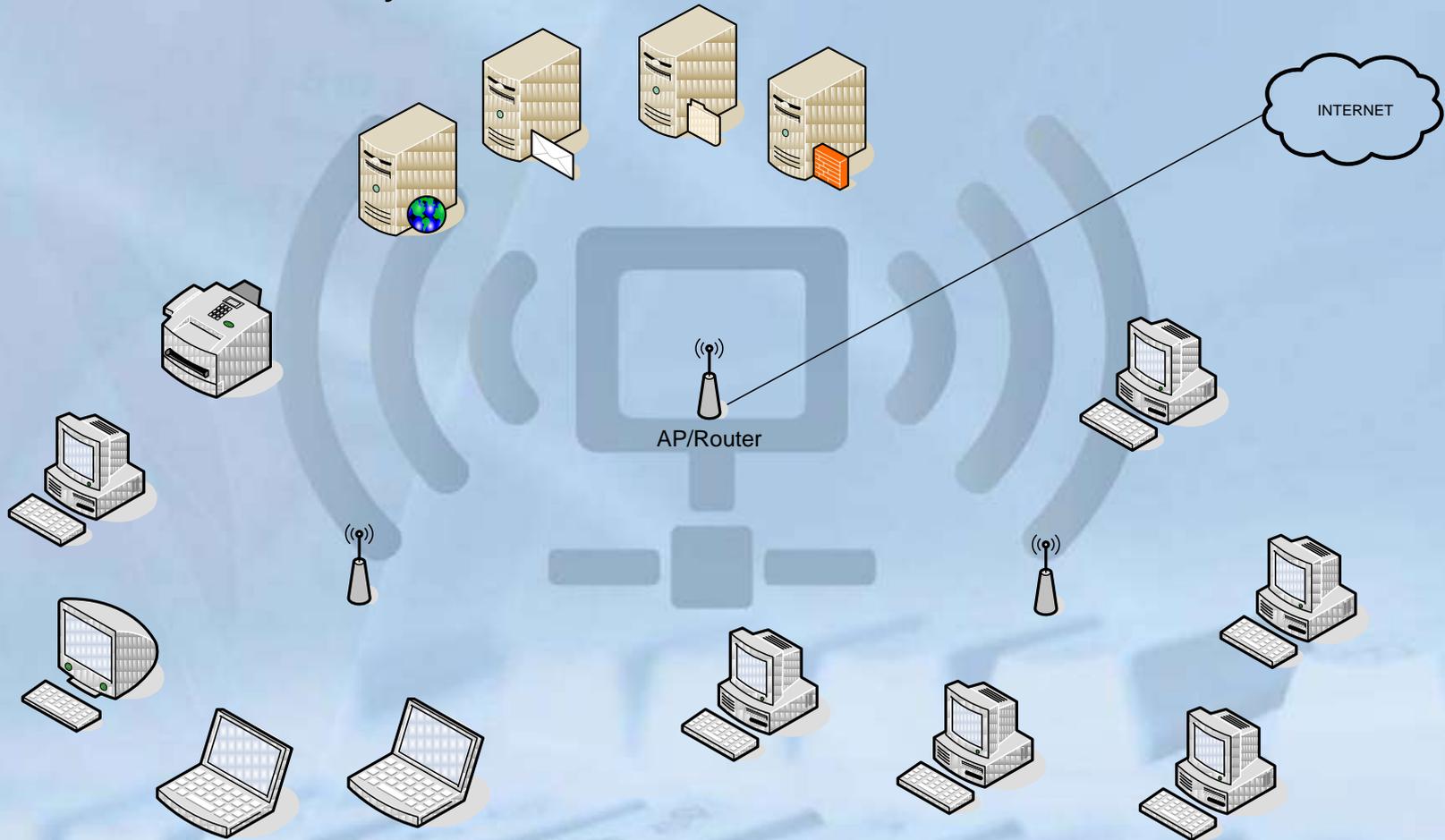
Wireless LAN x Redes LAN Cabeadas

Layout de rede LAN Wireless comum



Wireless LAN x Redes LAN Cabeadas

Layout de rede LAN Wireless comum



PEEEEEEEEEERGUNTA!!

- Qual camada do modelo OSI a rede Wireless opera?



PEEEEEEEEEERGUNTA!!

- Qual camada do modelo OSI a rede Wireless opera?
- 01 – Camada física apenas

Capitulo II

Fundamentos de radiofreqüência



II – Tópicos abordados

- Definição de Radiofreqüência;
- Anatomia da forma da onda;
- Espectro eletromagnético;
- Banda ISM;
- Sistema de comunicação;
- Modulação;
- Comportamento da Radiofreqüência:
 - Relação sinal - ruído;
 - Ganho;
 - Atenuação;
 - Reflexão, Refração, Difração, Espelhamento e absorção;
 - Distorção por múltiplos trajetos;
- Matemática usada em Radiofreqüência:
 - Potências a serem calculadas;
 - Watts e Miliwatt;
 - Logaritmo e Decibéis;
 - Ganho e perda de potência;
 - dBm;
 - dBi;
 - Irradiador Isotrópico;
 - Irradiador Internacional;
 - Eirp.

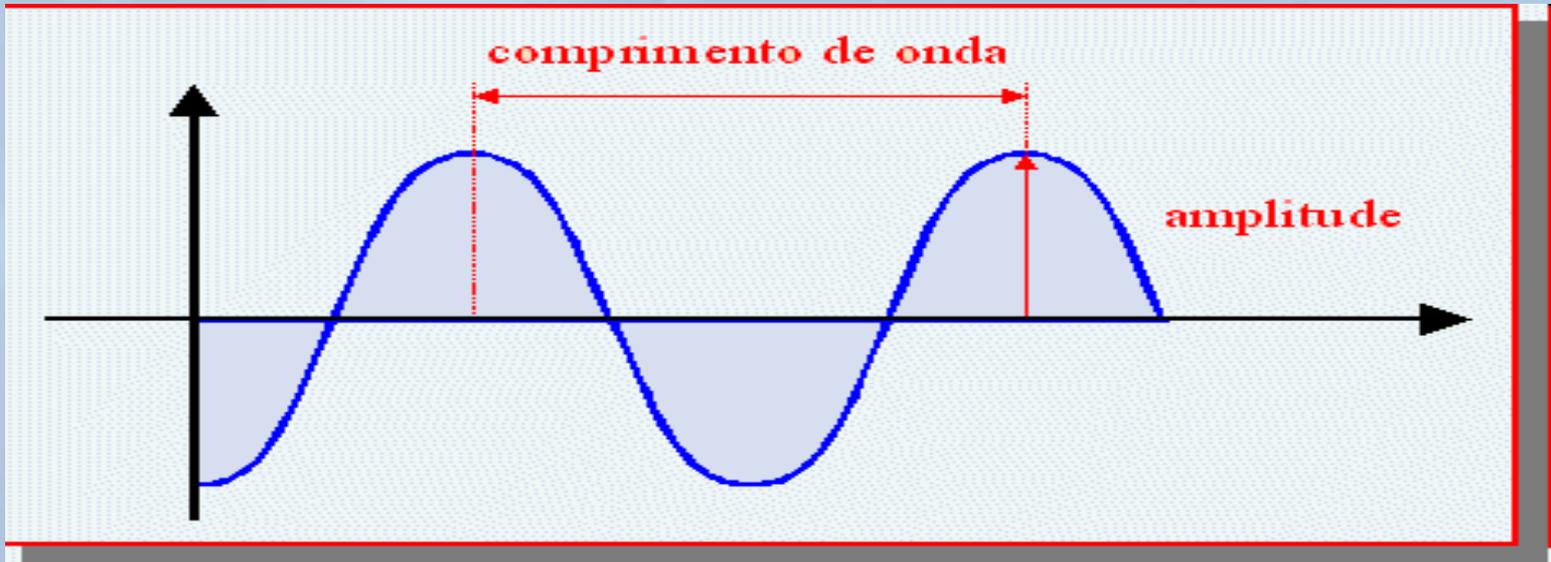
Radiofreqüência - Definição

- RF são correntes alternadas de alta freqüência que passam através de um condutor de cobre e, então, são irradiadas pelo ar através de antenas.
- As antenas transferem a energia do sinal do cabo para o espaço na forma de ondas e vice-versa.
- As ondas de rádio se propagam em todas as direções.

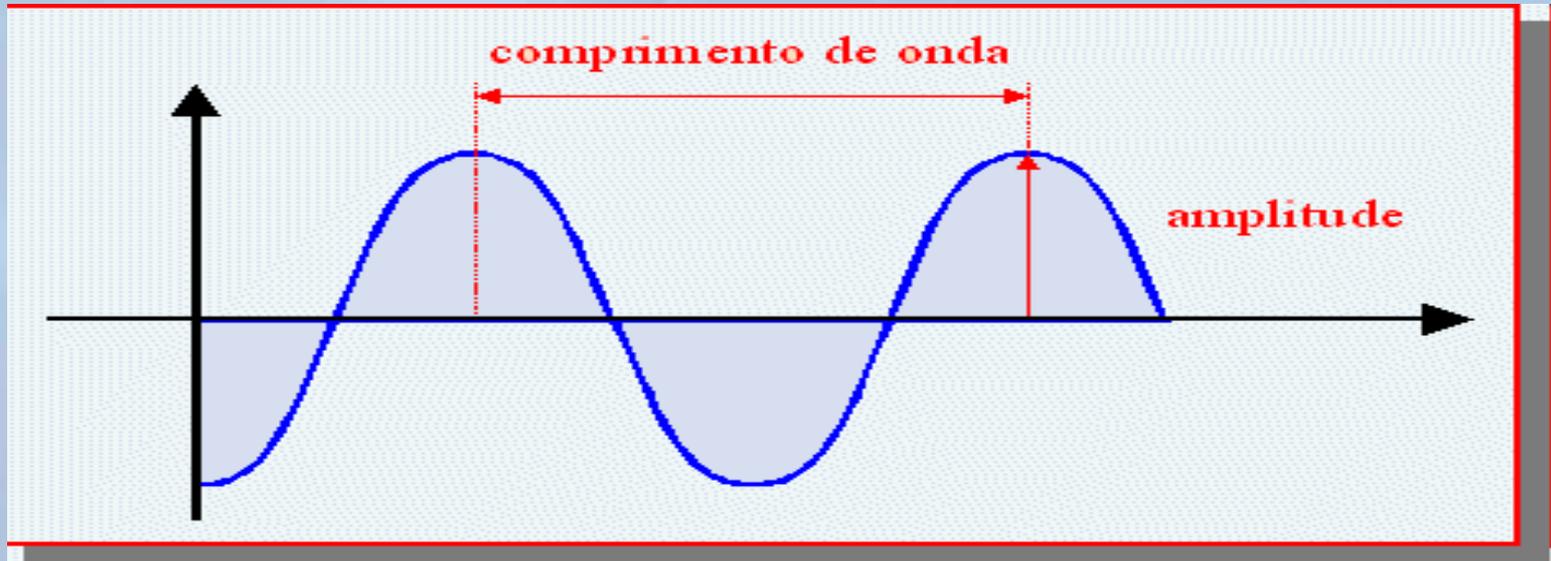
Fazendo uma analogia, a propagação das ondas se assemelham com a superfície de um lago quando se é jogado uma pedra.



Anatomia da Forma de Onda



Anatomia da Forma de Onda



- Algumas propriedades da forma de onda são:
 - v = Velocidade de Propagação:
 - Em metros por segundo a velocidade de propagação no meio equivale a velocidade da Luz para efeitos práticos (**$3,0 \times 10^8$ m/s**).
 - λ = Comprimento da Onda
 - Distancia entre dois pontos correspondentes em um ciclo de onda.
 - f = Freqüência:
 - Numero de ciclos que a onda completa em um segundo.

Curiosidade

- O nosso conjunto receptor de som (ouvido, tímpano e todo o sistema que leva informações ao nosso cérebro) é apenas capaz de tratar ondas sonoras com comprimentos de onda aproximadamente entre 16 centímetros e 8 metros. Cachorros conseguem ouvir sons com comprimentos de onda bem menores, por isto não conseguimos ouvir apitos para chamar cachorros.

- Se sabemos a frequência de um som usamos a fórmula contrária para descobrirmos o comprimento de onda. Vamos imaginar uma frequência de 20.000 Hertz (o limite máximo de vezes por segundo em que uma onda vibra e que nossa audição consegue ouvir). Qual será o comprimento de onda?

330 metros por segundo

20.000 vezes por segundo

- O resultado será 16 centímetros e meio.
- Quanto maior a frequência, mais agudo será o som. Uma flauta emite sons numa frequência muito mais alta que um contrabaixo.

Anatomia da Forma de Onda

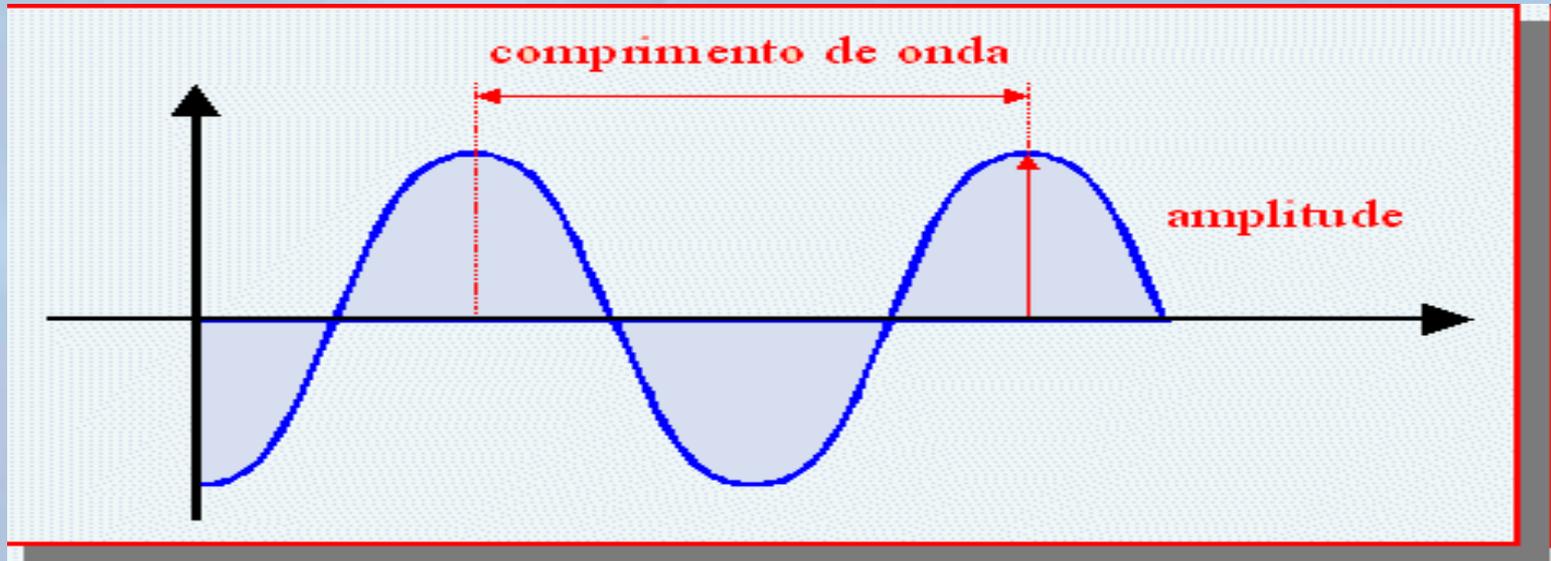
- Já sabemos que o som viaja no ar a uma velocidade de aproximadamente 330 metros por segundo. Quantas vezes então uma pequena partícula de poeira "vibra" no ar em um segundo se o som que estamos ouvindo é de uma onda com 8 metros de comprimento? A resposta é:

330 metros por segundo

8 metros

- O resultado é aproximadamente 41 vezes por segundo. Ao nome "vezes por segundo" convencionou-se chamar Hertz - a unidade de medida de freqüência.

Comprimento de onda



- Como a velocidade da onda é equivalente a velocidade da luz, um segundo após a onda ter sido emitida, ela estará a $3,0 \times 10^8$ de distancia da fonte. Neste mesmo tempo, ocorrem f ciclos, pois a freqüência é o numero de ciclos por segundo. Logo o comprimento da onda é a distancia $3,0 \times 10^8$ m dividida pelo numero de ciclos(f), ou seja:

$$\lambda = v/f = 300/f_{(\text{Mhz})}$$

Comprimento de onda

- O comprimento da onda é inversamente proporcional a freqüência, ou seja, quanto maior a freqüência, menor será o comprimento da onda.

– $f = 2,4 \text{ Ghz}$

$$\lambda = v/f = 300/f_{(\text{Mhz})}$$

$$\lambda = 300 / 2400 =$$

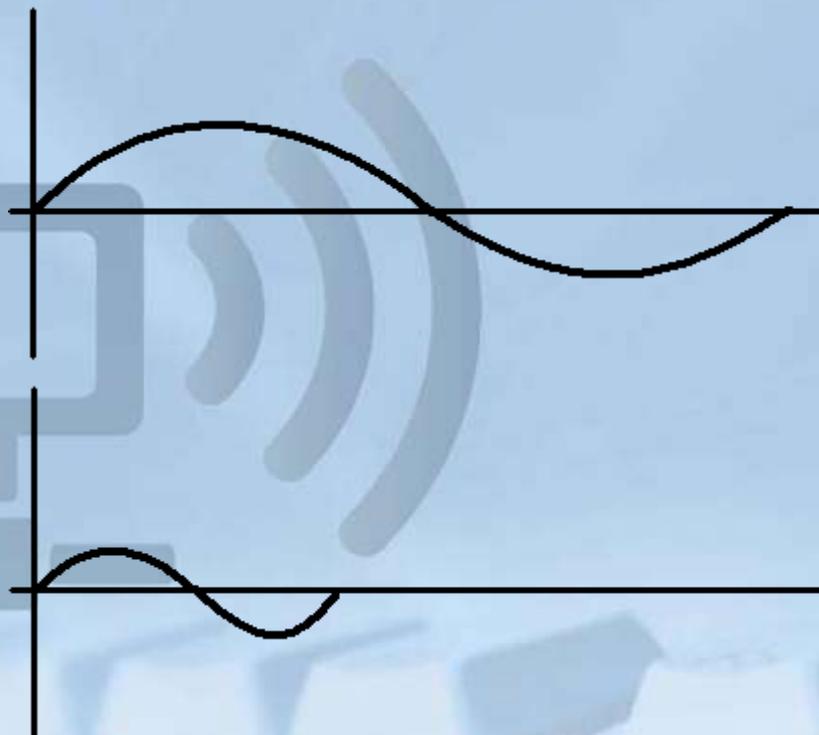
$$\lambda = 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$$

– $f = 5,8 \text{ Ghz}$

$$\lambda = v/f = 300/f_{(\text{Mhz})}$$

$$\lambda = 300 / 5800 =$$

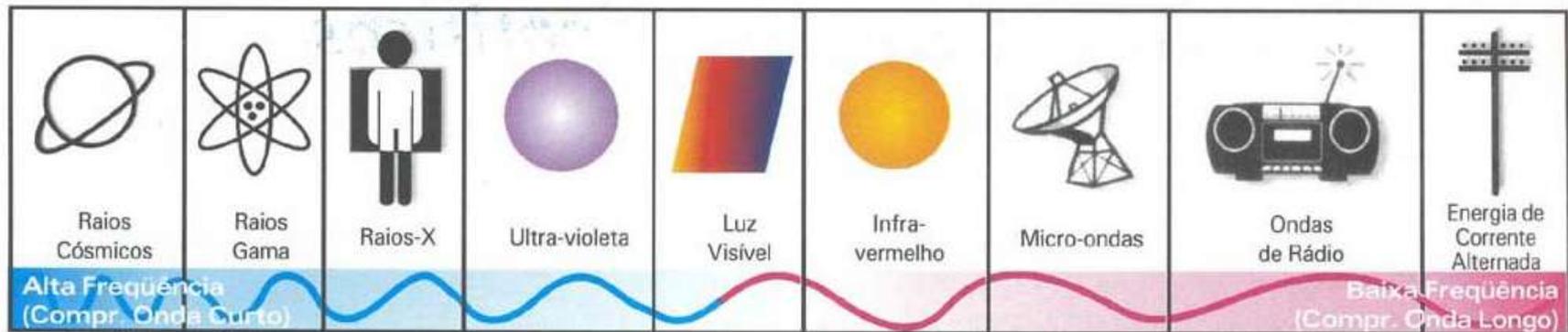
$$\lambda = 0,51 \text{ m} = 5,1 \text{ cm}$$



Se um carro com uma música alta vem em sua direção, você escutará primeiro o grave (baixa freqüência), Isto mostra que a baixa freqüência viaja mais do que a alta freqüência.



Espectro Eletromagnético



Espectro eletromagnético

Rádio	3 KHz – 300 GHz
Microondas	100 MHz – 500 GHz
Infravermelho	500 GHz – 400 THz (Terahertz ou 10^{12} Hz)
Luz visível	400 THz – 750 THz
Luz Ultravioleta	750 THz – 30 PHz (Petahertz, ou 10^{15} Hz)
Raio X	~ 30 PHz - ~ 10 EHz (Exahertz, ou 10^{18} Hz)
Gama	~ 10 EHz – 10 ZHz (Zetahertz, ou 10^{21} Hz)
Raios cósmicos	$> 10^{21}$ Hz

Riscos a saúde

- Em setembro de 1992, o IEEE aprovou o padrão denominado IEEE C95.1-1991.
 - Especifica os níveis de segurança com relação à exposição humana a campos eletromagnéticos na frequência de 3Khz a 300 Ghz.

Riscos a saúde

- Em Novembro de 1992, a American Standart Institute – ANSI, aprovou o documento IEEE C95.1-1991, com a seguinte afirmação:

“não existe nenhum relatório de danos a seres humanos que foram expostos a campos eletromagnéticos dentro dos limites de frequência e de taxas de absorção especificadas pelos padrões anteriores ao da ANSI, incluindo ANSI C95, 1-1982”.

Riscos a saúde

- 18/05/2007 – Health Protection Agency, equivalente ao Ministério da saúde Inglês, conclui que a radiação gerada por redes Wi-Fi é inofensiva para seres humanos.
- Um telefone celular oferece radiação três vezes maior que um router Wi-Fi.
 - Sistemas Wireless operam em baixa potencia, geralmente de 50 a 100 mW, enquanto celulares operam de 600 mW a 3 W.
 - Wireless usa protocolo de Transmissão / Recepção do tipo rajada, enquanto o Celular é orientado a conexão.

Riscos a saúde

- IEEE USAB Enty Position Statement diz:
“Medições têm mostrado que a exposição rotineira de usuários e outras pessoas a transceivers móveis ou portáteis de baixa potencia e telefones celulares não induzem a taxas de absorção de radiofreqüência que excedam qualquer limite máximo permitido de taxa de absorção de energia definido neste guia”

Espectro Eletromagnético

- O uso do espectro de frequência é controlado pelas autoridades governamentais através de processos de licenciamento.
- FCC (Federal Communications Commission)
- ERO (European Radiocommunications Office)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- ITU (International Telecommunication Union).

Espectro Eletromagnético

Designação	Freqüência	Exemplo
Muito Baixa	9 KHz – 30 KHz	Dispositivos de rádio de comunicação da marinha.
Baixa	30 KHz – 300 KHz	Dispositivos de localização e rádio comunicação da marinha e aeronáutica.
Média	300 KHz – 3 MHz	Comunicação de radio marítima e aeronáutica.
Alta	3 MHz – 30 MHz	Rádio amador e satélite, radio astronomia e pesquisa espacial.
Muito Alta	30 MHz – 300 MHz	Radio amador e satélite, Radio FM, TV (canais de 2-13), comunicação móvel por satélite.
Ultra Alta	300 MHz – 3 GHz	Comunicação fixa por satélite, comunicação de satélite metereológico, radio amador, TV (canais 14-36 e 38-69), WLAN, Comunicações móveis terrestres (Celular, Fone sem fio) Radio astronomia e radio de navegação aeronáutica.
Super Alta	3 GHz – 30 GHz	Comunicação entre satélites, WLAN, radar do tempo, comunicações móveis terrestres.
Extremamente Alta	30 GHz – 300 GHz	Pesquisa espacial, satélites de exploração da terra, radio amador, comunicação por satélite, radio astronomia ...

Banda ISM

- Em 1985, o FCC liberou a banda de frequência ISM (Industrial, Scientific and Medical).
 - 900 MHz (902 MHz a 928 MHz)
 - Largura de apenas 26 MHz
 - 2,4 GHz (2,4000 GHz a 2,4835 GHz)
 - Largura de banda de 83,5 MHz
 - 5,0 GHz
 - Divididas pela FCC em 3 faixas com largura de 100MHz cada:
 - Banda Baixa (5,15 GHz a 5,25 GHz): com potencia de 40 mW ideal apenas para aplicações internas.
 - Banda média (5,25 GHz a 5,35 GHz): com potencia de 200 mW, permite ligar edifícios em pequenas distancias.
 - Banda Alta (5,725 GHz a 5,825 GHz): com potencia de 800 mW, permite ligar edifícios em logas distancias.

Sistema de Comunicação

- Compoe-se em três partes:
 - A informação (Banda base)
 - Pode ser Analógico ou Digital
 - O meio
 - Ar, espaço, fios, etc..
 - A portadora
 - Luz, sinal de microondas, sinal elétrico

Se o meio fosse uma estrada, a portadora seria o veículo que transporta a informação.

Modulação de sinal

- Modulação é um processo para facilitar a transferência de informação através do meio.
- Por exemplo:
 - Uma estação de radio imprime (codifica) o som de uma musica em uma onda de rádio (processo de modulação). A estação de radio transmite essa onda de rádio com o dado codificado (musica) em certa freqüência através de uma antena. A antena de seu carro capta as ondas transmitidas conforme a freqüência que você sintonizou no seu carro. O rádio por sua vez, decodifica os dados impressos naquela onda e toca aquela informação através dos alto-falantes.

Fases para transmissão de uma informação



1. Uma portadora é gerada no transmissor;
1. A Portadora é MODULADA (modificada) com a informação a ser transmitida. Mudança na característica do sinal pode “carregar” a informação;
1. A onda portadora é transmitida no meio;
1. No receptor, mudanças confiáveis detectadas no sinal são DEMODULADAS (recuperam o sinal original).

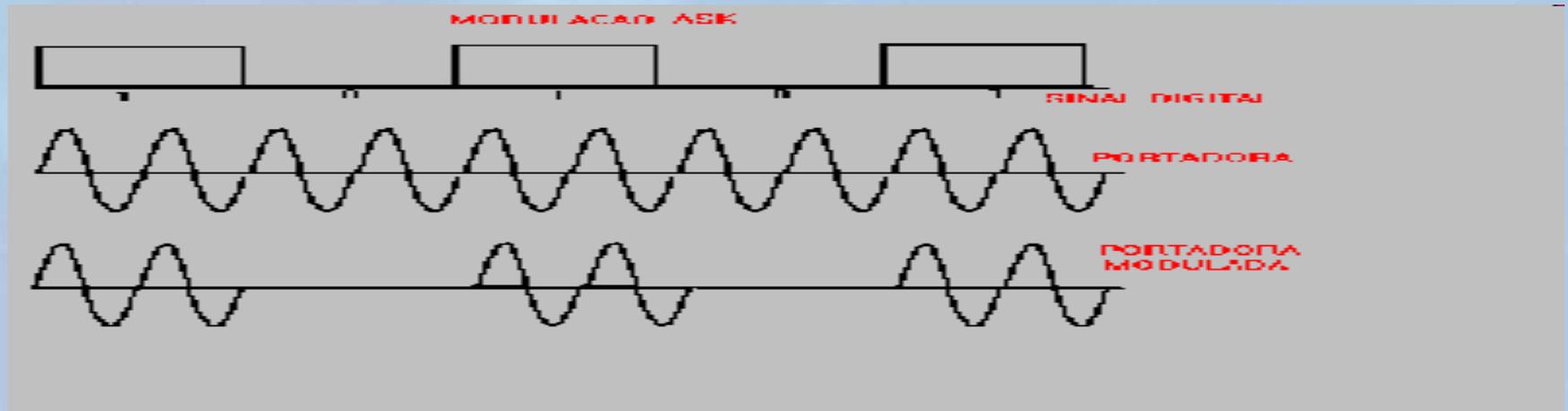
Freqüência da portadora maior que a do sinal

- Aumenta a confiabilidade
- Permite que múltiplos sinais sejam transmitidos ao mesmo tempo sem interferência.
 - Cada freqüência portadora diferente é chamada de canal.
- Tamanho das antenas (tamanho é proporcional ao comprimento de onda do sinal transmitido).

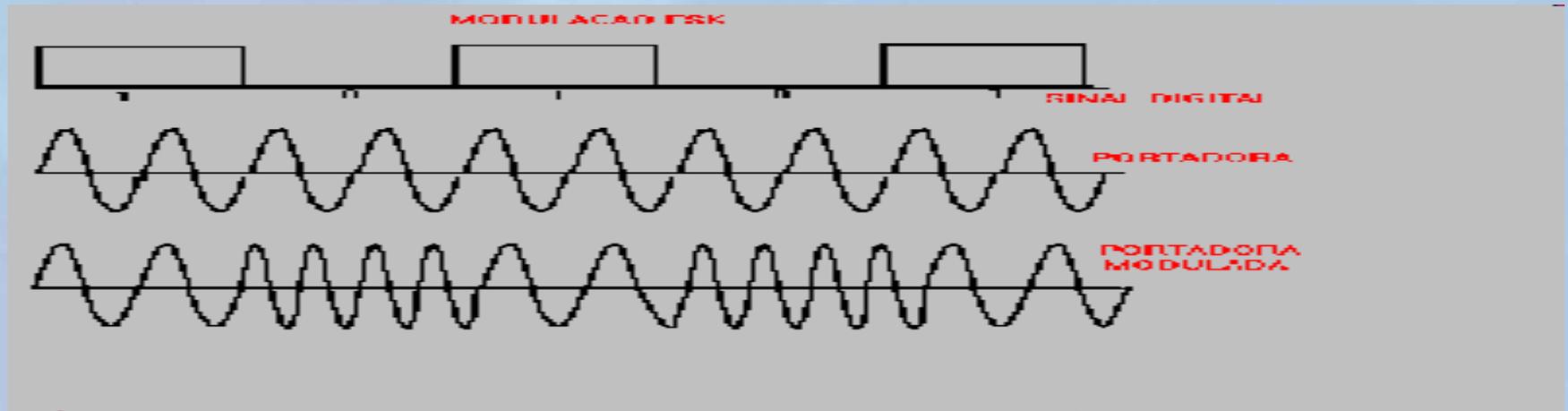
Tipos de modulação

- Modulação por deslocamento de amplitude (Amplitude Shift Keying - ASK)
- Modulação por deslocamento de frequência (Frequency Shift Keying – FSK)
- Modulação por deslocamento de fase (Pulse Shift Keying – PSK)

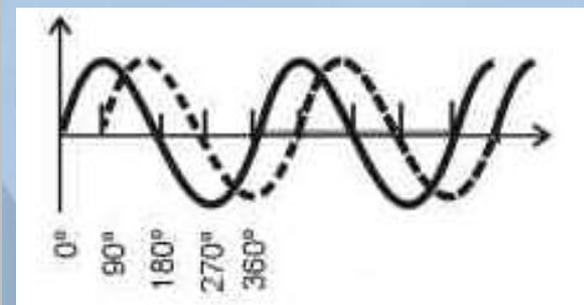
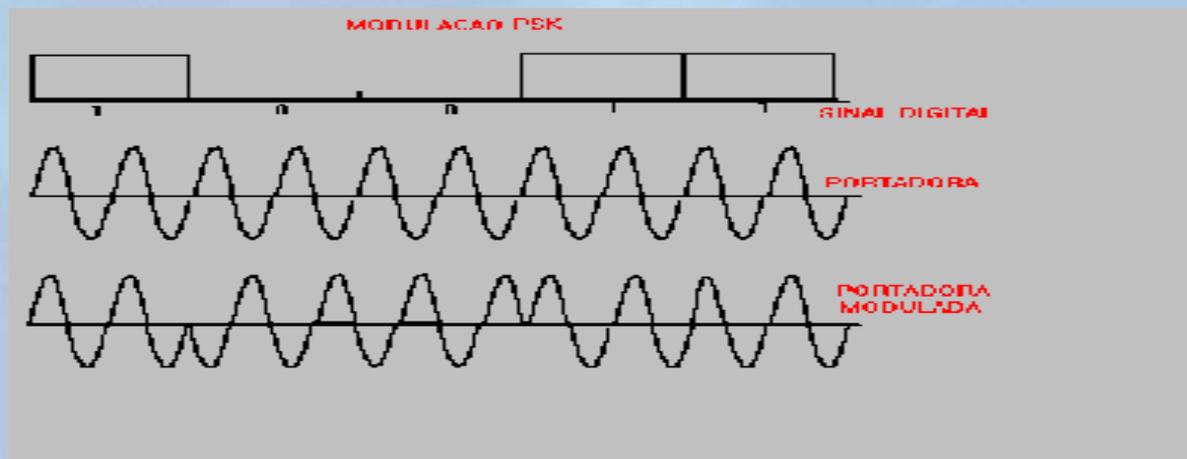
Modulação por deslocamento de amplitude (Amplitude Shift Keying - ASK)



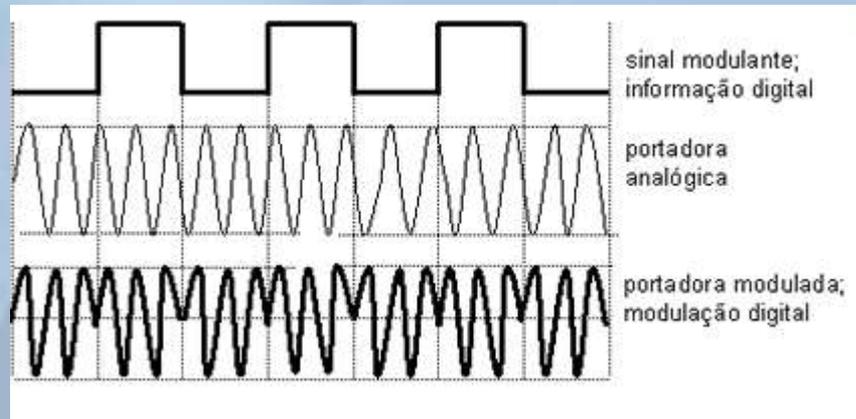
Modulação por deslocamento de frequência (Frequency Shift Keying – FSK)



Modulação por deslocamento de fase (Pulse Shift Keying – PSK)



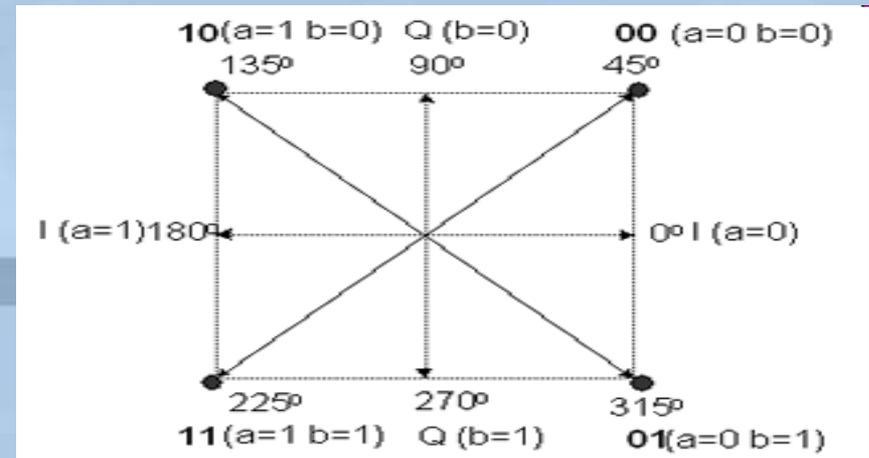
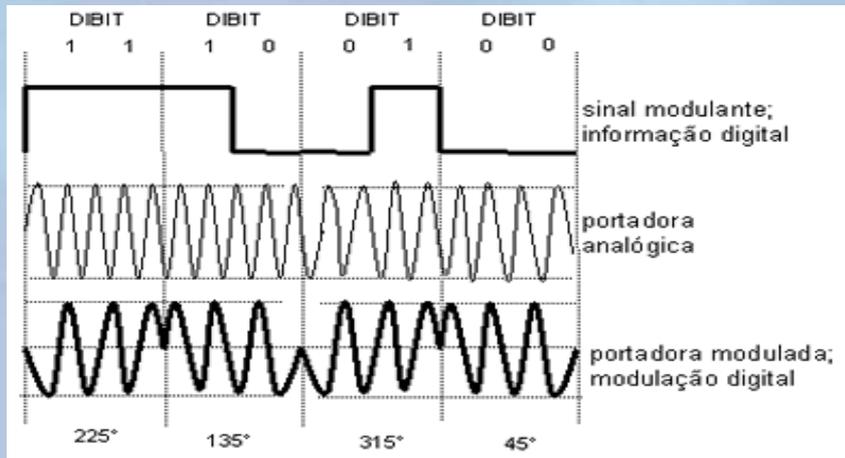
Bi Phase Shift Keying – BPSK)



- Quando o sinal modulante é um sinal digital binário, o sinal modulado “chaveará” entre duas fases acompanhando o sinal de entrada.
- A forma mais usual de implementação da modulação BPSK é termos fase de 0 180 (inversão de fase de um estado para o outro).
- Também é conhecida por PRK – Phase eversal Keying.

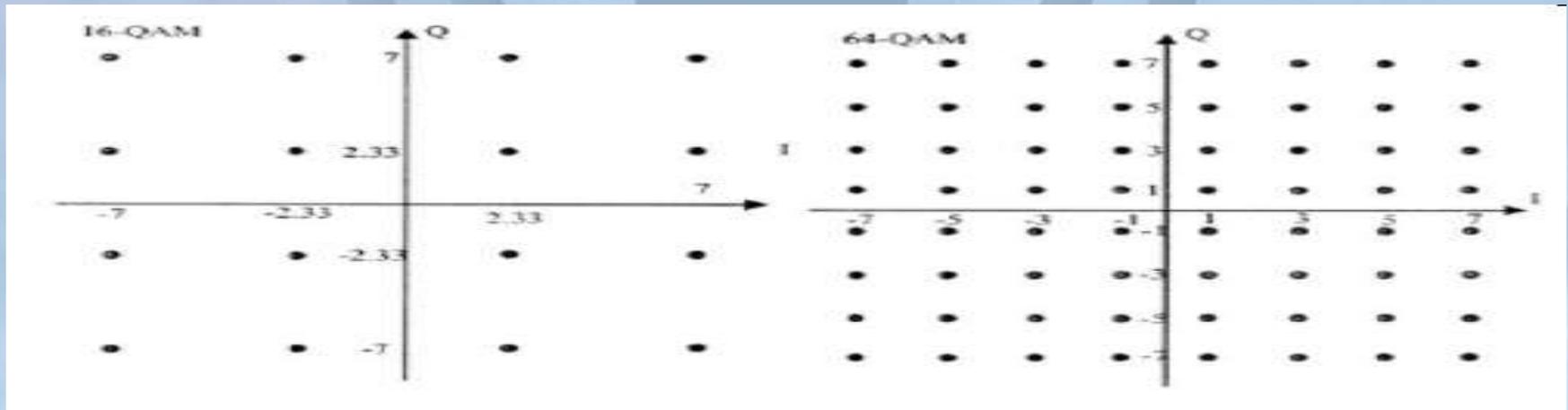
MODULAÇÃO DIGITAL POR DESVIO DE FASE EM QUADRATURA

QPSK – Quaternary Phase Shift Keying



QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

- Nesta forma de modulação, os símbolos são mapeados em um diagrama de fase e quadratura, sendo que cada símbolo apresenta uma distância específica da origem do diagrama que representa a sua amplitude, diferentemente da modulação PSK, na qual todos os símbolos estão a igual distância da origem. Isto significa que as informações são inseridas nos parâmetros de amplitude e quadratura da onda portadora.
- No caso do 16 QAM, a constelação apresenta 16 símbolos, sendo 4 em cada quadrante do diagrama, o que significa que cada símbolo representa 4 bits. Podemos ter também, por exemplo, o modo 64 QAM, cuja constelação apresenta 64 símbolos, cada um deles representando 6 bits. A figura abaixo mostra as constelações geradas pelos dois modos QAM mencionados acima:



CCK (Complementary Code Keying)

- A modulação CCK é uma forma de espalhamento espectral utilizando códigos complementares binários. Portanto, para se entender a modulação CCK, precisa-se primeiramente saber o que são os códigos complementares binários.
- Os códigos binários complementares são seqüências de mesmo comprimento, sendo que o número de pares de elementos iguais com uma separação determinada dentro de uma seqüência é igual ao número de pares de elementos diferentes com esta mesma separação dentro da seqüência complementar e vice-versa. Seqüências complementares possuem autocorrelação nula.
- Permite taxas de até 11Mbps

Radiofreqüência – relação sinal / ruído

- A relação sinal – ruído descreve a potencia do sinal comparada com a potencia do ruído no fundo.
- A potencia de uma onda EM é medida em watts, ou mais precisamente pela relação logarítmica da força do sinal dividido por 1 miliwatt. Essa relação logarítmica é chamada de decibéis acima de um miliwatt (dBm).

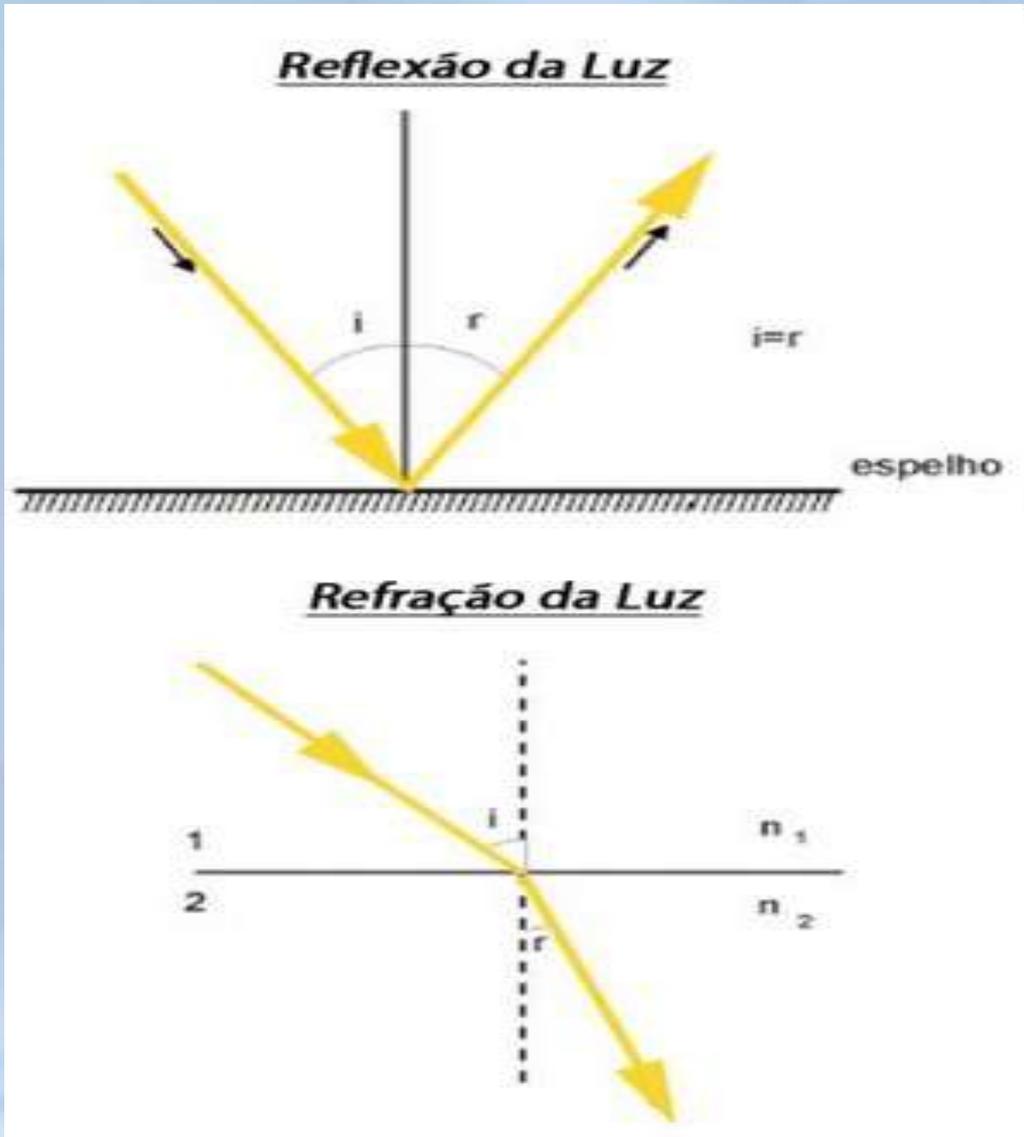
Radiofreqüência – ganho

- Ganho
 - Aumento da amplitude do sinal de RF
 - Obtido por processo:
 - **Ativo:** uso de fonte de energia externa (amplificador) ou aumento da energia do transmissor.
 - **Passivo:** Sinal refletido combina-se com sinal principal;
 - Diretividade de uma antena

Radiofreqüência – Atenuação

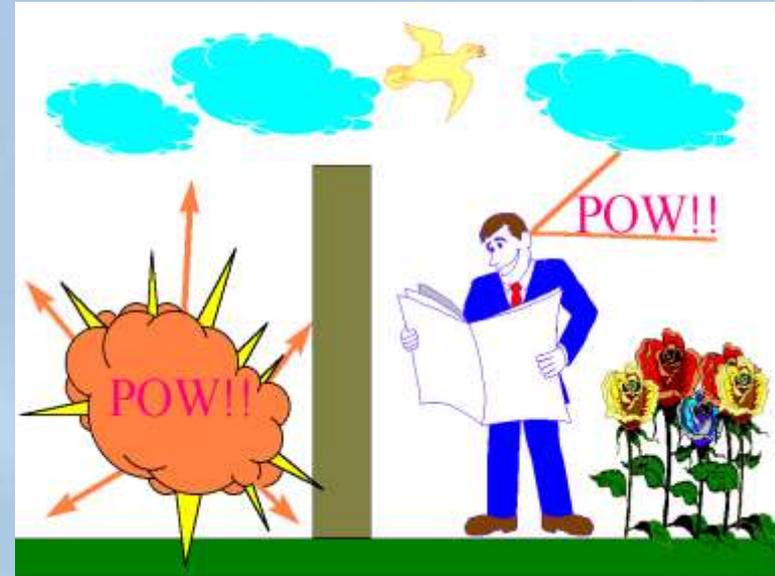
- Redução na força do sinal causados por:
 - Distância da fonte de propagação;
 - Objetos no caminho da onda propagada;
 - Umidade (altas freqüências não penetram bem na água).
 - Resistência de cabos e conectores
 - Descasamento de impedância nos cabos e conectores;
 - Inclusão Intencional de atenuadores;

Radiofreqüência – Efeitos de obstáculos

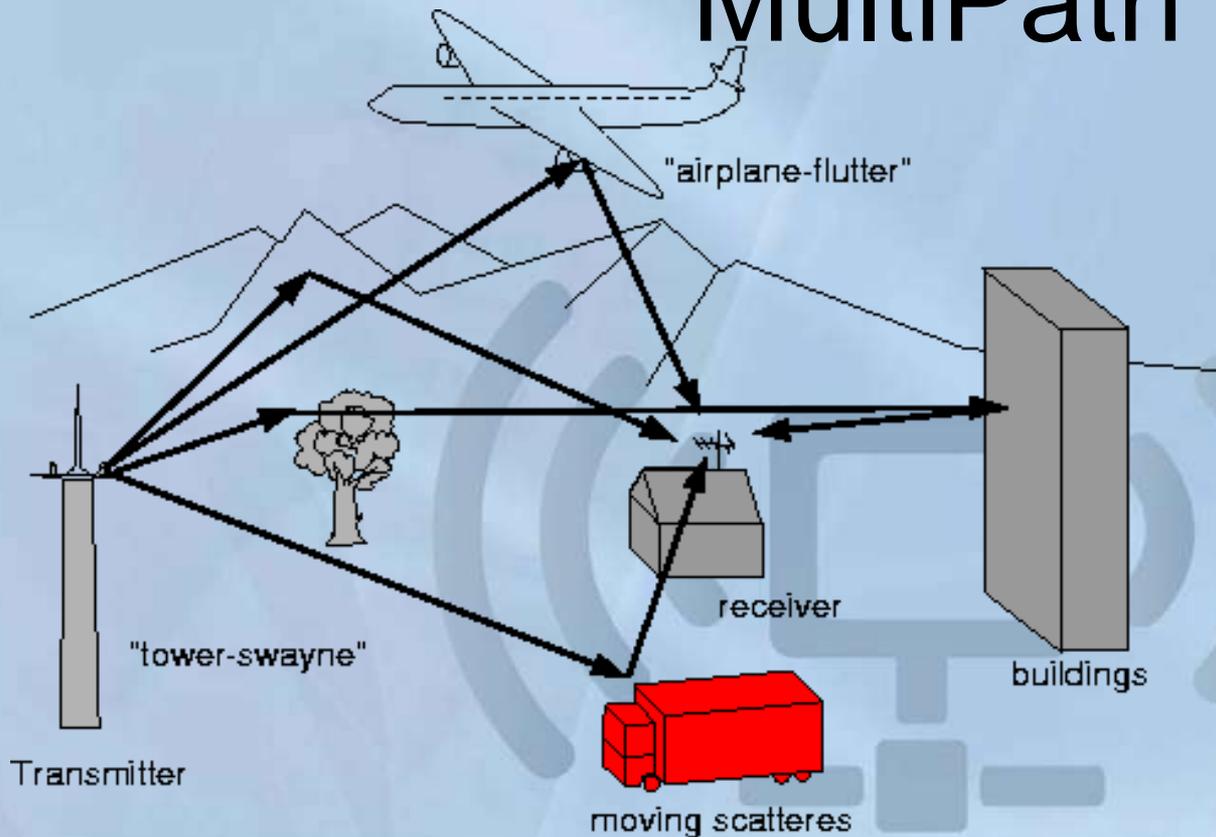


Radiofreqüência – Difração

- É possível ouvir o som produzido por uma explosão que se situa atrás de um muro delimitador, mesmo que este tenha grande espessura de tal forma que as ondas sonoras não consigam atravessá-lo. Da mesma forma, se algum membro da sua família que está trancado sozinho num dos quartos colocar uma música num volume bem alto num aparelho de som potente, todos os outros irão reclamar (principalmente os que não apreciarem o tipo da música escolhida). Deste modo, percebemos que o som (e todos os outros tipos de ondas) tem a capacidade de contornar obstáculos. A esta habilidade definiu-se o nome de **DIFRAÇÃO**, que ocorre devido ao fato do comprimento de onda dos sons variarem de alguns centímetros a vários metros, de forma que estas ondas longitudinais acabam sendo "grandes" em comparação com as aberturas e obstáculos frequentemente encontrados na natureza.



MultiPath



O Rayleigh fading pode causar:

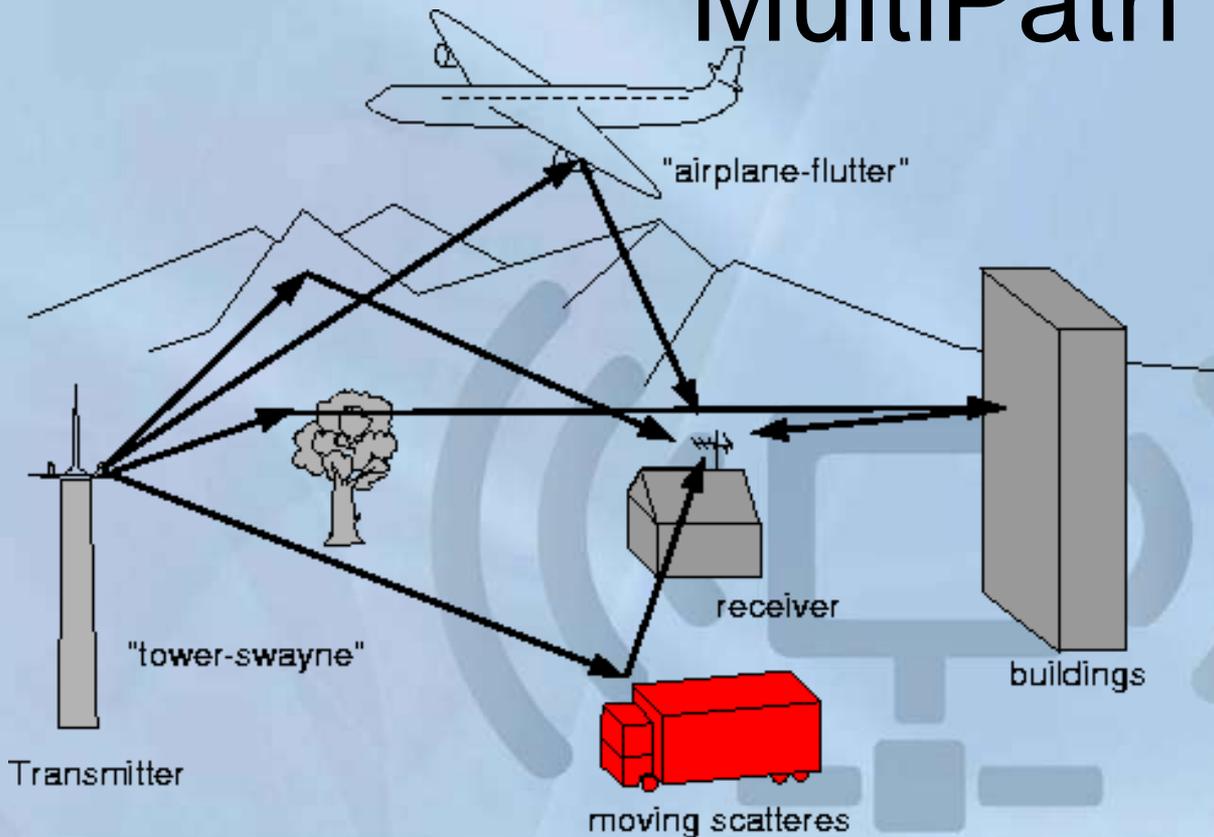
Downfade: Decrescimo da força do sinal. Ocorre quando múltiplos sinais chegam ao mesmo tempo no receptor com defasagens em relação a onda principal.

Upfase: Aumento da força do sinal.

Cancelamento

Corrupção do dado: Dificuldade do receptor em demodular o sinal.

MultiPath



Problema resolvido com diversidade de antenas



O Rayleigh fading pode causar:

Downfade: Decrescimo da força do sinal. Ocorre quando múltiplos sinais chegam ao mesmo tempo no receptor com defasagens em relação a onda principal.

Upfase: Aumento da força do sinal.

Cancelamento

Corrupção do dado: Dificuldade do receptor em demodular o sinal.

Radiofreqüência – Absorção

- A onda é absorvida pelo obstáculo, pilhas e papel são altamente absorventes.



Radiofreqüência – Um pouco da matemática

- Potencias a serem calculadas em uma Wireless LAN
 - Potencia de saída do transmissor;
 - Perda e ganho dos dispositivos de conexão entre o transmissor e a antena;
 - Potencia do ultimo conector antes do sinal entrar na antena;
 - Potencia de saída da Antena;

Radiofreqüência – Um pouco da matemática

- **Watts**

- Quantidade de energia transferida numa unidade de tempo.

- $$P = \Delta E / \Delta t$$

- Onde ΔE é a quantidade de energia transferida. 1 Joule de energia em um segundo, nos teremos 1 watt (W) de potencia.

- **Miliwatt (mW)**

- Miliwatt – 1/1000 watts ;

- Potencia típica em wireless LAN:

- Até 100mW em um único segmento wireless típico;

- Access Point normalmente enrradiam de 30 mW a 100mW

Radiofreqüência – Um pouco da matemática

- Logaritmo

- Em se tratando de RF, o logaritmo é o expoente para qual o numero 10 deve ser elevado para encontrar um valor dado.

- Ex: Se o numero dado é 1000

Log de 1000 = 3 pois $10^3 = 1000$

Representa-se como **$\log_{10} 1000 = 3$**

Genericamente:

$$\mathbf{a^c = b \text{ então } \log_a b = c}$$

$a > 0$ e diferente de 1 e $b > 0$

Radiofrequência – Um pouco da matemática

- $\log 100 = 2$
- $\log 1000 = 3$
- $\log 10000 = 4$
- $\log 2 = 0,3010$
- $\log 3 = 0,4771$
- $\log 4 = 0,6020$
- $\log 5 = 0,6989$

Radiofreqüência – Um pouco da matemática

- Decibel

- Unidade de comparação de níveis de potência

Razão de Entrada / Saída = $P_{saída} / P_{entrada}$

Ganho em dB = $10 \log P_{saída} / P_{entrada}$

O bel é a relação entre duas grandezas de potências. Por exemplo, a diferença de potencia recebida por um computador que receba 1mW de potencia oriundos de um AP que transmitiu 100mW é de 2bel.

$$\text{Log } P_{AP}/P_{Computador} = \log 100/1 = 2\text{bel ou } 20\text{dB}$$

Radiofreqüência – Um pouco da matemática

- Ganho e perda:

- Ganho:

- Quando a potência de saída for maior que a potencia de entrada.

- Ex: um **amplificador** usado parra amplificar um sinal de entrada de **1mW**, fornecendo uma saída de **200mw**, apresenta um aumento de:

$$10\log(P_{\text{saída}}/P_{\text{entrada}})$$

$$10\log(\frac{200\text{mW}}{1\text{mw}}) = 23\text{dB de ganho}$$

- Perda: ex: atenuador

- Quando a potência de entrada for maior que a potencia de saída.

- Ex: Um **atenuador** com potencia de entrada de **20mW** e saída de **10mW** apresentará perda de:

$$10\log(P_{\text{entrada}}/P_{\text{saída}})$$

$$10\log(\frac{20\text{mW}}{10\text{mw}}) = - 3\text{dB de perda}$$

Radiofreqüência – Um pouco da matemática

- Quando o valor for calculado na potencia de mW, damos o valor de perda ou ganho de dBm
- $P_{\text{(em dBm)}} = 10 \log P_{\text{(em mW)}}$
- $P_{\text{(mW)}} = 10^{(\text{dBm}/10)}$
 - +3dB dobrará a potencia em watt, ou sejam 10mW + 3dB ~ 20 mW.
 - -3dB divide por dois a potencia em watt, ou seja, 100mW – 3dB ~ 50mW.
 - +10dB multiplica por 10.
 - -10dB divide por 10.

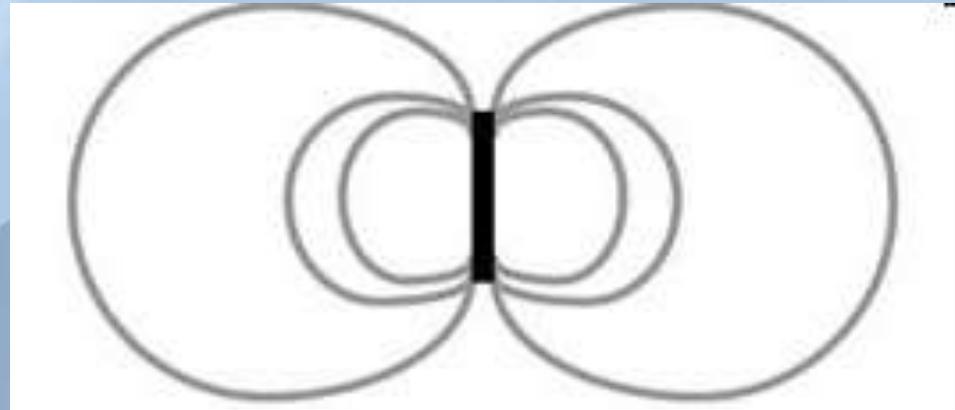
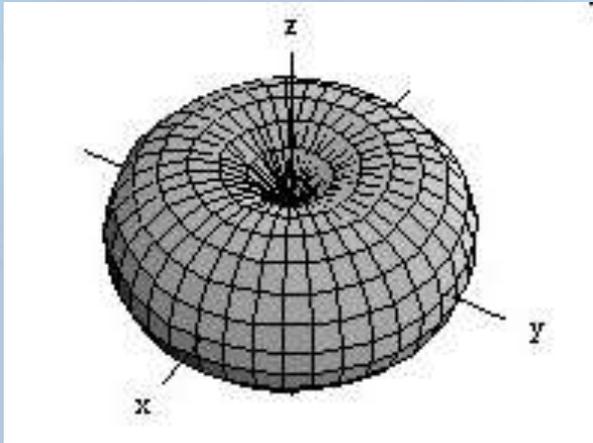
Radiofrequência – Um pouco da matemática

- Exemplos:

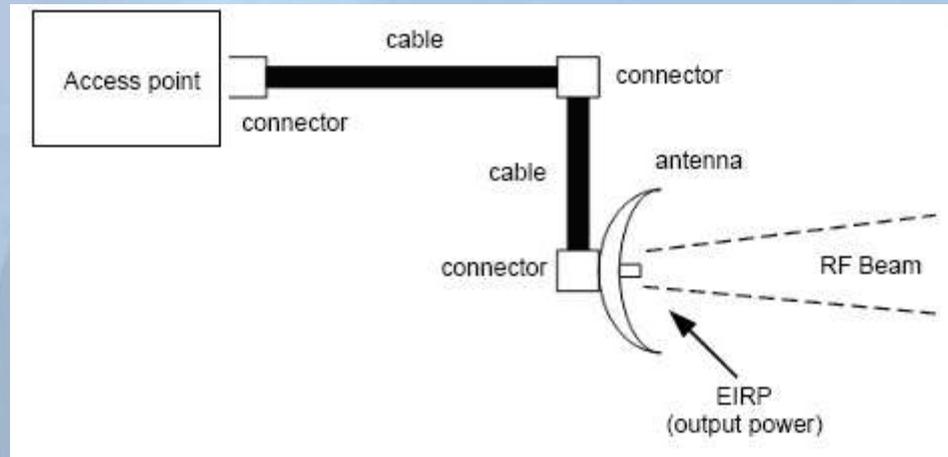
+33dBm em 1mW resulta em 2000mW ou 2W

-26dBm em 1mW resulta em 0,0025 mW

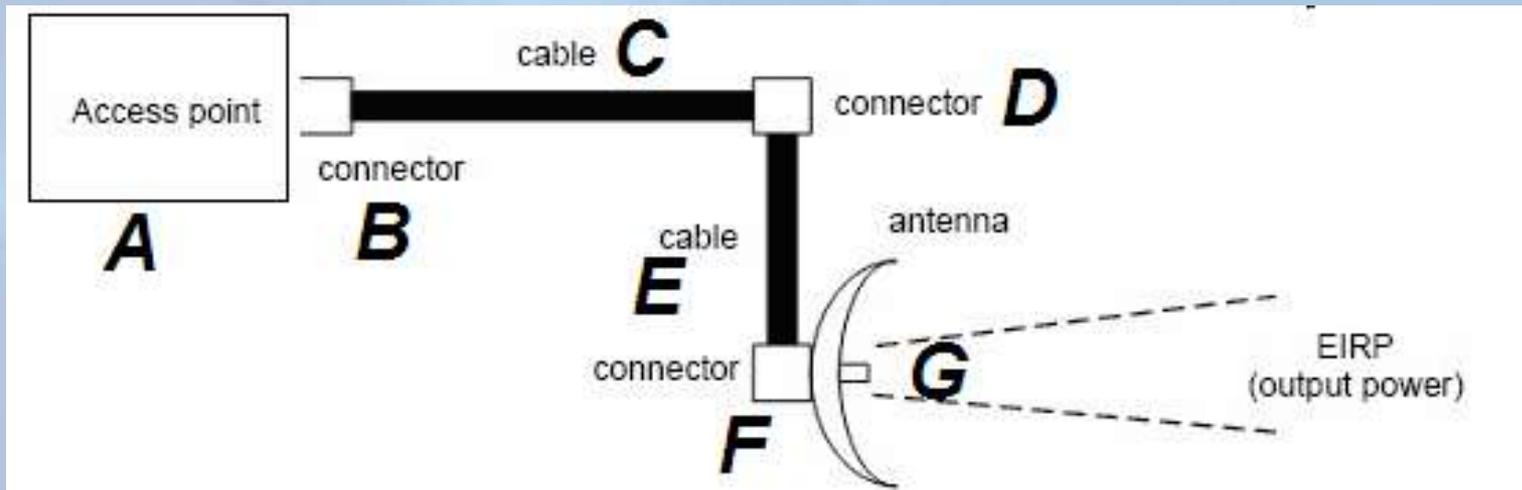
Irradiador Isotrópico



EIRP (Equivalent Isotropic Irradiated Power)



EIRP (Equivalent Isotropic Irradiated Power)



$$-3-6-3-6-3+30 = 9\text{dB}$$

$$9\text{dB} = 3\text{dB} + 3\text{dB} + 3\text{dB}$$

$$100\text{mW} \times 2 \times 2 \times 2 = 800\text{mW}$$

$$\text{EIRP} = 800\text{mW}$$

Ou seja...

Pra medir a onda!

$$\lambda = 300/f(\text{Mhz})$$

Pra ganhar ou perder!!

$$\text{Razão de Entrada / Saída} = \frac{P_{\text{saída}}}{P_{\text{entrada}}}$$

$$\text{Ganho em dB} = 10 \log \frac{P_{\text{saída}}}{P_{\text{entrada}}}$$

Pra converter!!

$$P_{(\text{dBm})} = 10 \times \log P_{(\text{mW})}$$

$$P_{(\text{mW})} = 10^{(\text{dBm}/10)}$$

Pesca ai!!

$$\log 100 = 2$$

$$\log 2 = 0,3010$$

$$\log 1000 = 3$$

$$\log 3 = 0,4771$$

$$\log 10000 = 4$$

$$\log 4 = 0,6020$$

$$\log 5 = 0,6989$$

Exercício I – Radiofrequência

1. Qual o tamanho do dipolo ideal para sintonizar a rádio oficial do forró 102,3 Mhz ?
2. Qual unidade de medida é usada para quantificar perda ou ganho de potencia de um sinal RF?
3. O que é EIRP?
4. Na RF 1 Watt representa quantos dBm?
5. Qual comportamento de RF é definido como a mudança de uma onda quando passa através de meios de densidades diferentes?
6. Dado um wireless bridge com 200mW de potencia de saída, conectado através de um cabo com 6dB de perda e uma antena de 9dBi de ganho, qual é o EIRP da antena em mW e dBm?
7. Dado um AP com potencia de saída de 20dBm, conectado através de um cabo com 6dB a um amplificador de 10dB, então através de um cabo com 3dB e uma antena de com 6dBi, qual o EIRP em dBm e mW?
8. Quais matérias abaixo podem causar reflexão de sinal de RF?
 - Metal
 - Arvores
 - Asfalto de uma rodovia
 - Lago
 - Piso carpetado
 - Parede
9. Quais os seguintes itens podem causar refração de sinal de RF?
 - Mudança de temperatura do ar
 - Mudança na pressão do ar
 - Umidade
 - Fumaça
 - Vento
 - Raios
10. Ao fazer um projeto de rede sem fio local, quais das opções abaixo devem ser observadas pelo projetista, a fim de prever mudanças no comportamento do sinal de RF?
 - Volume de papel
 - Temperatura interna
 - Densidade de usuários
 - Parede de gesso
 - Vidraça

Licenciamento para aplicações ponto a multiponto em 2,4 GHz

Regulamento para 2,4000 a 2,4835 GHz	EIRP	População	Licenciamento das estações
Resolução 367 – ANATEL (06/04/2005)	> 400 mW	≥ 500 mil habitantes	SIM (PPDUR+Fistel)
Resolução 365 – ANATEL (10/05/2004)	≤ 400 mW	≥ 500 mil habitantes	Não
	> 400 mW	< 500 mil habitantes	Não
	< 400 mW	< 500 mil habitantes	Não

Limites de potencia em aplicações ponto-a-multiponto em 2,400 a 2,4835 GHz e 5,725 a 5,850 GHz

- Resolução ANATEL n.365 (10/05/2004) e n.367 (06/04/2005)

<i>Reduzir a P_{Tx} pela quantidade que o ganho da antena exceder a 6dBi. (Art. 43, Res. 365 e Art. 7, Res. 397)</i>				
Potencia máxima de saída do Tx		Ganho da Antena (dBi)	e.i.r.p.	
mW	dBm		Watt	dBm
1.000	30	6	4	36
500	27	9		
250	24	12		
125	21	15		
63	18	18		
32	15	21		
15	12	24		
8	9	27		

Limites de potencia em aplicações ponto-a-ponto em 2,400 a 2,4835 GHz e 5,725 a 5,850 GHz

- Resolução ANATEL n.365 (10/05/2004) e n.367 (06/04/2005)

Em 2,4 GHz reduzir 1dB na P_{Tx} para cada 3dB que o ganho da antena exceder a 6dBi (Art. 43, Res. 365).

Potencia máxima de saída do Tx		Ganho da Antena (dBi)	e.i.r.p.	
mW	dBm		mW	dBm
1.000	30	6	4.000	36
795	29	9	6.300	38
630	28	12	10.000	40
500	27	15	15.848	42
400	26	18	25.118	44
316	25	21	39.810	46
250	24	24	63.095	48
200	23	27	100.000	50
100	20	36	398.107	56

Limites de potencia em aplicações ponto-a-ponto em 2,400 a 2,4835 GHz

- A potencia do transmissor deve ser de no máximo 1W (Art 41, Res. 365 e Art.5, Res. 397).
- Os sistemas de serviço fixo podem fazer uso de antenas com ganho direcional superior a 6dBi, desde que a potencia do transmissor seja reduzida 1dB para cada 3dB de ganho direcional que exceder os 6dBi.
- Ex:
 - Um transmissor de 1W (30 dBm) com antena de de 12 dBi, portanto excedendo 3dB duas vezes os 6dBi, então deverá ser reduzido 2dB:
 - $30 \text{ dB} - 2\text{dB} = 28\text{dBm}$, ou 0,62W e e.i.r.p será de $28\text{dBm} + 12\text{dBi} = 40\text{dBm}$ ou 10W.

Limites de potencia em aplicações ponto-a-ponto em 5,725 a 5,850 GHz

- De acordo com o Art. 43, Resolução 365 em aplicações ponto-a-ponto em 5,725 a 5,850 GHz podem fazer uso de antenas de transmissão com ganho direcional superior a 6dBi sem a necessidade de redução da potencia do transmissor.

Limites de potencia em aplicações na faixa de 5GHz

- Resolução n.365 – ANATEL (10/05/2004): Art. 43,45,46,47,49,50.

Essas Faixas são de aplicações nomádicas.	Faixas de freqüência (GHz)	DFS	e.i.r.p. máximo	
			Com TPC	Sem TPC
	5,150 – 5,250	Não	200 mW	100 mW
	5,250 – 5,350	Sim		
	5,470 – 5,725	Sim	1 W	500 mW

- DFS – Dynamic Frequency Selection (Seleção dinâmica de freqüência)
- TPC – Transmit Power Control (Controle de potencia de transmissão com fator mínimo de 3dB)

Considerações quanto a estação de radiocomunicação

- Estão isentos de licenciamento para instalação e funcionamento;
- Operam em caráter secundário;
- Se caracterizar serviço de telecomunicações, o pretador de serviço deve obedecer a Resolução n.272 de 09/08/2001;

Capitulo III – Espalhamento de Espectro



Tecnologias de RF para Wireless LAN

- Banda Estreita
- InfraRed (Alta Freqüência)
- Spread Spectrum e OFDM

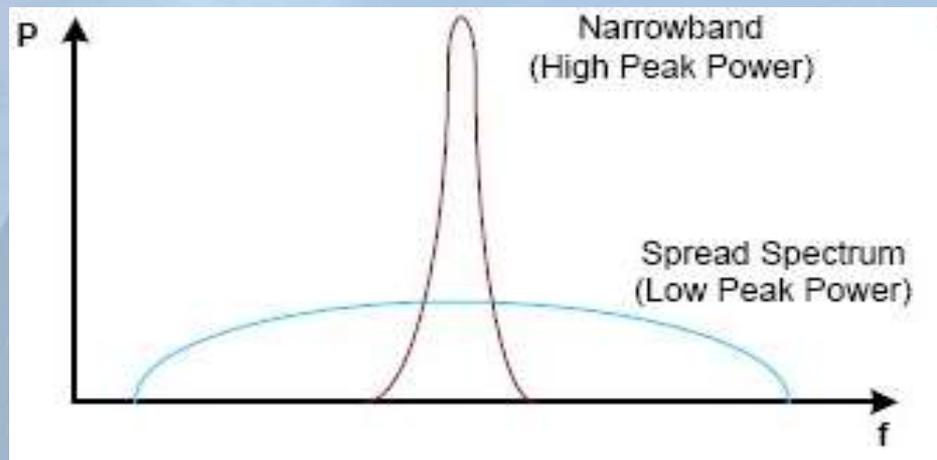
Transmissão em banda estreita

- Largura de Banda
 - Walk Talk – 3,0 KHz;
 - Rádio FM – 175 MHz;
 - Televisão – 4,5 Hz;
- Transmissão de baixa qualidade;
- Facilmente obstruído;
- Ruídos são sinais de banda estreita com potencia maior a do sinal desejado;
 - Para ser recebida, o sinal deve-se manter acima do nível de ruído ou ruído de fundo (noise floor). Como a banda é estreita, um alta pico de potência assegura a recepção do sinal.

InfraRed

- Trabalha em alta frequência, abaixo da luz visível no espectro eletromagnético.
 - Assim como a luz visível, não pode atravessar objetos opacos, limitando o seu alcance.

Transmissão por Difusão de Espectro (Spread Spectrum)



Spread Spectrum

- As principais características de um sinal Spread Spectrum (Grande largura de banda e baixa potência), faz com que ele se assemelhe a um sinal de ruído. Como receptores não irão interceptar nem decodificar um sinal de ruído, isso cria uma espécie de canal de comunicação seguro. Essa segurança foi o que encorajou o meio militar nos anos 50 e 60 a usar a tecnologia. Obviamente que essa segurança deixava de ser válida se mais alguém usasse a tecnologia.
- Nos anos 80, o FCC criou uma série de regras que tornava disponível a tecnologia para o público, encorajando sua pesquisa e comercialização. Essa atitude não influenciou o meio militar porque as bandas e as técnicas de modulação usadas pelo público eram diferentes. Desde então a tecnologia tem sido usada em telefones sem fio, GPS, telefones celulares e mais recentemente em WLANs. Embora haja muitas implementações da tecnologia, somente dois tipos são regulamentados pelo FCC; o FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) e o DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).

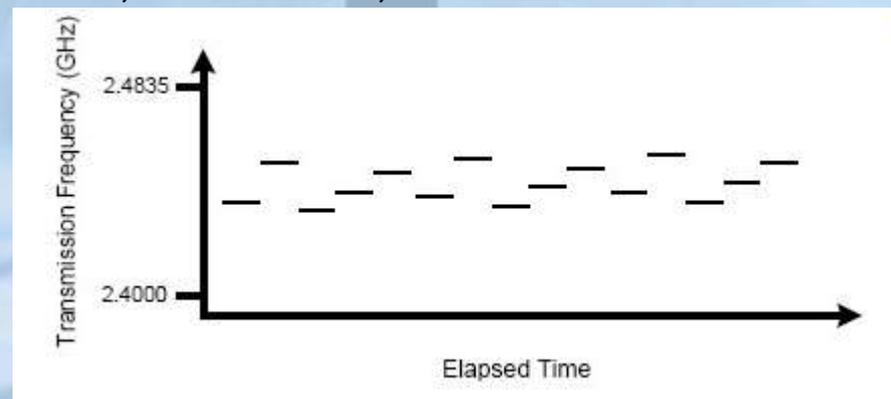
Curiosidade

- A Atriz Hedy Lamarr e o compositor George Antheil desenvolveram e patentearam a técnica com o nome de sistema de comunicação secreto em 1940.



FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

- FHSS é uma técnica que usa a agilidade de frequência para espalhar os dados. Essa “agilidade” pode ser entendida como a mudança repentina da frequência de transmissão dentro da faixa de RF utilizável. No caso das WLANs, a banda utilizável dentro da 2.4 GHz ISM é a de 83.5 MHz, segundo regulamentado pelo FCC e o IEEE 802.11.
- A portadora muda a frequência de acordo com uma seqüência pseudo-randômica. Essa seqüência nada mais é que uma lista de frequências que a portadora irá pular em intervalos de tempo especificados. O transmissor usa essa seqüência para selecionar suas frequências de transmissão. A portadora permanecerá em uma frequência por um determinado período de tempo e depois pulará para a próxima. Quando a lista de frequências chegar ao final, o transmissor repetirá a seqüência. A Figura abaixo ilustra um sistema de FHSS usando uma seqüência de 5 frequências : 2.449 GHz, 2.452 GHz, 2.448 GHz, 2.450 GHz, 2.451 GHz.



FHSS (Frequency Hope Spread Spectrum)

- O IEEE 802.11 especifica taxa de dados de 1Mbps e 2Mbps para sistemas FHSS. Para que eles sejam compatíveis com o padrão 802.11 , devem operar na banda 2.4 GHz ISM.
- No máximo 79 rádios sincronizados podem ser usados, mas o fato de cada rádio necessitar de sincronização precisa com os outros sem causar interferência, torna o custo desses sistemas proibitivo e geralmente não é considerado como uma opção.
- Se forem usados rádios não-sincronizados, o limite cai para 26, levando-se em conta uma WLAN de médio tráfego.
- O aumento significativo do tráfego ou a transferência de grandes arquivos faz com que esse limite caia ainda mais, para 15.
 - Se esse limite não for respeitado, haverá interferência entre os sistemas, aumentando o número de colisões, reduzindo drasticamente o throughput da WLAN.

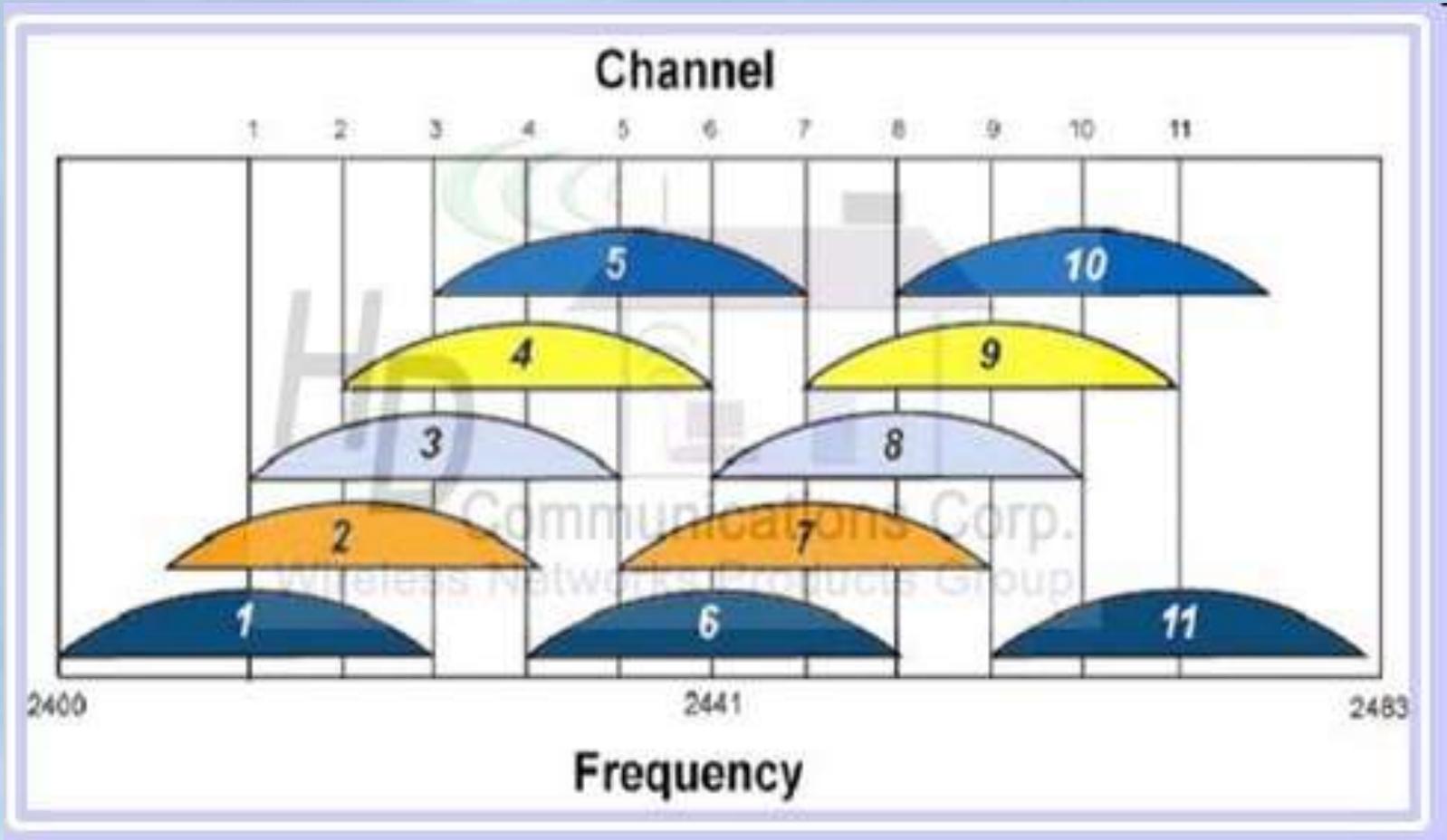
DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

- DSSS é o método de envio de dados em que os sistemas de transmissão e recepção são ambos um conjunto de frequências de 22 MHz de largura, sendo a mais conhecida e mais utilizada das tecnologias de espalhamento.
- Combina um sinal de dados na transmissão com uma alta taxa de seqüência de bit rate, conhecida como chipping code ou ganho de processamento. Quanto maior for o ganho de processamento maior será a resistência do sinal a interferências. Embora o FCC estipule como um mínimo um ganho de processamento de 10, muitos fabricantes trabalham com um ganho de processamento da ordem de 20.
- O processo de Direct Sequence, que são as duas primeiras iniciais do DSSS, começa com uma portadora sendo modulada com uma seqüência de código. O número de “chips” no código irá determinar como ocorrerá o espalhamento e o número de chips por bit e velocidade da codificação em chips por segundo, irá determinar qual será a taxa de dados.
- Sua popularidade, principalmente em relação ao FHSS, está baseado na facilidade de implementação e altas taxas de transmissão devido a largura do canal. A maioria dos equipamentos WLAN hoje em dia usa essa técnica de transmissão.

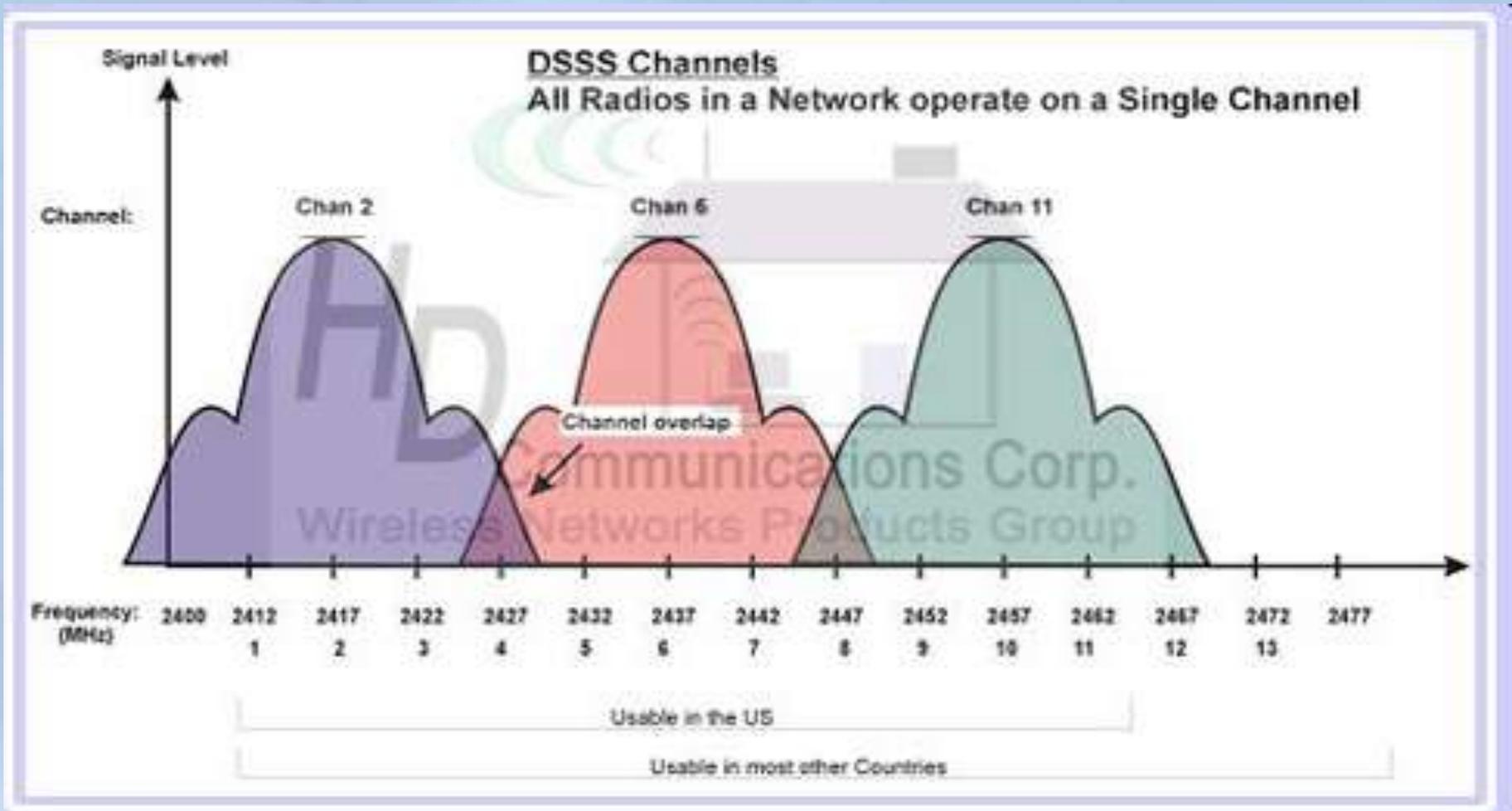
DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

Domínio Regulador	Canais Permitidos
USA (FCC), Canadá (IC)	1 a 11 (2,412 a 2,462 GHz)
Europa (excluindo França e Espanha)	1 a 13 (2,412 a 2,472 GHz)
França	10 a 13 (2,457 a 2,472 GHz)
Espanha	10 a 11 (2,457 a 2,462 GHz)
Japão	1 a 14 (2,412 a 2,484 GHz)

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)



DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)



Co-localização de Access Point

- Possibilidades de instalar múltiplos APs em uma mesma área;
- FHSS permite muito mais APs na mesma área que o DSSS, pois o FH usa 79 canais de 1 MHz enquanto o DS permite apenas 3 sem interferência.
- Para o mesmo throughput necessita-se muito mais equipamentos para o FHSS que o DSSS.
 - DSSS 3 APs x 11Mbps = 33 Mbps
 - FHSS 16 APs x 2 Mbps = 32 Mbps

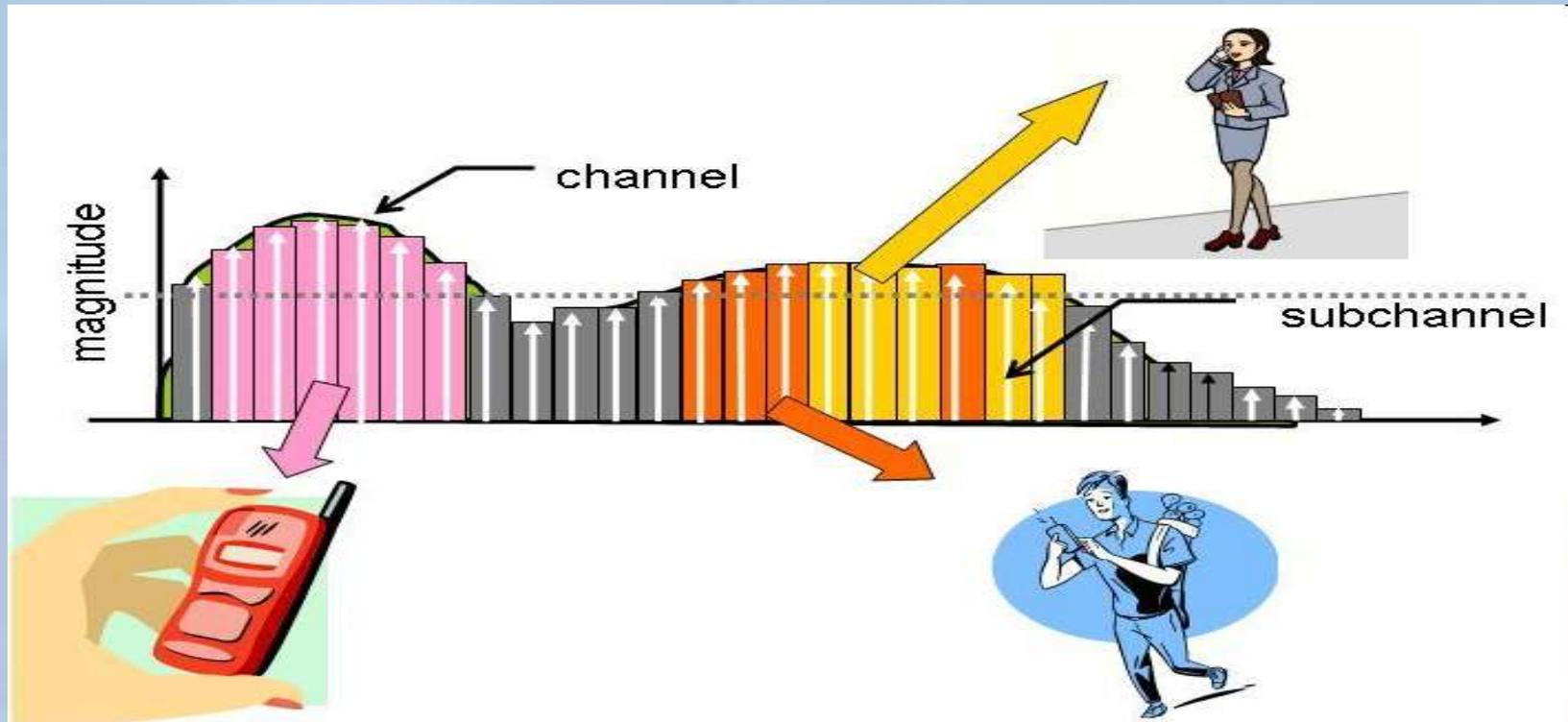
Modulação + Espalhamento

Espalhamento	Modulação	Tx de Dados (Mbps)
2,4 GHz DSSS	BPSK	1
	QPSK	2
2,4 GHz DSSS + CCK	QPSK	5,5
		11
2,4 GHz FHSS	2GFSK	1
	4GFSK	2

OFDM (*orthogonal frequency-division multiplexing*)

- OFDM (*orthogonal frequency-division multiplexing*) é uma técnica de modulação que vem sendo adotada em diversos sistemas de comunicação em altas taxas. A ideia básica do OFDM consiste, ao contrário das técnicas tradicionais, que transmitir todos os bits em um único *stream*, em dividir os bits em diversos *streams* de taxa menor, que serão transmitidos por subcanais paralelos. Como consequência, temos que o tempo de cada símbolo é maior, tornando o sinal menos sensível a ruídos, a multiplicidade de caminhos e a interferência intersímbolo (*intersymbol interference* - ISI). Estes *streams* devem ser transmitidos por subcanais que operem em frequências ortogonais, para que não interfiram uns nos outros. A modulação OFDM utiliza também uma técnica muito eficiente, chamada DFT (*discrete Fourier transform*), e uma implementação também eficiente desta técnica, a FFT (*fast Fourier transform*), para criar diversos subcanais utilizando apenas uma frequência de rádio.

OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing)



OFDM (*orthogonal frequency-division multiplexing*)

- Taxas de Transmissão:
 - 6,9,12,18,24,36,48 e 54Mbps;
- Usa 53 sub-portadoras;
- Modulação:
 - BPSK / QPSK
 - 16-QAM
 - 64-QAM
- 13 canais não se sobrepõem;

OFDM+ Modulação

Codificação	Modulação	Tx (Mbps)
OFDM	BPSK	6
		9
	QPSK	12
		18
	16QAM	24
		36
	64QAM	48
		54

Capitulo IV – Padrões Wireless



Infravermelho

- Não exige linha de visada direta;
- Alcance de 10 a 20 metros;
- Não interfere em redes de RF Spread Spectrum;
- Baixa potencia: 2mW;
- Taxas de 1 a 2 Mbps;

Bluetooth (IEEE 802.15)

Versão 1.2	1 Mbps
Versão 2.0 + EDR	3 Mbps
Versão 3.0	24 Mbps

Classe	Potência máxima permitida (mW/dBm)	Alcance (Aprox.)
Classe 1	100 mW (20 dBm)	até 100 metros
Classe 2	2.5 mW (4 dBm)	até 10 metros
Classe 3	1 mW (0 dBm)	~ 1 metro

Corrompem sinais de outras redes 2,4GHz;

802.11

- Largura de Banda de 1 Mbps e 2 Mbps
- Espectro 2,4 GHz
- Regras de Gerenciamento:
 - Protocolo MAC;
 - Camada física Infra-vermelho (IrDA);
 - Modulação: GFSK, DBPSK e DQPSK;
 - Camada física FHSS;
 - Camada física DSSS.

802.11a

- 5,15 a 5,25 GHz, 5,25 a 5,355 e 5,725 a 5,825 GHz U-NII;
- Tx 6,9,12,18,24,36,48 e 54Mbps;
- OFDM
- BPSK/QPSK, 16-QAM, 64-QAM;
- Incompatível com 802.11, 802.11b e 802.11g

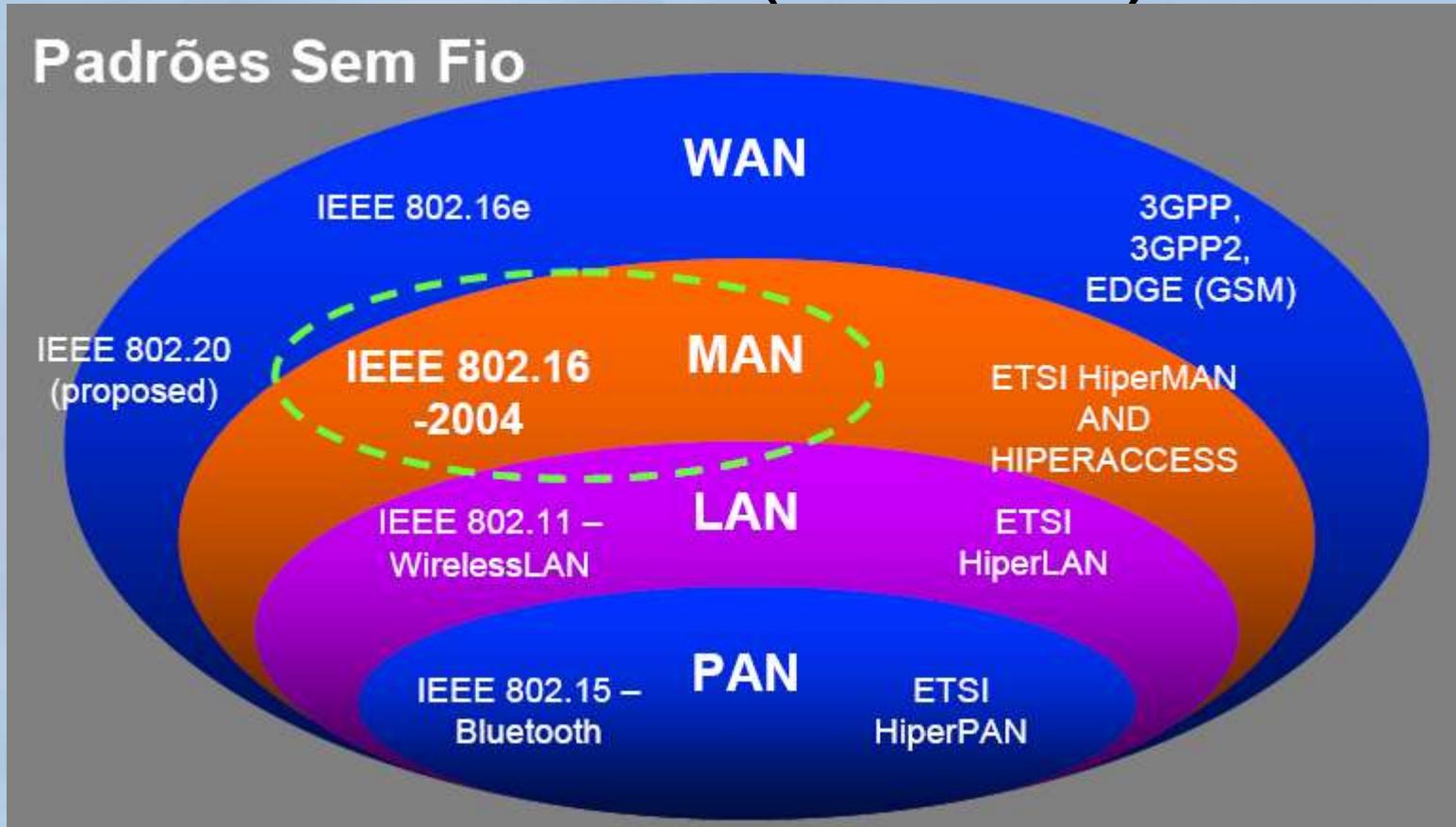
802.11b

- 2,4 GHz
- Banda de 1 Mbps, 2 Mbps, 5,5 1 Mbps e 11 Mbps;
- BPSK, QPSK, CCK;
- Até 13 canais.

802.11g

- 2,4 GHz
- 54Mbps
- OFDM, QPSK e QAM
- Compatível com 802.11b

802.16 (WiMax)



WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) é um Certificado para produtos que passam nos testes de Conformidade e Interoperabilidade para o Padrão 802.16.

- Publicado em Dezembro de 2001

Padrões WiMax

802.16	<ul style="list-style-type: none">• Padrão para BWA operando em frequências entre 10 e 66 GHz.• Necessita de linha de visada.
802.16a	<ul style="list-style-type: none">• Atualiza o padrão 802.16 para operar em frequências de 2 a 11 GHz;• Alcance de 50 km; NÃO necessita de linha de visada.
802.16b	<ul style="list-style-type: none">• Aplicações permitindo uso de frequências de 5 a 6 GHz não licenciadas.
802.16c	<ul style="list-style-type: none">• Interoperabilidade das frequências até 66 GHz com linha de visada.
802.16d	<ul style="list-style-type: none">• Aprimoramento do 802.16, 802.16a e 802.16c, tornando-os obsoletos.
802.16e	<ul style="list-style-type: none">• Introduz suporte a mobilidade até 60 km.
802.16f	<ul style="list-style-type: none">• Evolução do 802.16 introduzindo o conceito de redes em malha (mesh networks).
802.16g	<ul style="list-style-type: none">• Outra evolução para suporte a mobilidade.

WiMax - Conclusão



Capitulo V

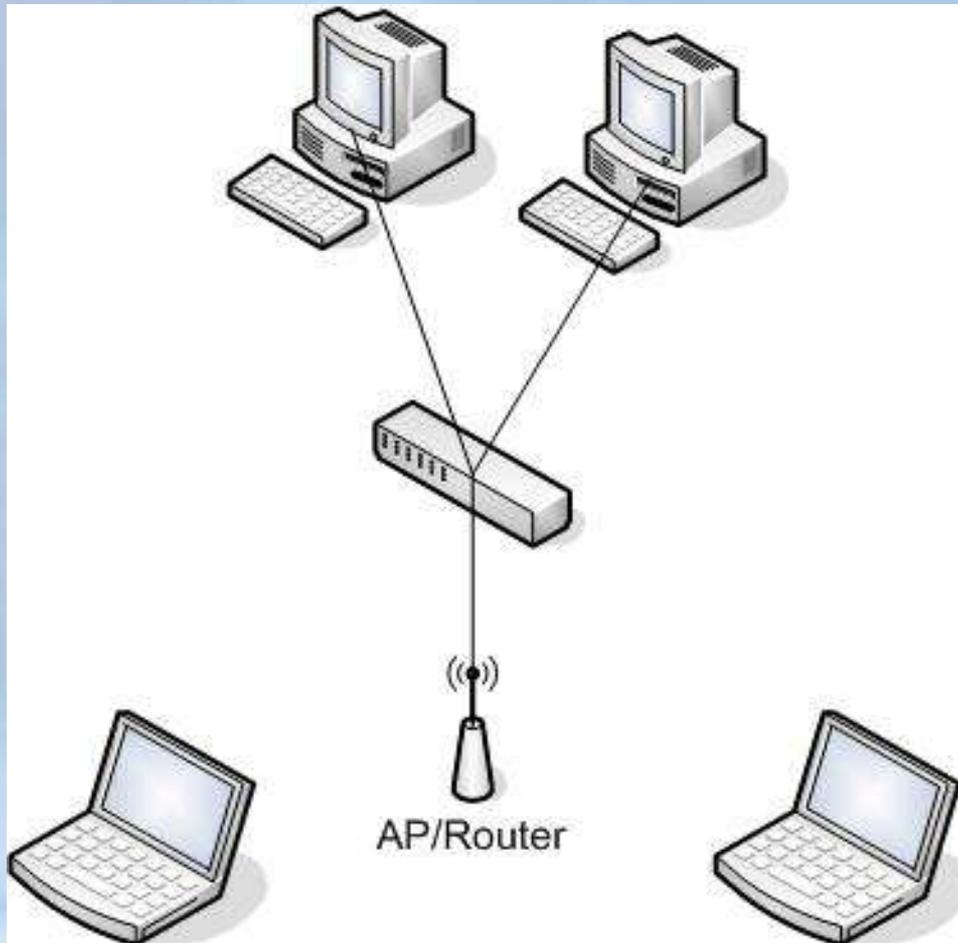
Access Point



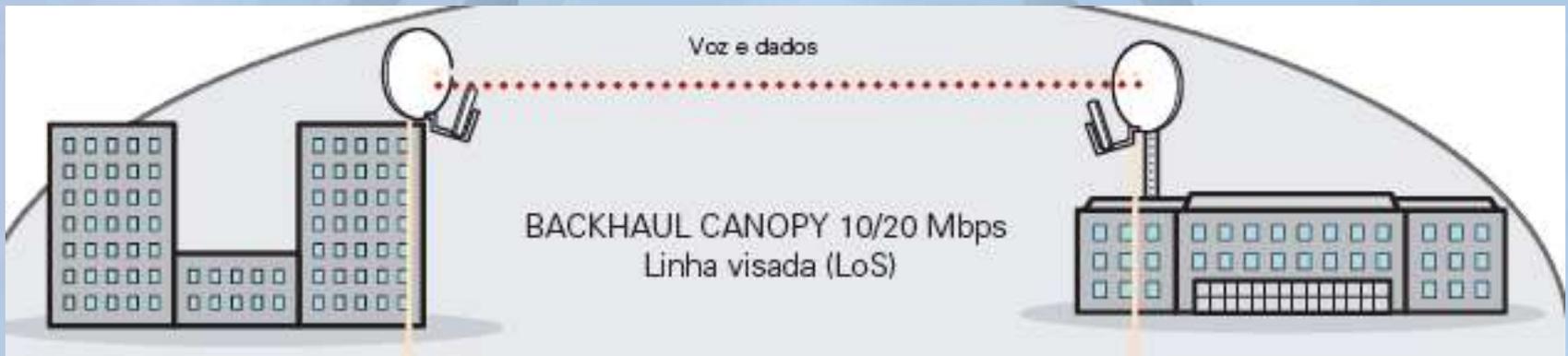
Operação de um AP

- O AP pode funcionar de 4 maneiras:
 - Modo Raiz ou ponto de acesso
 - Modo Bridge ou WDS ponto-a-ponto
 - Modo Bridge ou WDS ponto-a-multiponto
 - Modo Repetidor

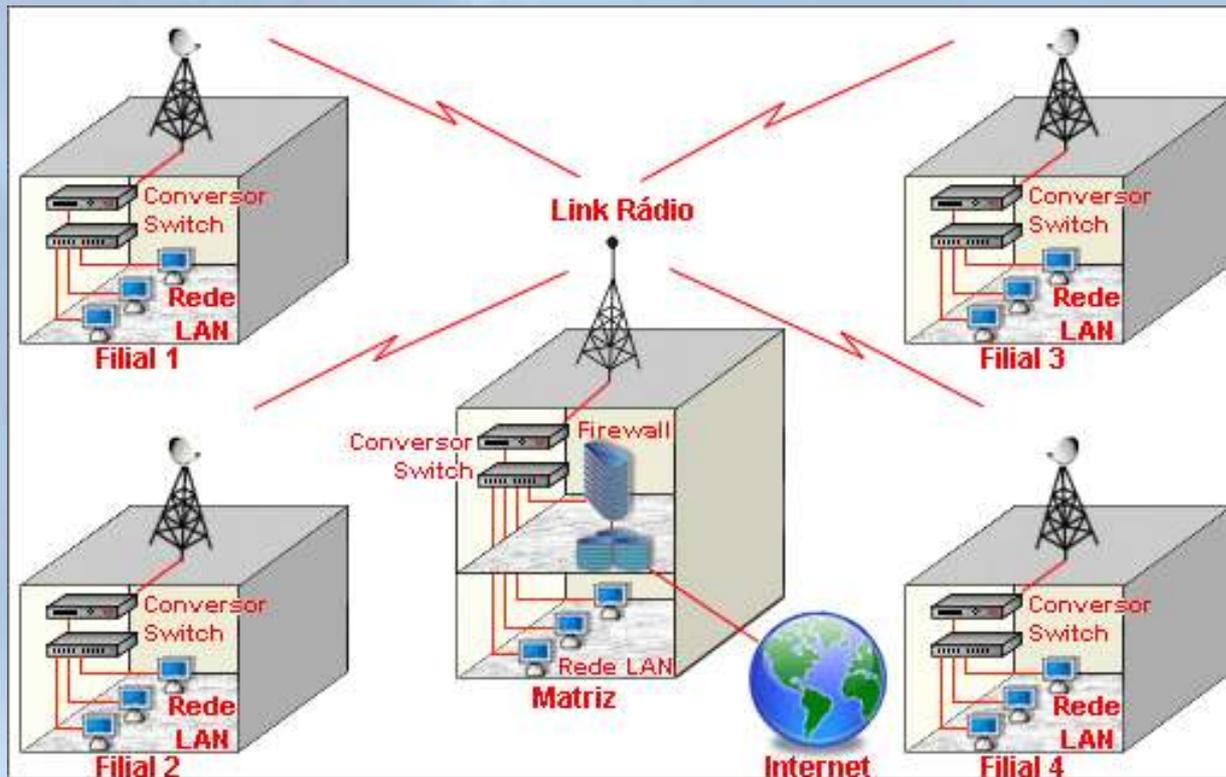
Modo Raiz ou ponto de acesso



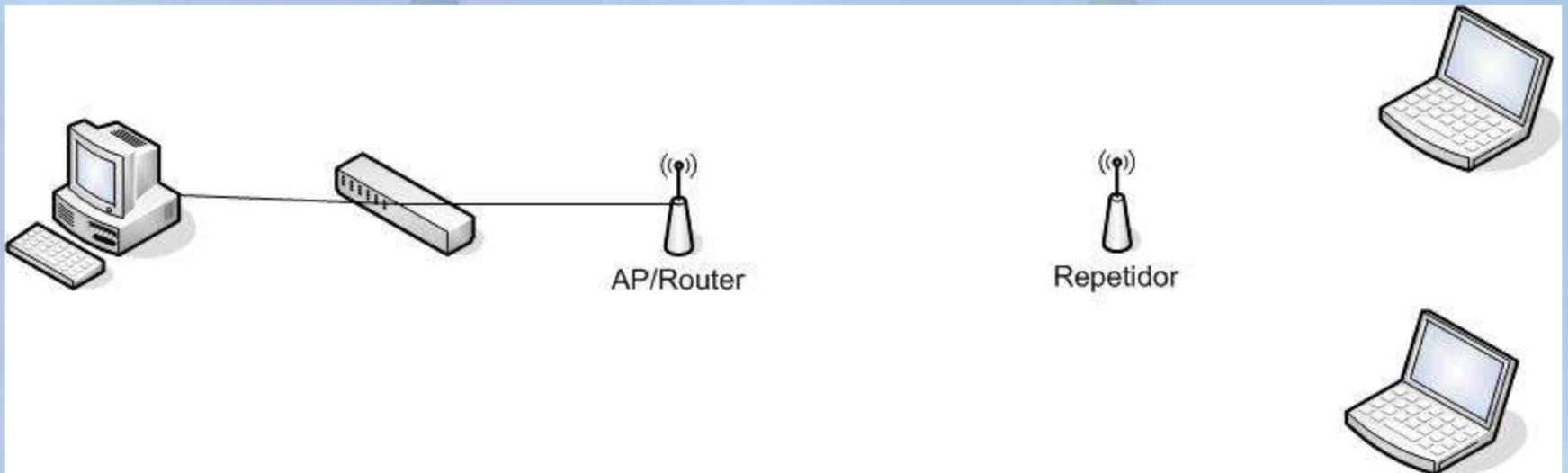
Modo Bridge ou WDS ponto-a-ponto



Modo Bridge ou WDS ponto-a-multiponto



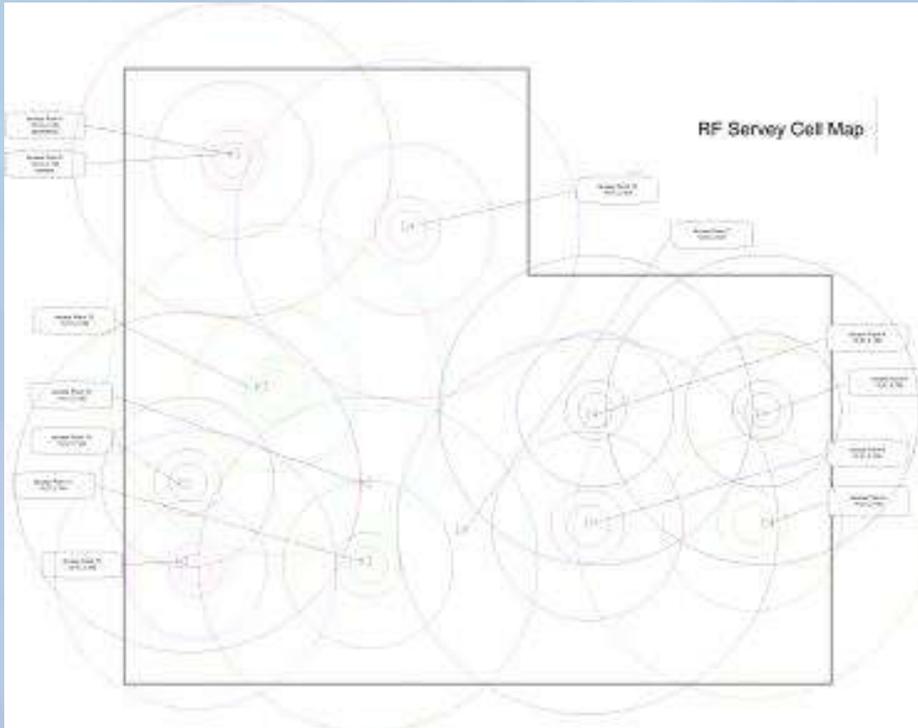
Modo Repetidor



Características do AP

- Antenas fixas ou descartáveis;
- Capacidade de filtragem de endereço MAC;
- Capacidade de filtragem de protocolos;
- Configuração de gerenciamento via browser ou console;
- Criptografia
- Serviços DHCP e NAT.

Site Survey



The screenshot shows the Network Stumbler software interface. The title bar reads "Network Stumbler - [20060412004544]". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Device", "Window", and "Help". The toolbar contains various icons for file operations, playback, and search. The main window is divided into two panes. The left pane shows a tree view of "Channels" with sub-items for channels 1, 6, and 11, each with a list of MAC addresses. The right pane shows a table of detected APs with columns for MAC, SSID, Channel, Speed, and Signal strength.

MAC	SSID	Ch...	Speed	Signal	Signal
0014BF2B8545	links...	6	54 M...	-93	-93
000FB5543C70	Hof...	11	11 M...	-94	-91
000C41CE					
001288C379D1	2wL...	6	54 M...	-85	-85
00095BC9C0B0	QIS...	11	54 M...	-85	-80
001288C3					
000625A0F218	Hom...	11	11 M...	-91	-91
0014BF2B					
000C41C61775	dexnet	1	11 M...	-90	-89
000625A0					
00095BC9					
000FB554					
000625B2E139	G-H...	1*	54 M...	-36	-29

Ready 5 APs active

Site Survey

- No prompt de comando:
 - netsh wlan show networks mode=bssid
- Ferramentas gráficas
 - NetStumbler
 - <http://www.netstumbler.com/>
 - Vistumbler (Windows Vista e Win 7)
 - <http://www.vistumbler.net/>
 - Inssider
 - <http://www.metageek.net/products/inssider>

Configurações avançadas de um AP

- **MTU** - (Maximum Transfer Unit) A maior quantidade de dados possível de ser transmitida em determinada rede física. A MTU é determinada pelo hardware da tecnologia de rede utilizada.



Configurações avançadas de um AP

- **Beacon Interval:** O beacon é um frame de sincronismo enviado periodicamente pelo ponto de acesso. Ele tem a função de avisar os clientes de que a rede está presente, avisar sobre frames gravados no buffer do access point (aguardando transmissão) e também sincronizar a transmissão dos dados. Por default, o beacon é transmitido a cada 100 milisegundos, mas na maioria dos pontos de acesso é possível especificar qualquer valor entre 10 e 1000 milisegundos.
- O principal efeito prático sobre o desempenho da rede é que, ao usar algum sistema de gerenciamento de energia para as placas wireless nos clientes (sobretudo no caso dos notebooks, onde o gerenciamento de energia é quase sempre usado por padrão), o beacon faz com que a placa acorde periodicamente, para verificar se o ponto de acesso tem dados a transmitir.

Configurações avançadas de um AP

- Se o beacon é mais freqüente, a latência da transmissão será menor, já que os dados ficarão menos tempo parados no buffer do access point, mas em compensação a placa na estação consumirá mais energia (já que precisará "acordar" com maior freqüência), o que chega a reduzir em dois ou três minutos a autonomia de um notebook. Como o beacon também consome tempo, que poderia ser usado para transmitir dados, um intervalo muito curto também reduz sutilmente a taxa de transmissão da rede.
- O intervalo de 100 ms usado por padrão é um bom custo/benefício, mas ao usar a rede wireless para jogos, ou qualquer atividade onde o tempo de latência seja um fator essencial, reduzir o tempo para apenas 20 ms oferecerá melhores resultados. Um intervalo curto também pode ajudar a melhorar a estabilidade em ambientes com muito ruído ou no caso de links de longa distância.

Configurações avançadas de um AP

- **DTIM Interval** (DTIM Period): O DTIM (delivery traffic indication message) tem efeito sobre a transmissão de pacotes multicast (transmitidos simultaneamente a várias estações), indicando o número de beacons que o ponto de acesso aguarda antes de transmitir pacotes de multicast agendados. A opção aceita valores entre 1 e 255, sendo que o default na maioria APs é 1.
- Quanto maior é o valor, menor é a prioridade dos pacotes de multicast. Calcule que se o beacon é transmitido a cada 100 ms, um valor "10" faria com que os pacotes de multicast fossem transmitidos apenas uma vez a cada segundo.
- O uso de pacotes multicast permite que vários clientes recebam o mesmo stream de vídeo através da rede wireless, por exemplo, mas este ainda não é um recurso muito explorado pelos softwares, de forma que essa opção acaba não tendo muito efeito sobre a rede. Use o valor "1" para que os pacotes multicast sejam transmitidos rapidamente, caso usados.

Configurações avançadas de um AP

- **Preamble Type:** O preâmbulo é um tempo de espera e sincronismo que precede a transmissão de cada frame. Ele é importante para a confiabilidade de transmissão, evitando diversos tipos de problemas, mas em compensação reduz levemente a taxa de transmissão, já que durante o preâmbulo não são transmitidos dados. Esta opção permite definir sua duração.
- Usando o preâmbulo longo (long), o tempo de espera é de 192 microssegundos, enquanto ao utilizar o preâmbulo curto (short) o tempo é reduzido para apenas 96 microssegundos, resultando em um pequeno ganho de desempenho, da ordem de 2%.

Configurações avançadas de um AP

- De uma forma geral, usar o preâmbulo longo reduz o volume de erros em ambientes com muito ruído, ou com sinal fraco, resultando em uma conexão mais estável, enquanto o preâmbulo curto resulta em um melhor desempenho quando o sinal está bom, embora em ambos os casos a diferença seja pequena. A principal observação é que algumas placas 802.11b antigas podem ter dificuldades em receber as transmissões usando o preâmbulo curto.
- Muitos pontos de acesso oferecem também a opção "mix", ou "mixed", onde o AP mistura frames com o preâmbulo curto e longo, dando preferência a um ou outro tipo, de acordo com o volume de erros e outras informações coletadas durante cada transferência.

Configurações avançadas de um AP

- **Fragmentation Threshold** (Fragmentation Length): Esta opção determina o tamanho máximo de frame que será transmitido pelo ponto de acesso. Qualquer pacote maior do que o valor definido será fragmentado e enviado em frames separados. O valor default dessa opção é 2346 bytes (o que desativa a fragmentação de pacotes, reduzindo o overhead e garantindo a melhor taxa de transmissão possível), mas é possível reduzir o valor para até 256 bytes.
- O problema é que frames maiores resultam em mais erros de transmissão quando há interferência, ou quando o sinal está fraco. Nessas situações, reduzir o threshold para 1024 ou mesmo 512 bytes torna a transmissão mais estável (já que reduz o volume de frames corrompidos e torna as retransmissões mais rápidas), mas, em compensação, reduz a taxa máxima de transmissão da rede.
- É importante enfatizar que ajustar esta opção no ponto de acesso ajusta a fragmentação apenas para as transmissões originadas dele, as estações precisam ser configuradas de forma independente .

Configurações avançadas de um AP

- **RTS Threshold:** Por utilizarem um meio de transmissão compartilhado, as redes wireless são susceptíveis a colisões, da mesma forma que as antigas redes com cabo coaxial. As colisões fazem com que os frames transmitidos simultaneamente sejam perdidos e as estações precisem esperar um tempo determinado antes de poderem recomeçar as transmissões.
- Para amenizar o problema, antes de transmitir as estações verificam se existem outras transmissões acontecendo e começam a transmitir apenas se o caminho estiver livre, recurso batizado de "carrier sense".
- O problema é que em uma rede wireless, nem sempre as estações se enxergam mutuamente, já que as estações ficam espalhadas em uma grande área em torno do ponto de acesso. A estação A pode então ouvir as transmissões da estação B, que está próxima, mas não da estação C, que está afastada na outra direção.
- Como ambas têm contato com o ponto de acesso, a transmissão de dados da estação A para a C funciona perfeitamente, mas o carrier sense deixa de funcionar (já que a estação A não tem como saber quando a estação C está transmitindo e vice-versa), o que causa o aparecimento de colisões, problema que cresce exponencialmente conforme aumenta o tráfego na rede.

Configurações avançadas de um AP

- Para reduzir o problema, o padrão 802.11 implementa um segundo sistema de controle de colisões, o **RTS/CTS**, que consiste em um processo de verificação, onde o cliente envia um frame RTS (Request to Send), e aguarda o recebimento de um frame CTS (Clear to Send) antes de começar a transmitir. O frame CTS é uma "autorização", enviada pelo receptor, que avisa as demais estações que uma transmissão está prestes a ser iniciada e que qualquer transmissão deve ser adiada. Como todas as estações têm contato com o ponto de acesso, todas recebem frames CTS enviados por ele e sabem que devem esperar sua vez antes de transmitir qualquer coisa.
- O uso do RTS/CTS praticamente elimina o problema de colisões, mas, em compensação, reduz a taxa de transferência da rede, já que passa a ser necessário transmitir dois frames adicionais para cada frame de dados.
- Devido a isso, o RTS/CTS é usado apenas em frames grandes, que demoram mais para serem transmitidos (e são por isso mais susceptíveis a colisões). Frames pequenos continuam sendo transmitidos diretamente, reduzindo o overhead. Como você pode imaginar, isso faz com que colisões possam ocorrer durante a transmissão dos frames pequenos, mas na prática este acaba sendo o melhor custo-benefício.

Configurações avançadas de um AP

- A opção RTS Threshold permite justamente definir a partir de que tamanho de frame o sistema é usado. Por default, o tamanho máximo de frame (definido na opção Fragmentation Threshold) é de 2346 bytes e o RTS Threshold é de 2347 bytes. Esta é uma forma polida de desativar o recurso, já que se o RTS Threshold é maior do que o tamanho máximo dos frames, significa que a regra nunca será aplicada.
- Para ativar o RTS/CTS, você deve alterar a configuração, usando um valor mais baixo na opção RTS Threshold do que na opção Fragmentation Threshold. Com isso, os frames podem continuar tendo até 2346 bytes, mas passa a ser necessário solicitar a autorização ao transmitir frames maiores do que 512 bytes, por exemplo.
- Em redes com muitos clientes, sobretudo em ambientes espaçosos, onde os clientes ficam distantes entre si, o uso de um RTS Threshold de 512 bytes pode aumentar a taxa de transferência da rede (além de tornar a transmissão mais estável), já que o ganho pela redução no número de colisões costuma ser maior do que a perda introduzida pelo processo de autorização. Por outro lado, em uma rede doméstica, com poucos clientes, reduzir o valor vai servir apenas para reduzir o desempenho da rede.

Configurações avançadas de um AP

- A pegadinha é que ativar o RTS/CTS no ponto de acesso não resolve o problema, pois faz com que ele (ponto de acesso) passe a pedir autorização antes de transmitir, em vez do contrário. Para que o TRS/CTS seja efetivo, você precisa ajustar o parâmetro na configuração **das estações** e não do ponto de acesso.
- No Windows, você encontra as opções dentro da configuração avançada da conexão wireless (Painel de Controle > Conexões de rede > Conexão de rede sem fio > propriedades > Configurar > Avançado). Se você estiver usando Windows em português, a opção RTS Threshold aparece como "Limiar de RTS". No mesmo menu, você pode ajustar também o Fragmentation Threshold (Limiar de fragmentação) para a estação.
- No Linux os dois parâmetros são ajustados através do comando "iwconfig" usando, respectivamente, as opções "rts" e "frag". Os comandos "iwconfig eth1 frag 1024" e "iwconfig eth1 rts 512" que aparecem no screenshot ajustam o Fragmentation Threshold da estação para 1024 bits e o RTS Threshold para 512 bits. Os comandos do iwconfig não são permanentes, de forma que devem ser adicionados a algum dos scripts de inicialização para que sejam executados a cada boot:

Configurações avançadas de um AP

- Em uma rede com muitos micros é impossível ajustar o RTS Threshold em todos, mas ajustá-lo em pelo menos algumas das estações já vai reduzir bastante as colisões na rede. Como o ganho (ou perda) varia de acordo com o tráfego da rede, você só descobre o efeito sobre a sua rede ao testar na prática.
- Ajustar o RTS Threshold no ponto de acesso, por sua vez, tem efeito apenas ao utilizar vários pontos de acesso ou repetidores, ou ao configurar o AP em modo bridge, como cliente de outro ponto de acesso. Se ele está sozinho na rede, ajustar o RTS Threshold servirá apenas para aumentar o overhead da rede.

Configurações avançadas de um AP

- **WMM Support:** O WMM (Wireless Multimedia, ou Wi-Fi Multimedia) é um sistema QoS para redes wireless, que prioriza alguns tipos de tráfego, sobretudo áudio, vídeo e VoIP, fazendo com que eles tenham prioridade sobre outros tipos de dados (como transferências de grandes arquivos). A idéia é que um pouco de latência não vai afetar a transmissão de um ISO de 700 MB, mas por outro lado poderia atrapalhar bastante enquanto estivesse conversando no Skype ou assistindo um filme através da rede por exemplo.
- Além de manter a opção ativa no ponto de acesso, é necessário que os clientes também ofereçam suporte ao WMM para que o recurso seja efetivamente usado. A maioria das placas 802.11g e praticamente todas as 802.11n oferecem suporte ao WMM, de forma que ele é automaticamente usado quando ativado na configuração do AP.

Capitulo VI

ANTENAS e ASSESSÓRIOS



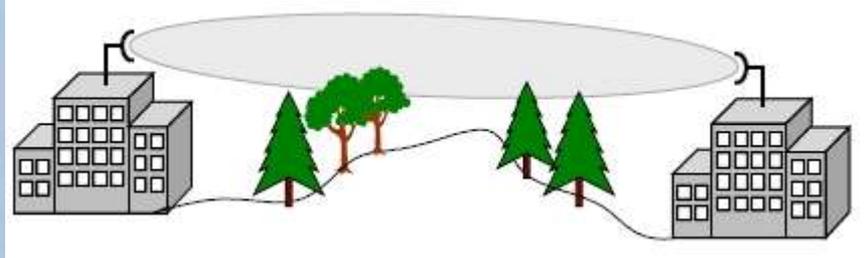
Princípios de Antenas

- Dispositivo usado para transmitir e/ou receber ondas de rádio;
- Na transmissão, convertem energia elétrica em ondas de RF;
- Na recepção, convertem ondas de RF em energia elétrica;
- As dimensões são diretamente relacionadas com o comprimento de onda da frequência que a antenas pode propagar ou receber.

Linha de visada

- Linha direta de visão entre o transmissor e receptor;
- Obstáculos prejudiciais: montanha, árvores, raio de curvatura da terra, prédios...

Zona de Fresnel



Objetos na Zona de Fresnel tais como árvores, prédios entre outros, podem produzir reflexão, difração, absorção ou espalhamento do sinal, causando degradação ou perda completa do sinal.

O raio da zona de fresnel mais distante pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$r = 43.3 \times \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

Onde d é a distância do link em milhas, f é a frequência em Ghz e r expreso em pés.

Assim , para um link de 2 milhas na frequência de 2.4Ghz, teríamos:

r = 39.52 pés e passando para quilômetros:

r = 1204.57 metros (1.2 km)

- Até 40% da zona de Fresnel é um valor aceitável.

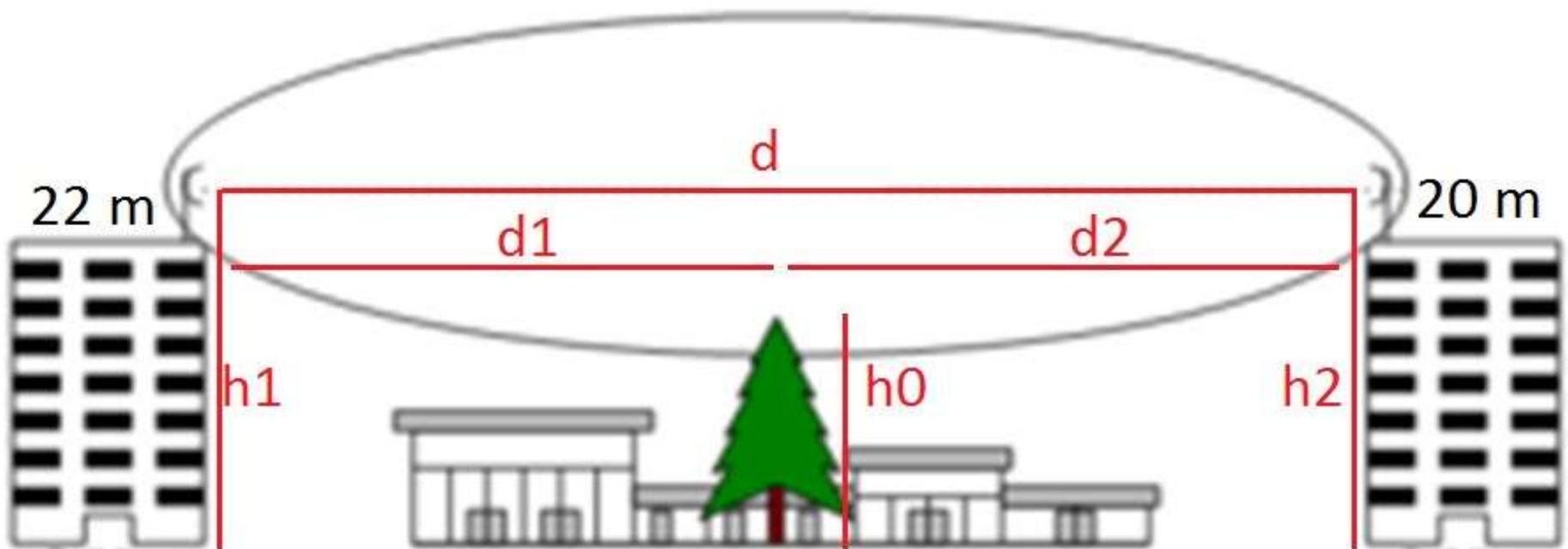
- Delta H = Distância da linha de visada para o obstáculo

$$\Delta h = h_1 - d_1 \cdot (h_1 - h_2) / d - 1 \cdot d_2 / (2 \cdot K \cdot R) - h_0$$

- r_0 = raio da zona de Fresnel em um dado ponto

$$(r_0 = 17,352 \cdot \text{raiz}[(d_1 \cdot d_2) / (f \cdot d)])$$

Zona de Fresnel

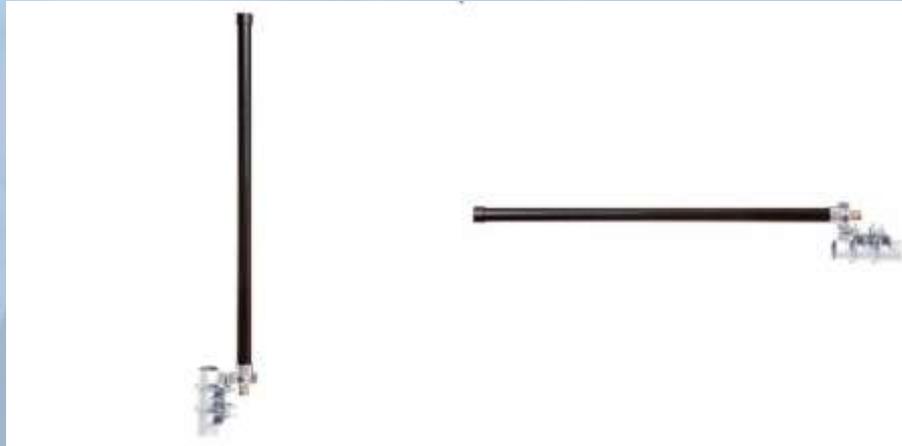


$$\Delta H = h_1 - d_1 \cdot (h_1 - h_2) / d - d_1 \cdot d_2 / (2 \cdot K \cdot R) - h_0$$

$$r_0 = (r_0 = 17,352 \cdot \text{raiz}[(d_1 \cdot d_2) / (f \cdot d)])$$

Baixe também no site a planilha que irá lhe auxiliar neste cálculo.

Polarização da Antena



Antenas desalinhadas perda por descasamento (dB) = $20\log(\cos \theta)$

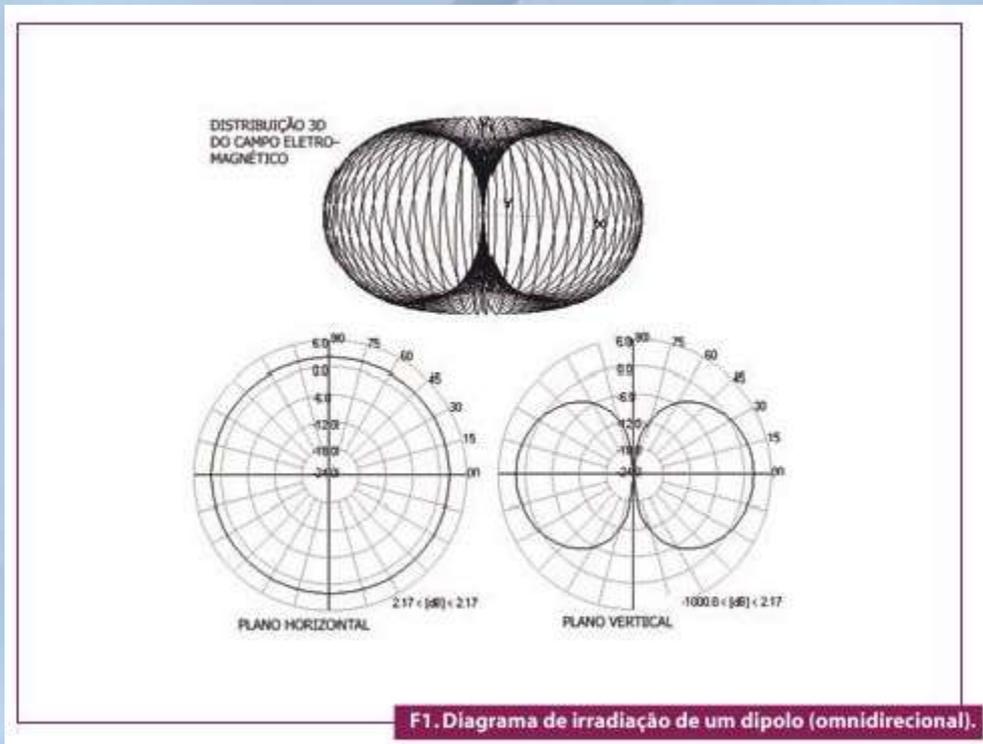
Ângulos	Perda (dB)
0	0
15	0,30
30	1,25
45	3,01
60	6,02
75	11,74
90	infinito

Tipos de Antenas

- Ominidirecionais
 - Todas as direções
- Semi-Direcionais
 - Focadas em um ângulo específico
- Direcionais
 - Mito focadas em uma direção

Ominidirecionais

- Verticalmente de 7 a 80 graus

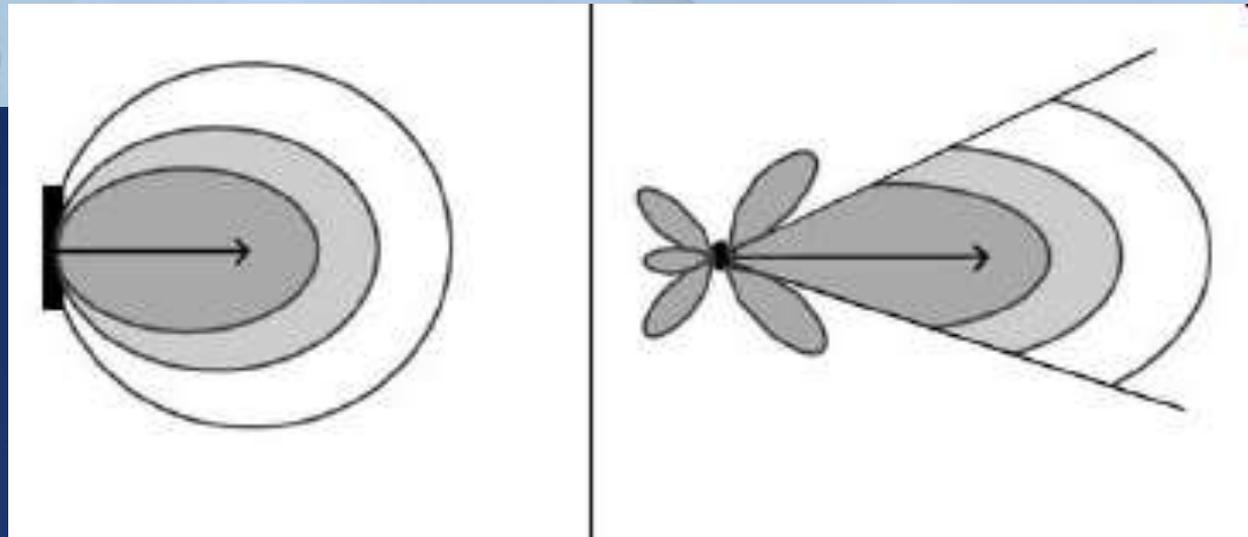


F1. Diagrama de irradiação de um dipolo (omnidirecional).



Semi-direcional

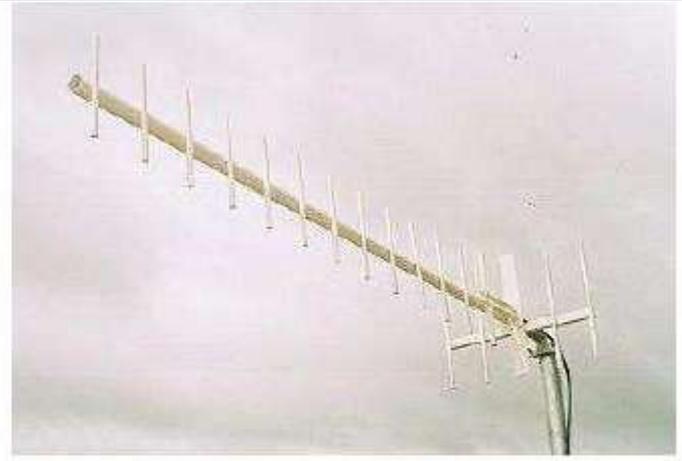
Construídos com dipolos na polarização vertical, horizontal ou 45 graus



Antenas yagi



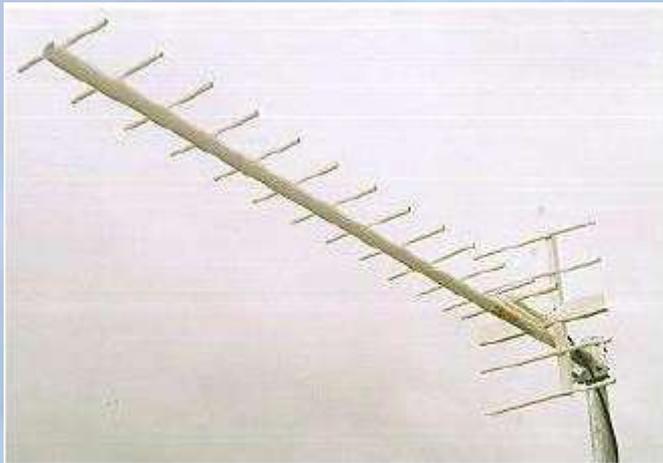
Na polarização horizontal



Na polarização vertical

- Normalmente usadas em ponto-a-ponto;
- Enlaces de curta e média distancia (até 3,5km);
- Ângulo de abertura de até 120 graus;

Antenas yagi



Na polarização horizontal



Na polarização vertical

Quanto maior numero de elementos = maior ganho:

No. Elementos	Ganhos ~ dBi
3	6 a 8
7	9,5 a 12
11	13 a 15
25 ou mais	15,5 a 17,2

Direcionais

A antena direcional pode ter seu ângulo de irradiação na horizontal de aproximadamente 7 e 20 graus e na vertical entre 3 e 10 graus



- Antena Parabólica aberta "Grade"

Com ela podemos cobrir uma área bastante restrita, sendo mais usada para Link Ponto a Ponto.As parabólicas podem ser abertas (De Grade) ou fechada (De Metal ou Fibra).A parabólica fechada atenua mais os ruídos vindo de traz do que a de grade.

$$\text{Ganho (dBi)} = 18 + 20 \times \log(f \times d)$$

Onde d = Diâmetro da parábola e f=frequência.

Direcional



Largura de Feixe (beamwidth)

Tipo de Antena	Largura do feixe na vertical	Largura do feixe na horizontal
Ominidirecional	1° a 80°	360°
Patch / Painel	6° a 90°	30° a 180°
Yagi	14° a 64°	30° a 78°
Parabólica	4° a 21°	4° a 25°
Setorial	7° a 17°	60° a 180°

Perda de sinal no espaço livre

- $L=92,44+ 20 \times \log (d \times f)$
 - d = Distância em Km
 - f = Frequencia em GHz

“Em ambientes com baixo índice pluviométrico e/ou poluição, adicionar 10 por segurança, caso estes itens sejam altos, adicionar 20 ao calculo.”

Ex: $L=92,44 + \underline{20} + 20 \times \log (d \times f)$

f = 2,4 GHz	
Distância em m	Perda em dB
100	80,04
200	86,06
1000	100,04
2000	106,06
5000	114,02
10.000	120,04

f = 5,8 GHz	
Distância em m	Perda em dB
100	87,70
200	93,73
1000	107,70
2000	113,72
5000	121,68
10.000	127,70

Acessórios

- Amplificadores;
- Atenuadores;
- Protetor contra raios (Arrestors);
- Conectores;
- Splitters;
- Cabos;
- Caixa de proteção.

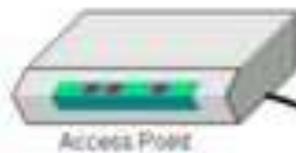
Amplificadores



- Usado para aumentar a amplitude do sinal de RF. Podem ser:
 - Unidirecionais;
 - Bi-direcionais.



Dica: instale o amplificador o mais próximo possível da antena



Atenuadores

- Dispositivo que provoca perda proposital no sinal de RF.



Atenuadores
com perda
fixa

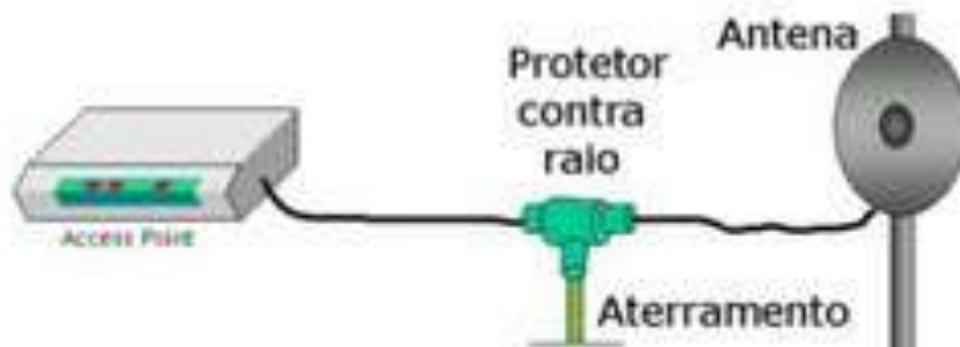


Atenuador com
perda variável



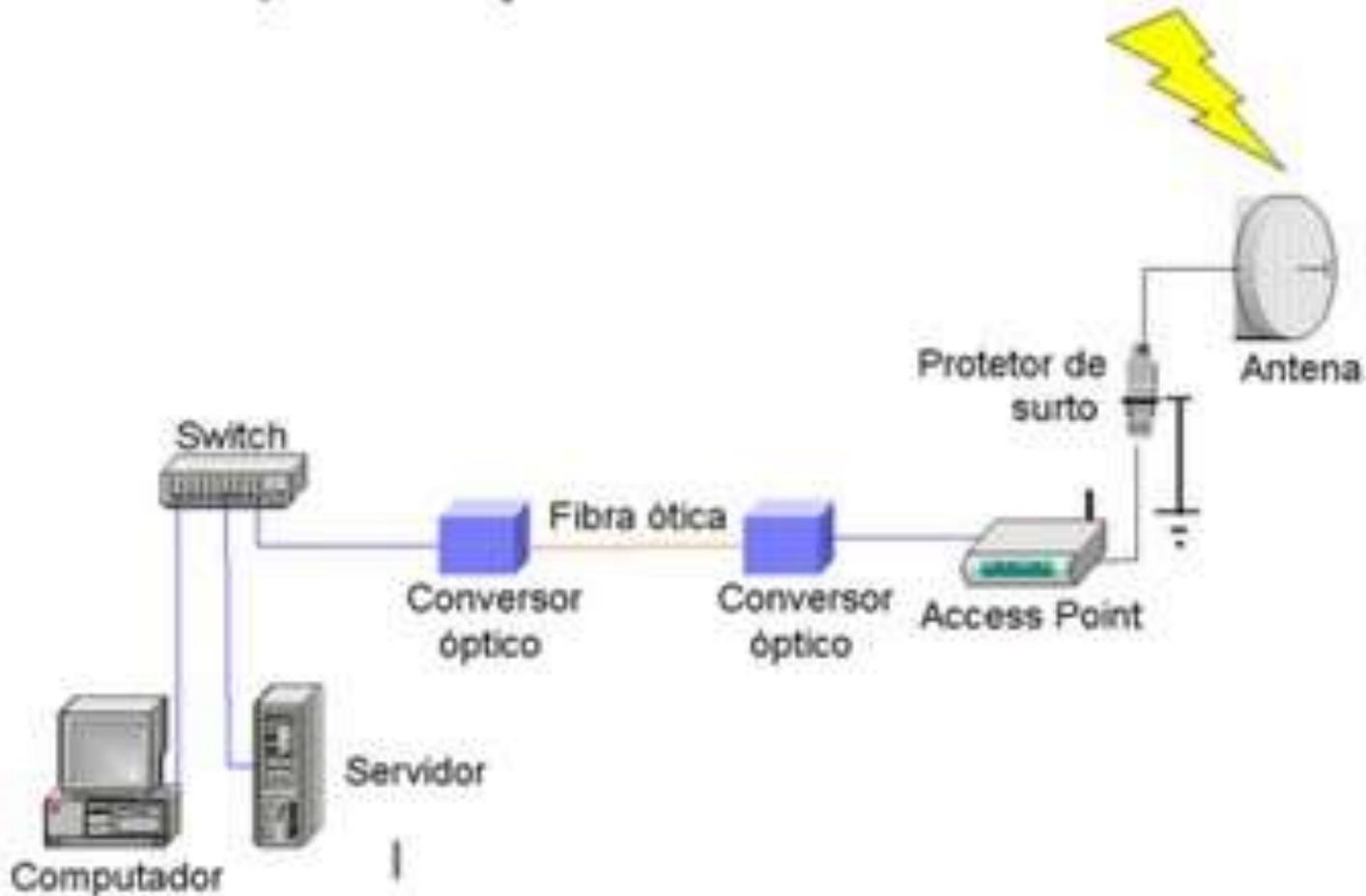
Protetor contra raios (Arrestors)

- *Lightning Arrestors (Proteção contra descargas atmosféricas indiretas e acúmulo de carga estática)*



Proteção contra descargas atmosféricas diretas

- Fibra ótica para isolação elétrica do circuito interno.



Splitters

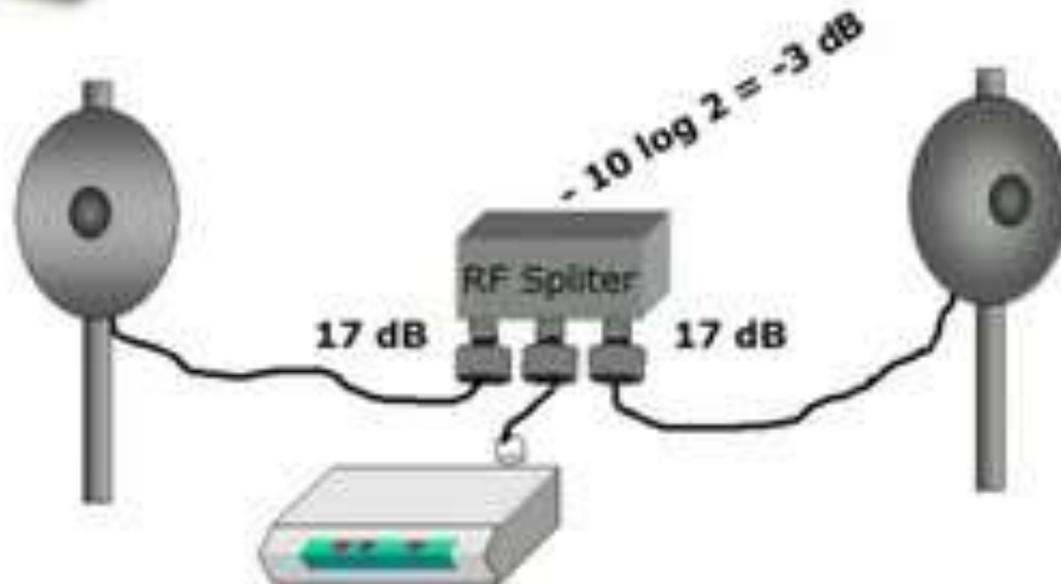


Perda nos splitters:

$$2:1 \Rightarrow -10 \log 2 = -3 \text{ dB}$$

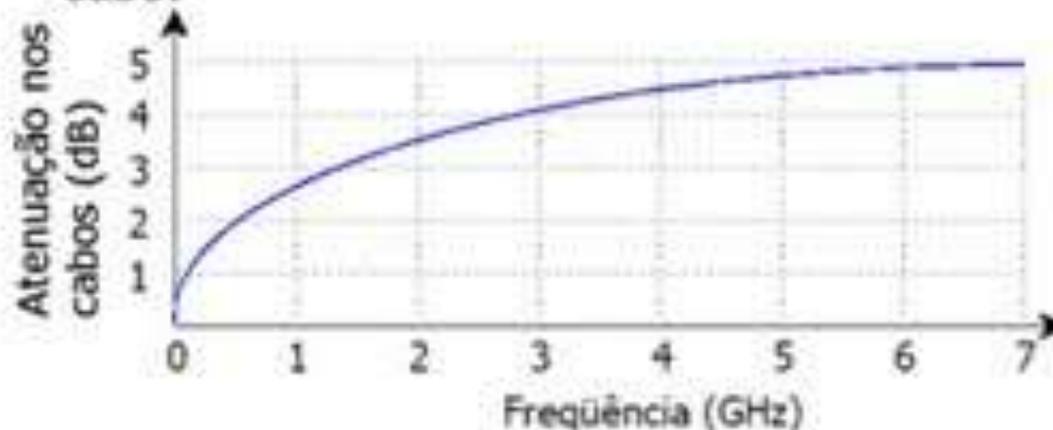
$$3:1 \Rightarrow -10 \log 3 = -4,7 \text{ dB}$$

$$4:1 \Rightarrow -10 \log 4 = -6 \text{ dB}$$



Cabos

- Use o menor comprimento de cabo possível;
- Adquira cabos pré-cortados com os conectores pré-instalados;
- Procure o cabo com menor perda possível;
- Devem ter a mesma impedância de todos os outros componentes do sistema;
- Verifique a resposta de frequência do cabo.



A atenuação é proporcional:

- ao comprimento do cabo
- a suas características construtivas
- a frequência de operação

Tipos de Cabos

- Perdas de alguns cabos coaxiais para frequência de 2,4 GHz

Modelo	Fabricante	Atenuação aprox. (dB/100 metros)
RGC-8	www.rfsworld.com	22,3
RGC-213	www.rfsworld.com	25,2
RG-213	www.rfsworld.com	45,3
Cellflex ½" LCF12-50	www.rfsworld.com	11,4
Cellflex ½" SCF12-50	www.rfsworld.com	17,8
Cellflex 7/8"	www.rfsworld.com	7,08
LMR-400	www.timesmicrowave.com	20,4
LMR-600	www.timesmicrowave.com	13,3

Conectores RF

BNC



SMA



Tipo N



- Adquira conectores com a mesma impedância dos componentes do sistema wireless;
- Saiba qual a perda de inserção do conector;
- Saiba o limite superior de frequência do conector.

Conectores RF

- Vedação externa dos conectores.



Use fita de alta fusão para a proteção dos conectores



Fitas de alta fusão

Conector NF



6



1



2



3



4



5



6

Passo a passo para montagem do Conector NF

5

- Colocar as peças em sequência de 1 a 3 no cabo.
- Cortar 1cm da capa protetora externa do cabo.
- Colocar o item 4 no cabo.

4

- Abrir a malha do cabo e prepará-la para fixação.

- Dobrar a malha por cima do item 4, apará-la e soldá-la no mesmo.

3

- Cortar a segunda capa de proteção (capa interna), deixando aproximadamente 8mm do pino central do cabo.

2

- Encaixar e soldar o item número 5 no pino central do cabo.

- Fechar o conector com o item 6.

1

- Apertar o item 1 ao item 6 com duas chaves de boca.

Obs.: O pino central do conector deve ficar cerca de 5mm abaixo da capa metálica do conector



Conector NM



Passo a passo para montagem do Conector NM

- Colocar as peças em sequência de 1 a 3 no cabo.

- Cortar 1cm da capa protetora externa do cabo.

- Colocar o item 4 no cabo.

- Abrir a malha do cabo e prepará-la para fixação.

- Dobrar a malha por cima do item 4, apará-la e soldá-la no mesmo.

- Cortar a segunda capa de proteção (capa interna), deixando aproximadamente 8mm do pino central do cabo.

- Encaixar e soldar o item número 5 no pino central do cabo.

- Fechar o conector com o item 6.

- Apertar o item 1 ao item 6 com duas chaves de boca.

Obs.: O pino central do conector deve ficar na mesma altura da capa metálica do conector



1



---> Capa Protetora Cortada

---> 4

---> 3

---> 2

---> 1

2 - Anel de Pressão

3 - Anel de Vedação

Cabo Coaxial RGC 213



6 - Capa do Conector "Macho - Fêmea"



1 - Porca de Pressão



4 - Anel Cônico



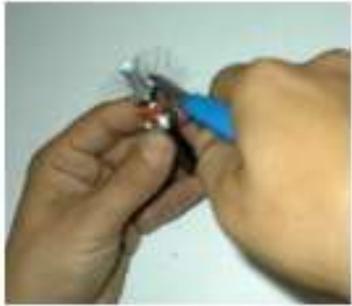
5 - Pino "Macho - Fêmea"

2



- 1º : Cortar 1cm da capa protetora externa do Cabo RGC 213
- 2º : Colocar os componentes 1, 2, 3 e 4, conforme foto nº 1;
- 3º : Abrir a malha do cabo; e prepara-la para fixação, conforme foto nº 2;
- 4º : Dobrar a malha do conector por cima do Item de número 4, cortar o

3



- excesso de malha e soldá-la ao mesmo, conforme foto nº 3;
- 5º : Cortar a capa interna de alumínio e nylon rente ao anél cônico;
- 6º : Colocar estanho no pino, conforme figura 4;
- 7º : Fixar o Item de número 5 no Cabo RGC 213, conforme figura 5;
- 8º : Observar se o conector não ficou em curto devido a soldagem feita incorretamente;
- 9º : Adicionar o Item de número 6 no restante do Conecto, conforme figura nº 6;
- 10º : Apertar o Item de número 1 ao Item de número 6 com duas chaves de Boca tamanho 16.

4



5



6



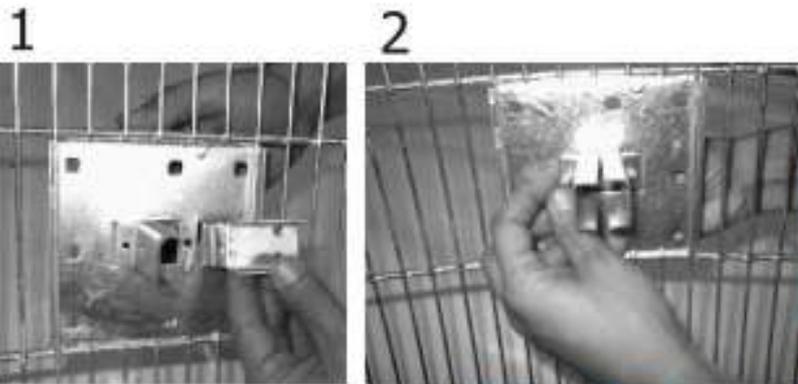
Foto com todos os itens montados.

PROCEDIMENTO DE MONTAGEM

Kit Antena Parabólica de Grade 2,4 GHz - 24 dBi

Passo A:

Fixar as ferragens que prendem o alimentador na chapa central da grade, conforme fotos 1 e 2.



Passo B:

Fixar os parafusos juntamente com as braçadeiras que prendem o suporte de inclinação na parte de trás da chapa da grade, conforme fotos 3 e 4.



Passo C:

Corresponde aos passos A e B montados, conforme foto 5.



Passo D:

Passar o cabo do alimentador por dentro da ferragem de fixação e parafusá-lo na mesma, conforme foto número 6.



Passo E:

Conjunto montado na polarização vertical, conforme foto número 7.



Pigtail

- Usados para adaptar conectores proprietários para conectores padrão industrial como os conectores tipo N e SMA.



POE

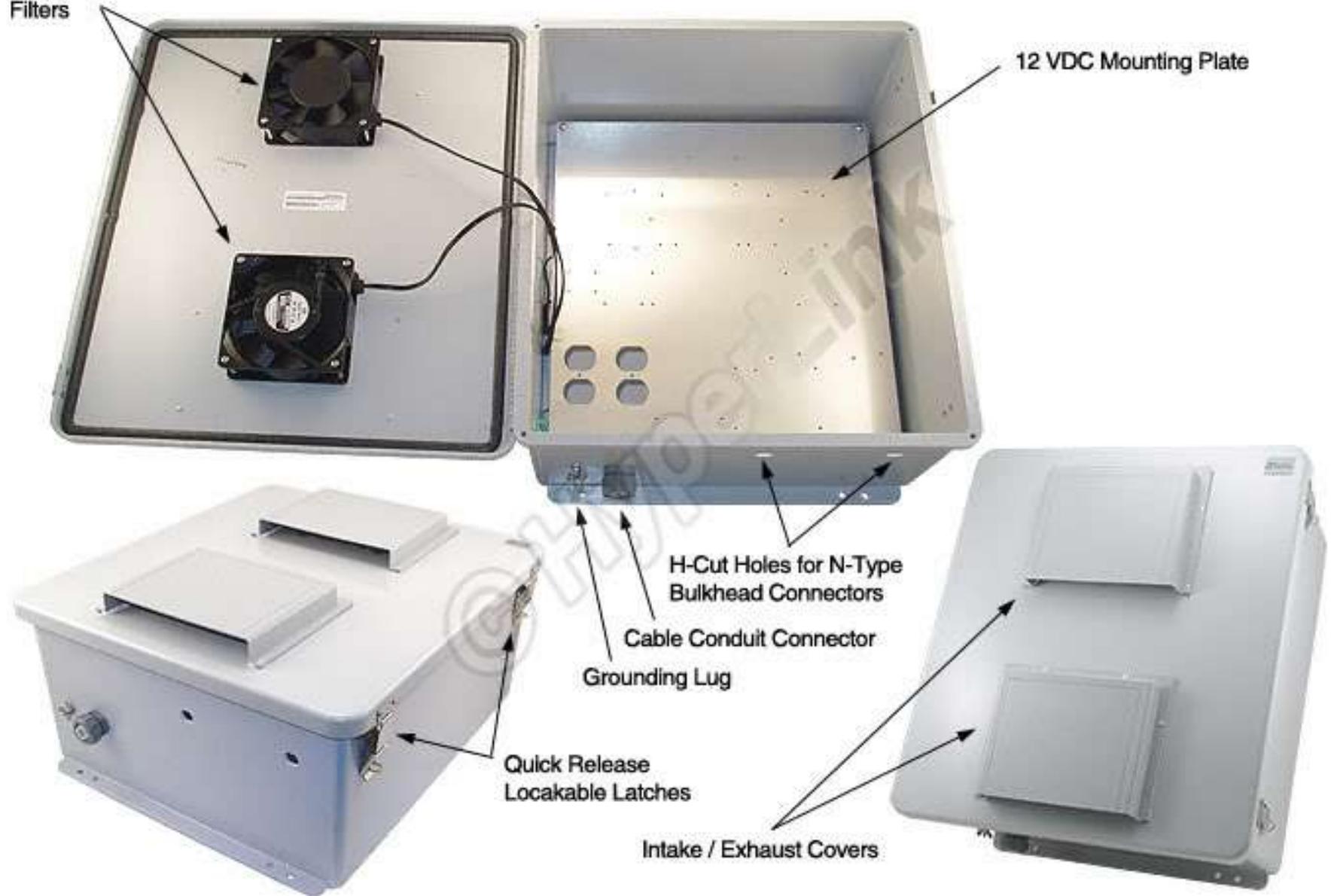
Power over Ethernet ou PoE



O Power over Ethernet, ou PoE, é um padrão que permite transmitir energia elétrica usando o próprio cabo de rede, juntamente com os dados.



12 VDC Cooling Fans and Removable Filters



12 VDC Mounting Plate

H-Cut Holes for N-Type Bulkhead Connectors

Cable Conduit Connector

Grounding Lug

Quick Release Locakable Latches

Intake / Exhaust Covers

Caixa de proteção

