

# Redes Wi-Max



Djamel Sadok (GPRT)

# Agenda

---



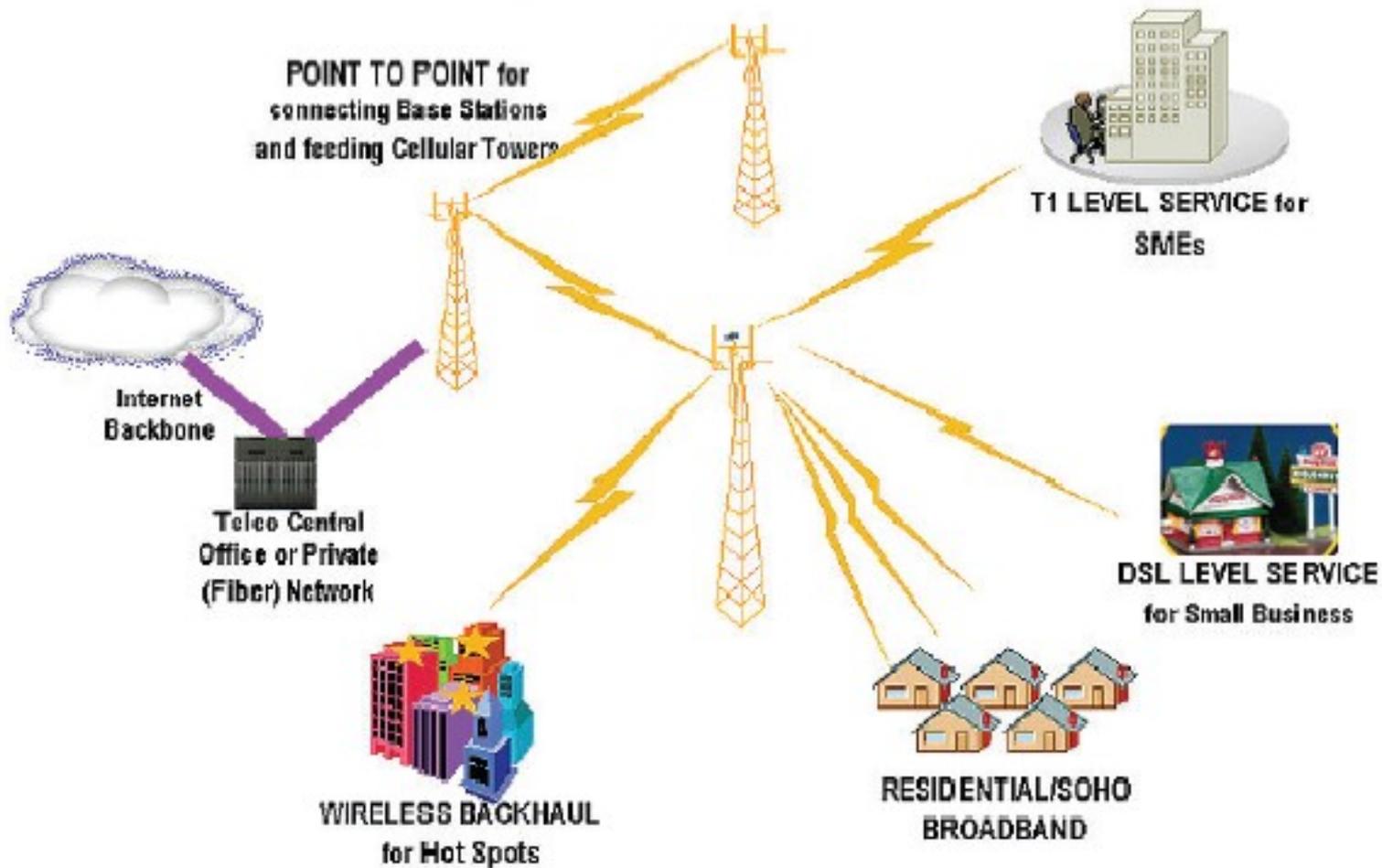
- Introdução
- NLOS vs LOS
- OFDM
- PHY
- MAC

# Introdução

---

- Wi-Max tem cobertura NLOS
  - Até 50 km para LOS
  - Até 8 km para NLOS
- Forum Wi-Max – BWA (802.16a):
  - 2 a 11 Mhz (~ 66Ghz) para suportar NLOS
  - Garantias QoS (~ 802.11)
  - PHY e MAC
- Wi-Max é + NLOS
  - Não precisa de planejamento de sites
  - Antenas de baixa altura diminuem interferência co-canal

# BWA para todos



# NLOS

→ Acesso fácil em prédios

→ Minimizar perdas

→ Menor potencia de transmissão



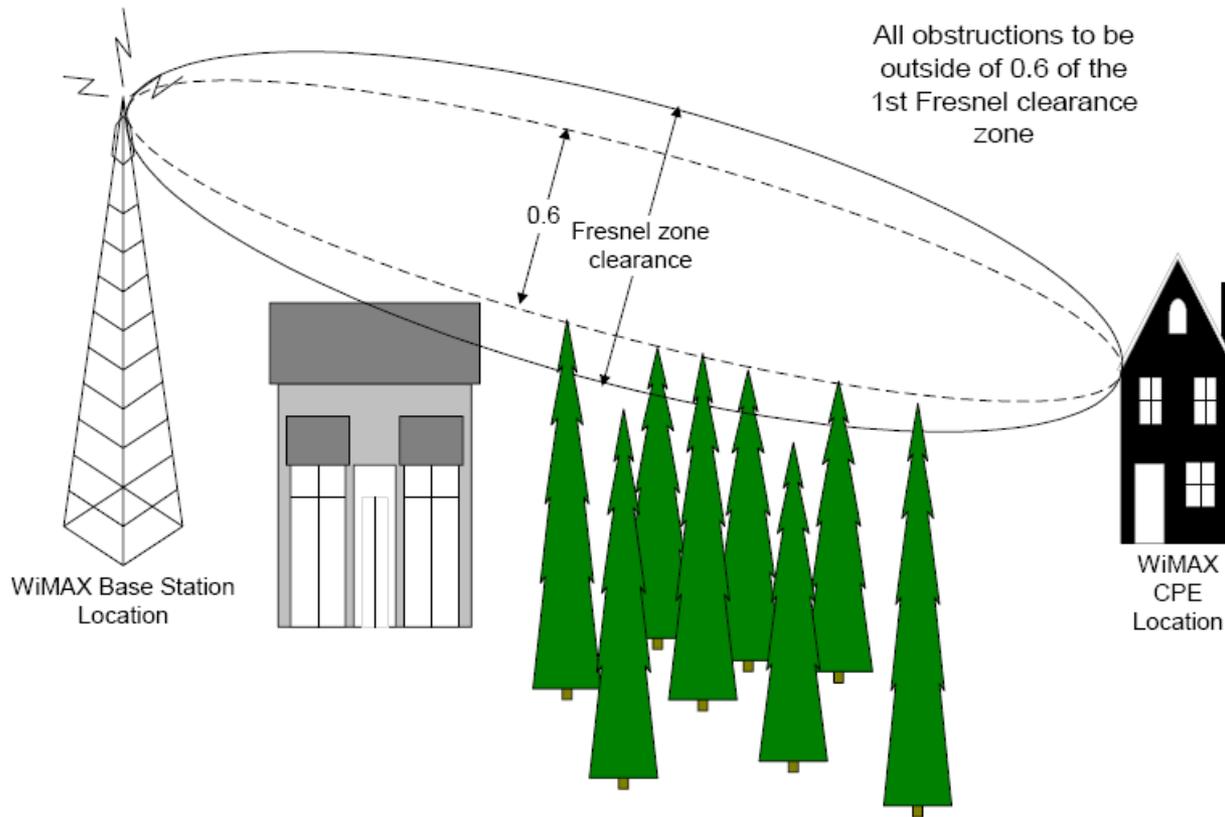
# Modelos NLOS

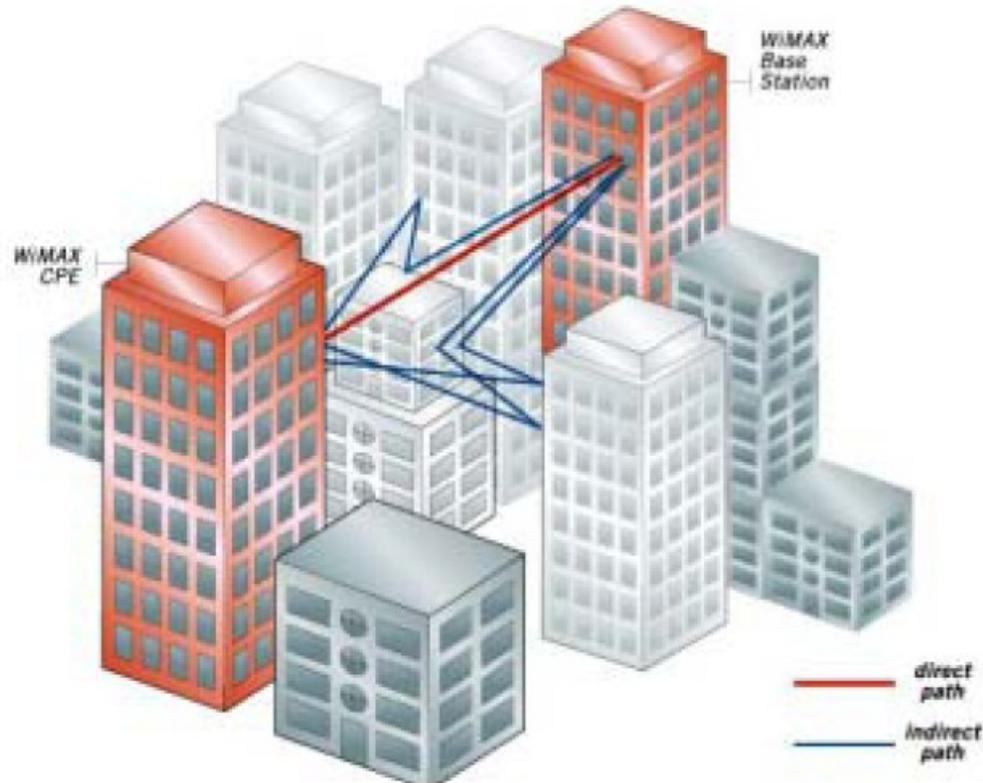


## → Modelos empíricos

- Categoria A - Montanhoso/densidade moderada a alta de arvores;
  
- Categoria B –
  - ◆ Montanhoso/densidade baixa de arvores ou
  - ◆ Plano/densidade de arvore moderada a alta;
  
- Categoria C - Plano/baixa densidade de arvores

# Zona Fresnel





Causa mudança de polarização → LOS aproveita isso para reuso de frequências

# O forte da tecnologia Wi-Max

---



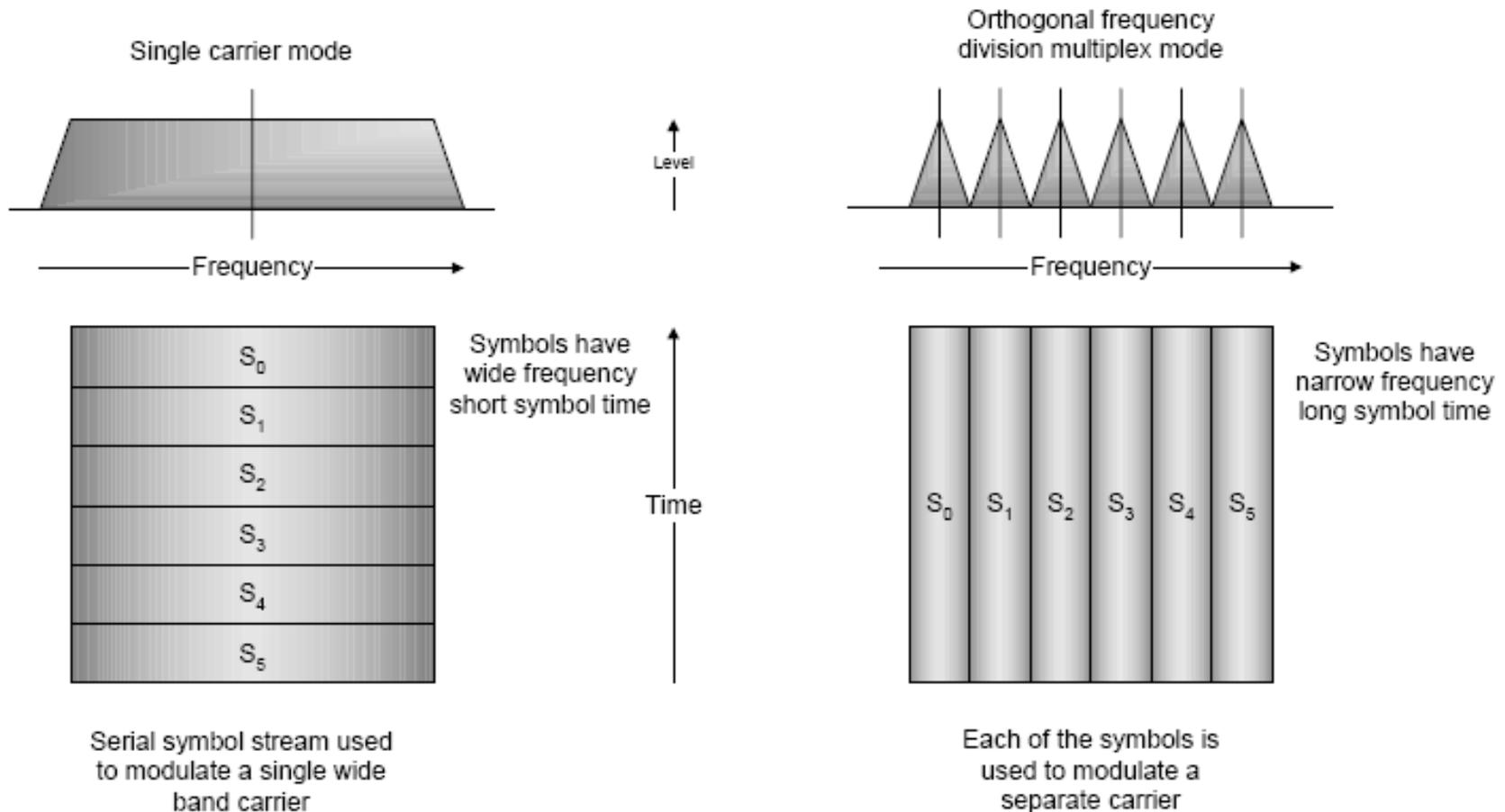
- Sub-canalização (1.25, 1.5, 1.75,... Mhz)
- Tecnologia OFDM
- Antenas direcionais
- Transmit and Receive Diversity
- Modulação adaptativa
- Técnicas de correção de erros
- Controle de potencia

# OFDM



- Onda é composta de múltiplos componentes de banda estreita ortogonais
  - Transmissão paralela.
- Oferece um meio efetivo para lidar com problemas do NLOS;
  - Pode operar quando o “delay spread” é alto
  - Menos vulnerável a interferência inter-símbolo (ISI)
- Esmaecimento seletivo afeta menos OFDM
  - Limitado a sub-portadoras facilmente equalizado;

# OFDM



Serial datastream converted to symbols, (each symbol can represent 1 or more data bits)

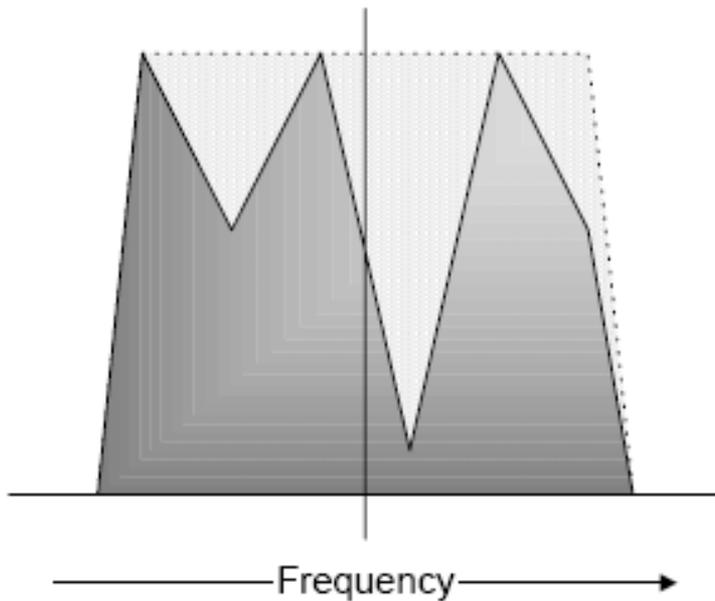
# Três níveis físicos

---

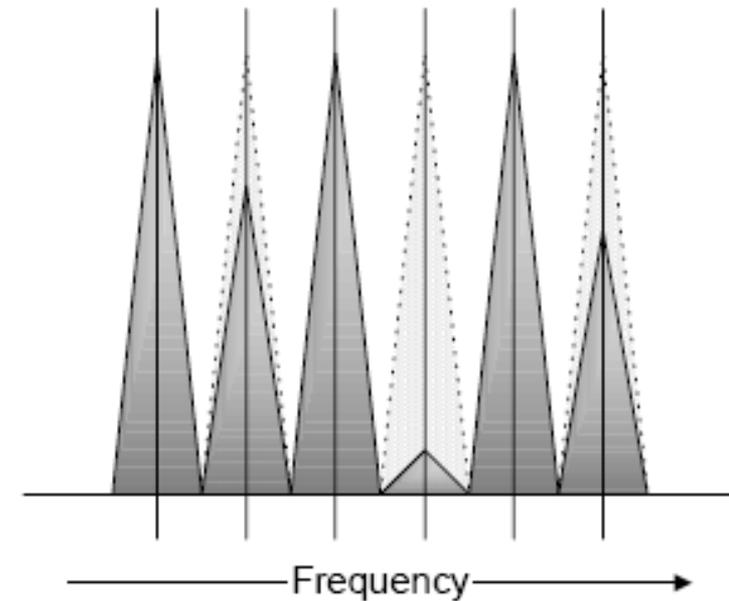
- Portadora única
- 256 pontos FFT OFDM
- 1024 pontos FFT OFDMA
- Lembrar que no 802.11
  - IR, CDMA FH, DS-SS
- Não usa CDMA: 70 Mbps necessita 200 Mhz em NLOS

# Equalização

Single carrier mode



Orthogonal frequency division multiplex mode



The dotted area represent the transmitted spectrum.  
The solid area is the receiver input.

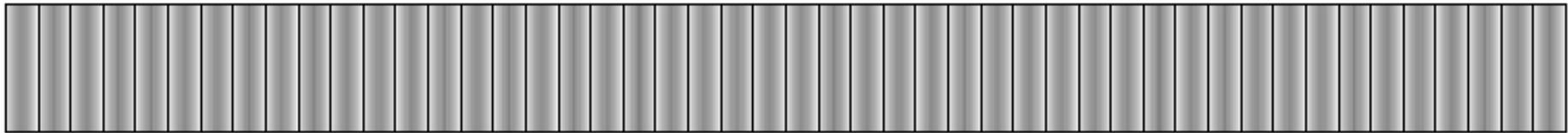
# Sub-canalização

---



- Opcional no uplink
- Lida com legislações diferentes;
- Oferece melhor custo-benefício para os negócios

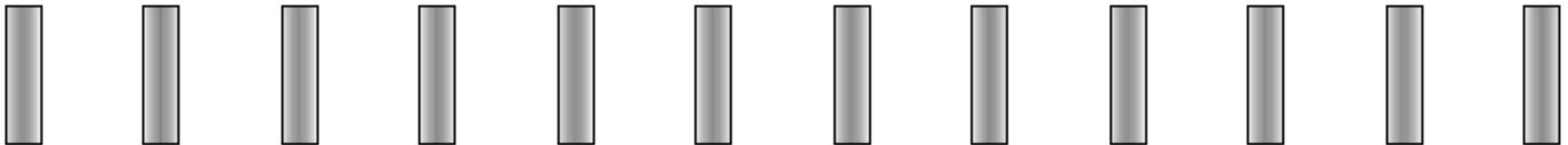
# Efeito da sub-canalização



Transmitted downstream OFDM spectrum from the base station, each slot represents a RF carrier



Transmitted upstream OFDM spectrum from the CPE, all carriers are transmitted but at a quarter of the level of the base station, hence the range will be less



# Aplicações Fixas



## → Uso de antenas LOS

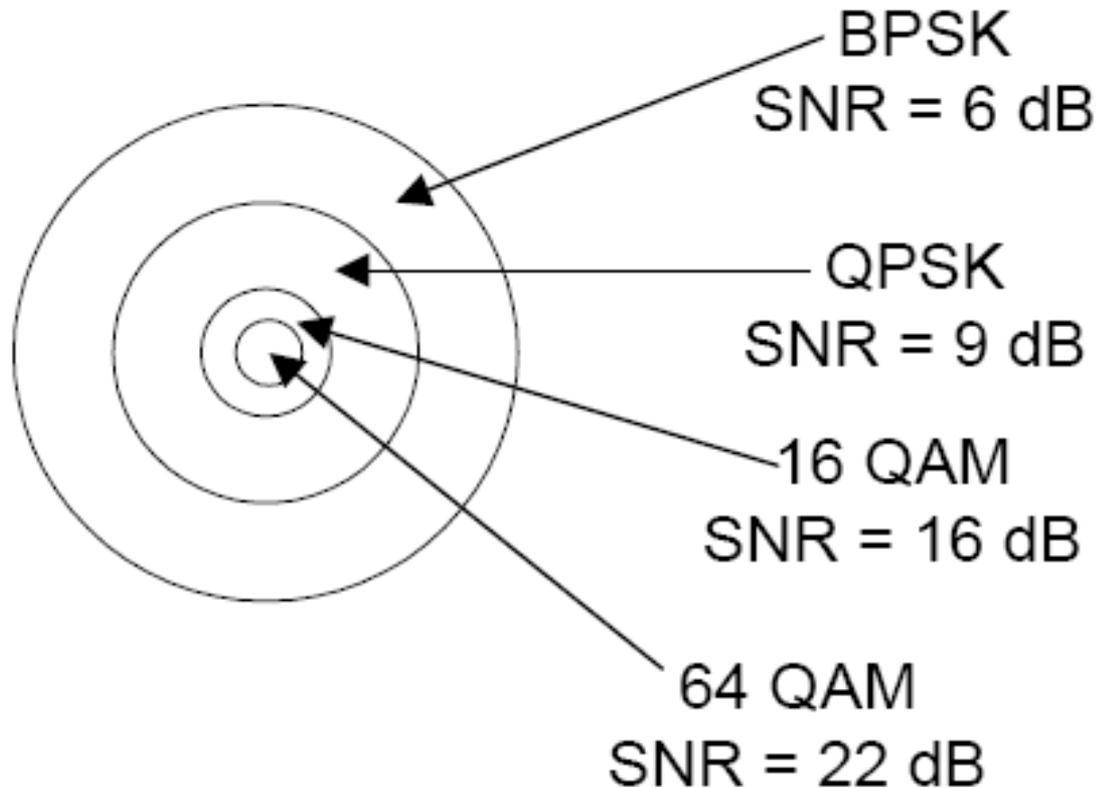
- Menus delay spread;
- Padrão de antenas, formas e componentes
- Uso de antenas adaptativas
  - ◆ **Seguem direção do sinal do receptor como um farol**
  - ◆ **Supressão de interferência co-canal de outras transmissões**

## Algoritmos Transmit & Receive Diversity

---

- Esquemas tirando vantagens de multi-percurso e reflexões
- Algoritmos usados no transmissor
  - Usa codificação “espaço tempo” para oferecer independência da fonte de transmissão.
- Algoritmos usados pelo receptor
  - Lidar c/ problemas do NLOS

# Modulação adaptativa



# Características do Nível físico



Característica	Benefício
Ondas 256 pontos FFT OFDM	Multi-percurso em LOS e NLOS
Modulação adaptativa e codificação de erros variável para cada rajada	Maximiza o numero de bits no canal
Tamanhos flexíveis de canais (1.75, 1.25, 1.5 3, 5, 7, 10, etc..)	Legislação e modelo de negócio Wi-Fi precisa de 20 Mhz!
Uso de TDD e FDD	Legislação
Antenas inteligentes	Ficando baratas, eliminam interferência e aumentam ganhos

# Técnicas de controle de erros

---



- Reed Solomon FEC
- ARQ
- Codificação convolucional
- Interleaving

- Slotted TDMA c/ algoritmo de escalonamento aberto
- Protocolo pedido / resposta (grant - request)

Característica	Benefício
Escalonamento TDMA do UL/DL	Eficiência no uso do espectro
Escalabilidade de 1 a centenas de usuários	Caso forte de negócio
Orientado a conexão	QoS
Serviços: CBR, VBR e melhor esforço	VoIP, vídeo, IP, etc..
ARQ	Recuperação transparente
Modulação adaptativa	Altas taxas de transmissão
Controle de potencia	Minimizar interferência
Tripple DES	Privacidade

# Wi-Max Completo vs Standard

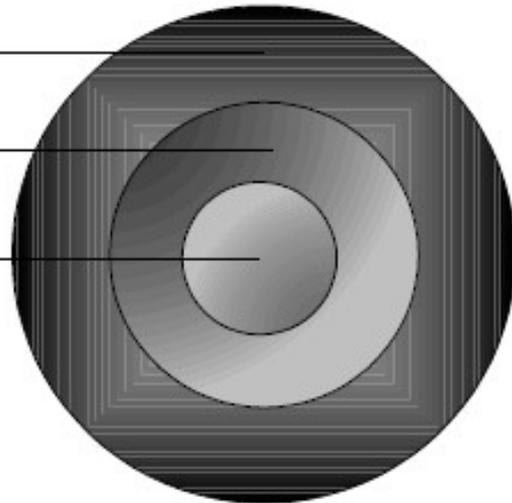


Assumptions		Full featured		Standard		
		From	To	From	To	
Cell radius (km)	Frequency: 3.5 GHz Bandwidth: 3.5 MHz Per 60 <sup>0</sup> sector					
	LOS	30	50	10	16	
	NLOS(Erceg-Flat)	4	9	1	2	
	Indoor self-install CPE	1	2	0.3	0.5	
Maximum throughput per sector (Mbps)		Downlink	11.3	8	11.3	8
		Uplink	11.3	8	11.3	8
Maximum throughput per CPE at cell edge (Mbps)		Downlink	11.3	2.8	11.3	2.8
		Uplink	0.7	0.175*	11.3	2.8
Maximum number of subscribers		More		Less		

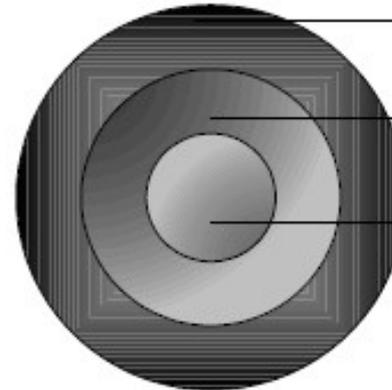
# Completo vs. Standard



LOS  
30 to 50 km  
NLOS  
4 to 9 km  
Indoor Self-install  
1 to 2 km



LOS  
10 to 16 km  
NLOS  
1 to 2 km  
Indoor Self-install  
0.3 to 0.5 km



# Perfis Wi-Max

---

- Numero de opções é alto
- Legislação
- Modelo de negocio
- Disponibilidade de espectro