



# 802.11

Prof. Marcelo A. Rauh Schmitt

Redes de Computadores

# Nomenclatura

- WiFi (<http://www.wi-fi.org>)
- WLAN (Wireless LAN)
- 802.11 (padrões da IEEE)

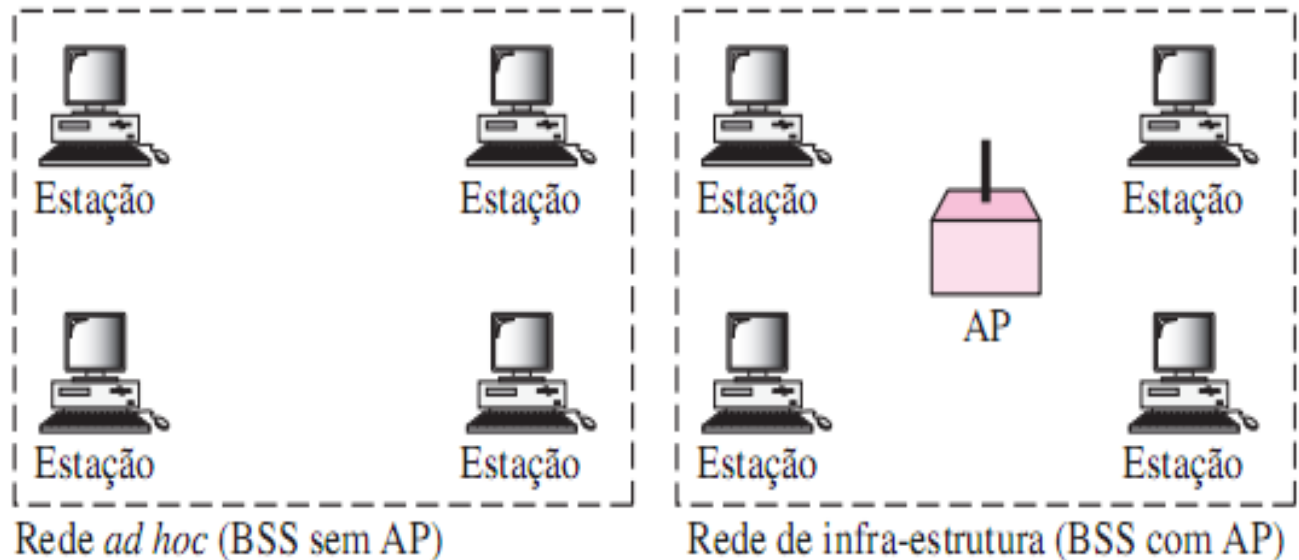
# Banda utilizada pelas WLANs

- Banda ISM (industrial, científica e médica)
  - 902 a 928MHz
  - 2,4 GHz a 2,5GHz
  - 5,725 GHz a 5,850GHz
- Bandas utilizadas
  - 2,4 GHz
  - 5 GHz

# Tipos de serviços (BSS ou ESS)

- BSS (*Basic Service Set*)
  - Estações sem fio
  - No máximo um AP (Access Point) – estação base

**BSS:** Basic service set  
**AP:** Access point



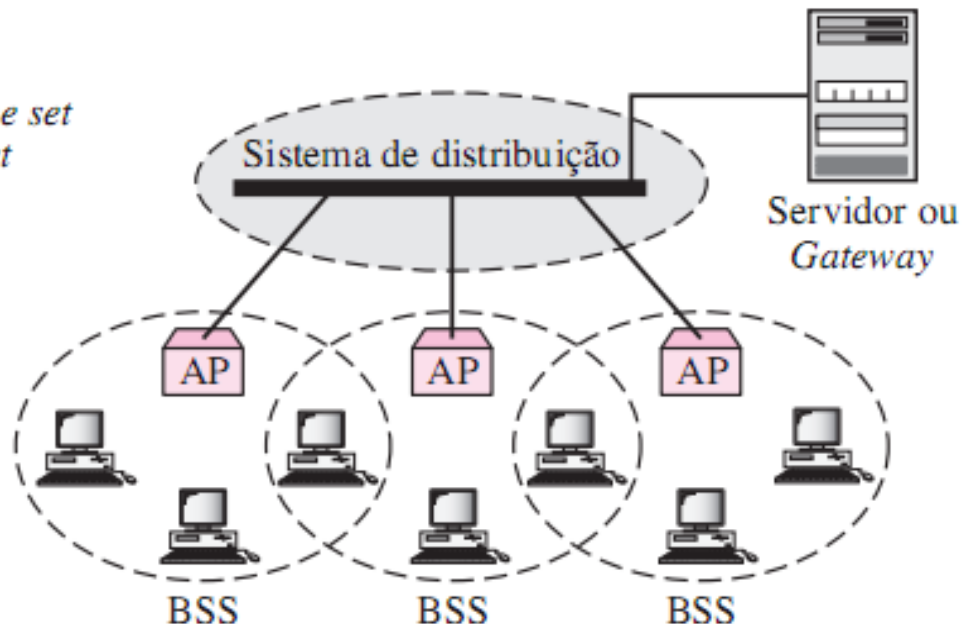
# Tipos de serviços (BSS ou ESS)

- ESS (Extended Service Set)
  - União de dois ou mais BSS
  - APs unem os BSS

**ESS:** *Extended service set*

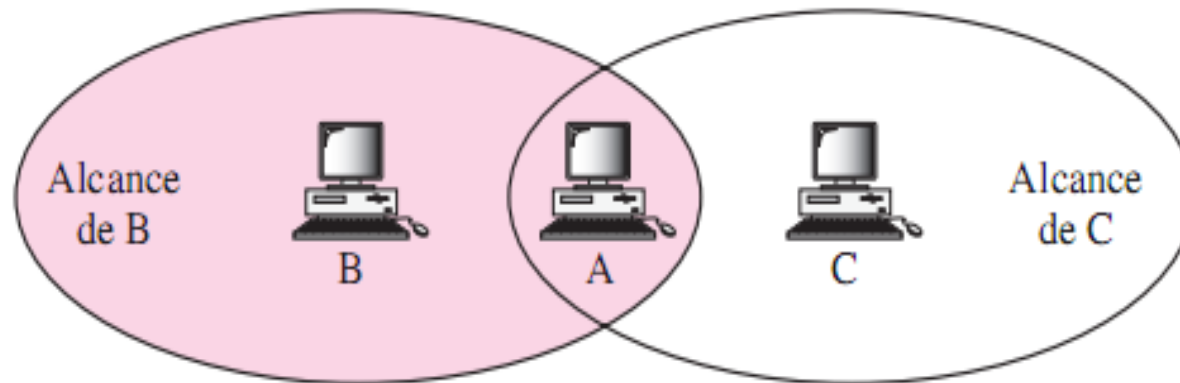
**BSS:** *Basic service set*

**AP:** *Access point*



# Controle de acesso ao meio

- Impossibilidade de detectar colisões
  - Dispositivo mais caro
  - Estação oculta



B e C estão ocultas uma em relação à outra no que diz respeito a A

# Controle de acesso ao meio

- WLAN usa serviço com confirmação - ACK
- Três métodos
  - Escuta o meio e envia – determinado pelo *threshold* do AP
    - Não evita colisões
    - Modo de operação comum nos APs (*threshold*)
  - DCF – *Distributed Coordination Function*
    - Importante quando há estações ocultas
    - Utiliza o protocolo CSMA/CA
  - PCF – *Point Coordination Function*
    - Pouco implementado
    - Opcional
    - Utiliza um método de varredura das estações que estão prontas para transmitir

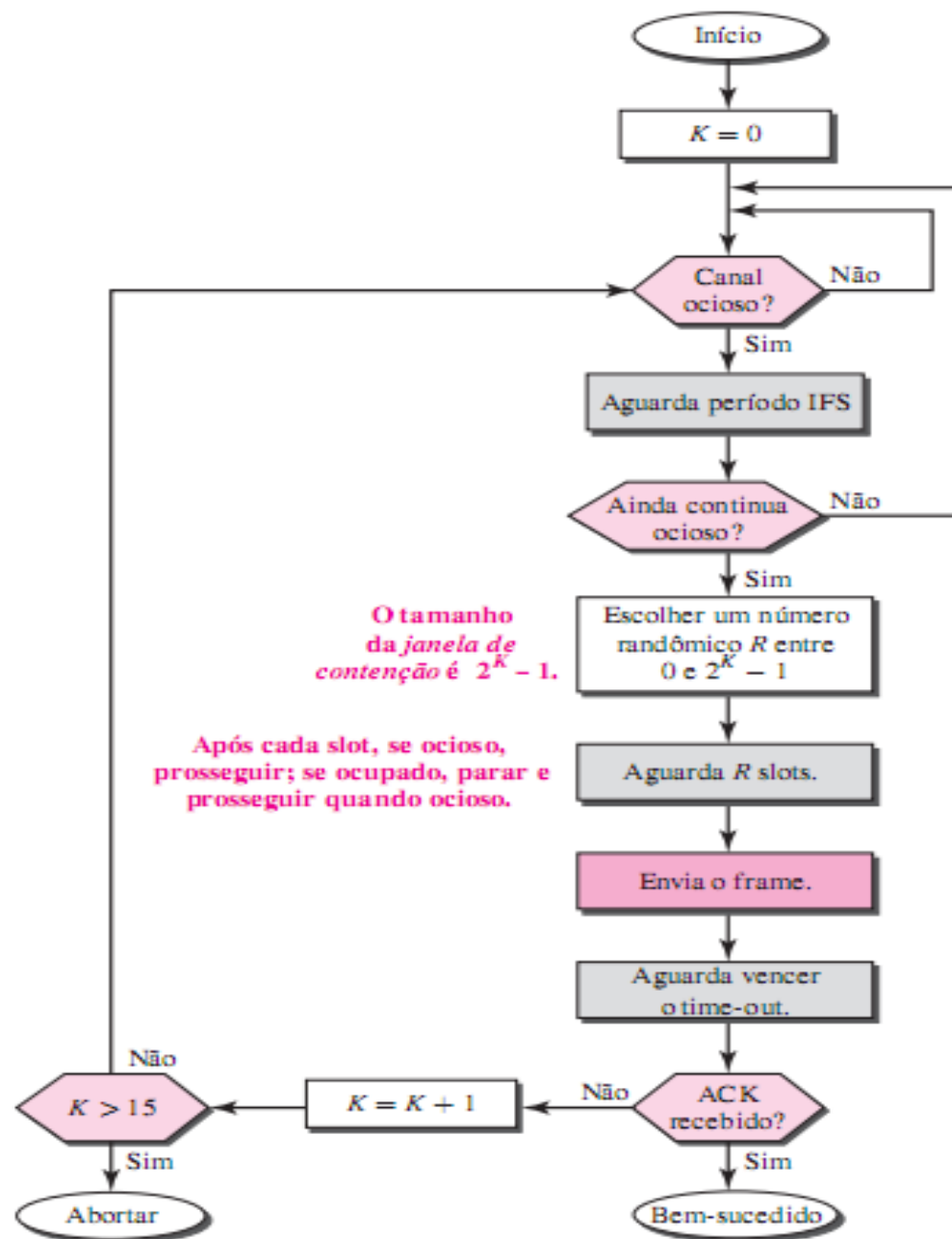
# CSMA/CA (*Collision Avoidance*)

**Quadro 2.2 Passos do Protocolo CSMA/CA**

Passos	Descrição
	Após perceber que o canal está livre, a estação não inicia nenhuma transmissão, aguardando um tempo determinado chamado DIFS ( <i>DCF Interframe Space</i> ). Isso acontece porque uma estação distante pode já ter iniciado a transmissão.
	Se o meio continua livre após DIFS, é escolhida uma janela de contenção baseada em fatias de tempo. Tal escolha é feita de forma semelhante ao algoritmo de backoff das redes Ethernet. A cada intervalo de tempo que constitui essa janela de contenção, o meio é testado. Se estiver ocupado, o temporizador é congelado; senão, é decrementado.
	Após a expiração do tempo de contenção, a comunicação da mensagem propriamente dita ainda não é feita. A estação envia um pedido de transmissão (RTS – <i>Request to Send</i> ).
	Ao receber o RTS, a estação destino aguarda um intervalo de tempo denominado SIFS ( <i>Short Interframe Space</i> ) e envia uma confirmação para a origem (CTS – <i>Clear to Send</i> ).
	Após aguardar também o SIFS, a estação origem envia o quadro com os dados ao destino.
	Por último, após o SIFS, a estação destino envia novamente uma confirmação de recebimento correto dos dados (ACK – <i>Acknowledgement</i> ).

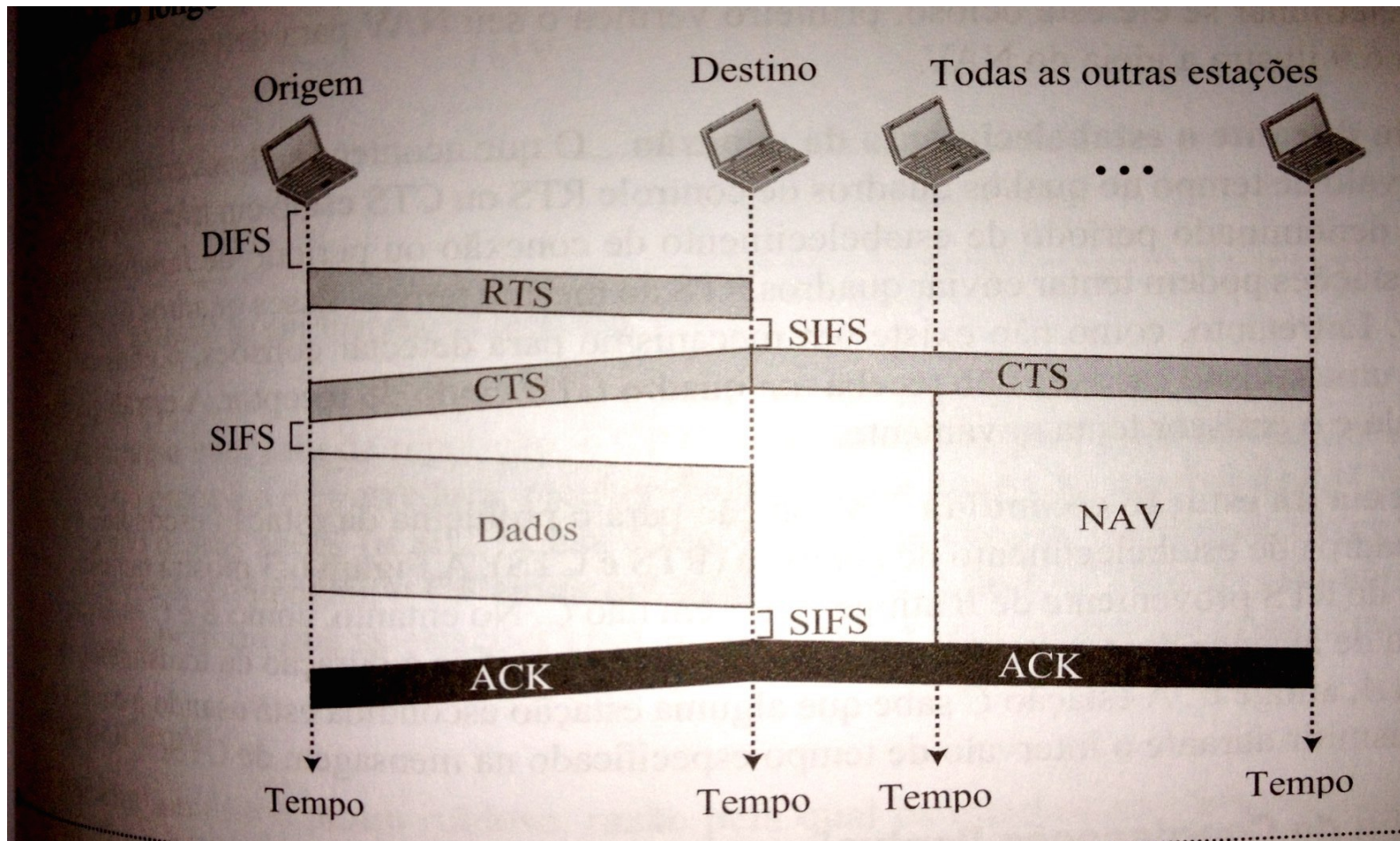


# CSMA/CA

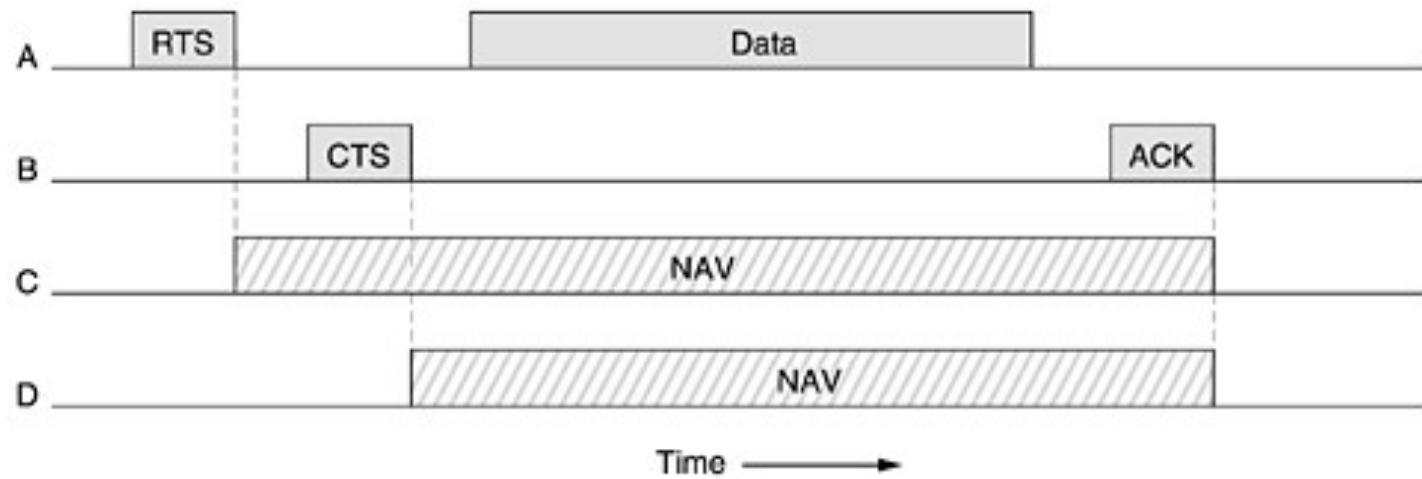


# CSMA/CA

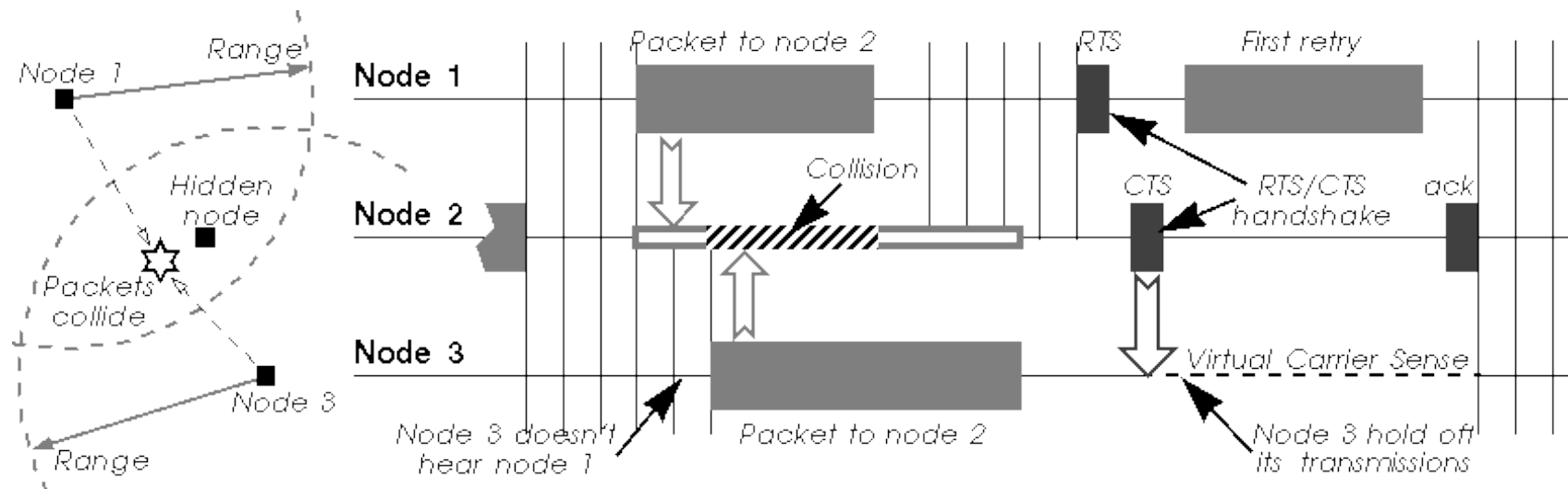
- Tempo de transmissão incluído no RTS



# CSMA/CA



# CSMA/CA



- Tamanho total – 2346 bytes
  - Cabeçalho – 34 bytes
  - Dados – 2312 bytes

[illegible]

# Formato do quadro 802.11

- CQ (Controle do Quadro – 2 bytes): esse campo define o tipo de quadro (gerenciamento, controle e dados) e algumas informações de controle (fragmentação, gerenciamento de energia, criptografia, etc ).
- D (Duração - 2 bytes): em quadros de dados, esse campo define a duração da transmissão, o que é muito importante para que as outras estações estabeleçam o NAV.
- Endereços (6 bytes para cada endereço): há quatro campos de endereços que serão detalhados na próxima seção.
- CS (Controle de Sequência – 2 bytes): campo utilizado para realizar o controle de fluxo. Cada quadro é enviado com um número de sequência, permitindo a confirmação do recebimento.
- Corpo do quadro (de 0 a 2312 bytes: essa área é reservada para o transporte dos dados, isto é, aquilo que foi entregue pelo nível que está acima do enlace.
- FCS (*Frame Check Sequence* – 4 bytes): esse campo contém código CRC-32 para controle de erro.

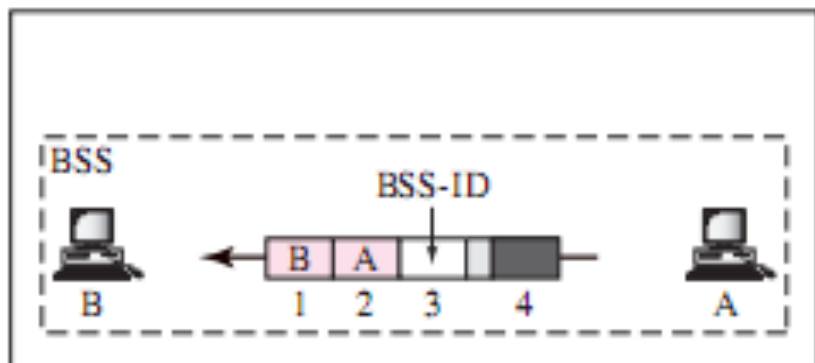


# Tipos de quadros

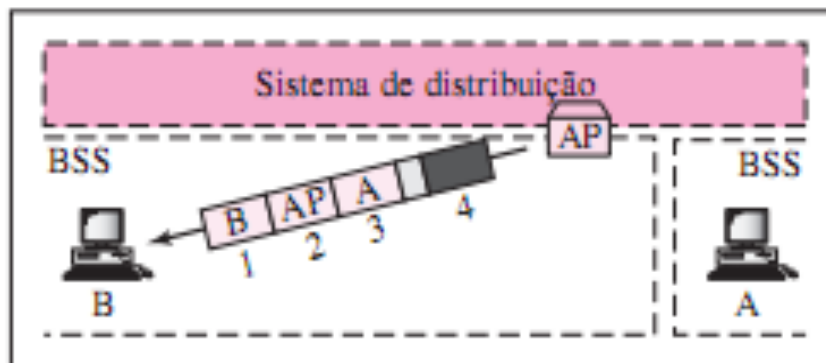
- **Quadros de gerenciamento** são aqueles trocados entre estações sem fio e APs para iniciarem uma comunicação.
- **Quadros de controle** são aqueles usados para acessar o canal e confirmar recebimento de dados (RTS, CTL e ACK).
- **Quadros de dados** são os que carregam as informações do nível de rede.

# Endereçamento

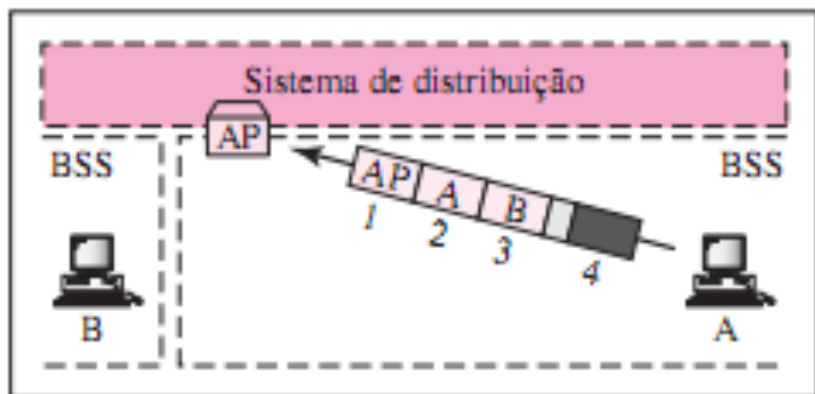
- Mesmos endereços MAC da rede Ethernet



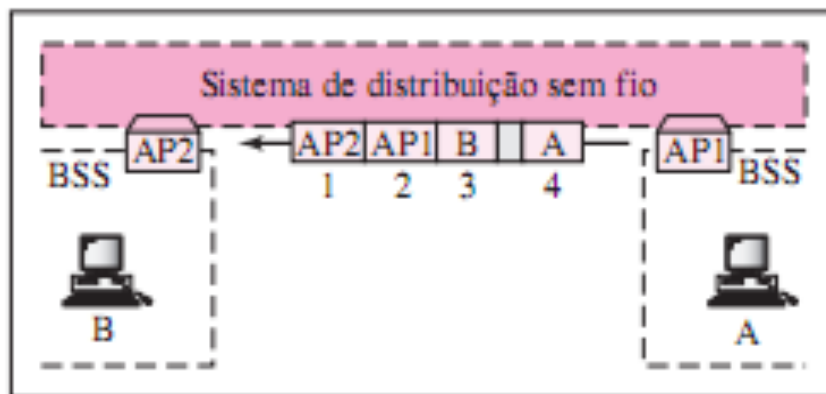
a. Caso 1



b. Caso 2



c. Caso 3



d. Caso 4

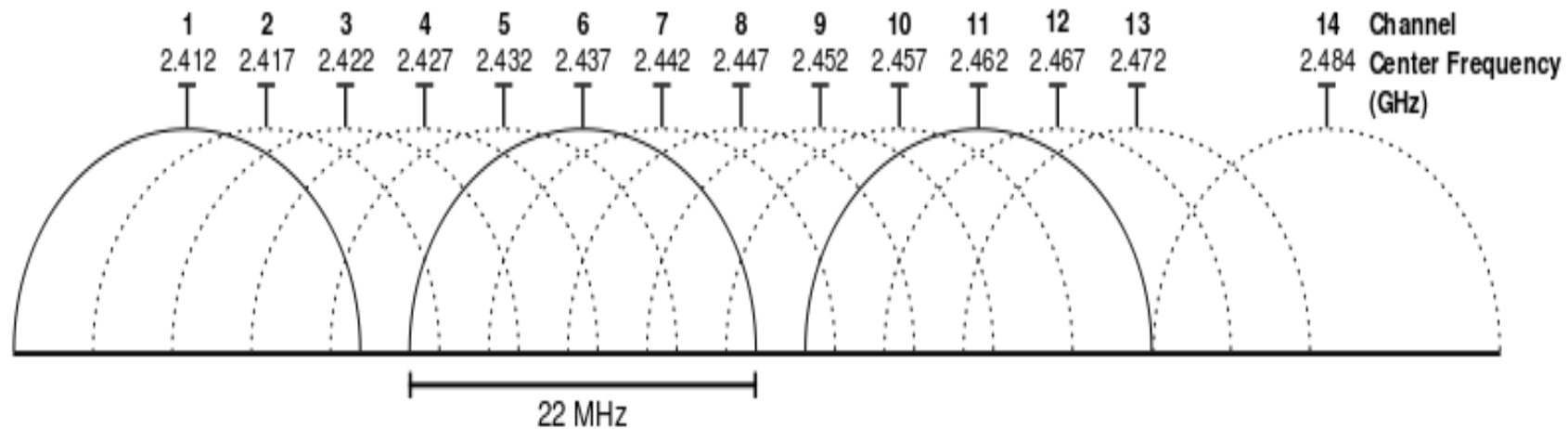


# Padrões existentes

**Quadro 2.3 Características principais dos padrões de WLAN**

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
<b>Velocidade máxima</b>	54Mbps	11Mbps	54Mpps	150-600Mbps
<b>Banda ISM</b>	5GHz	2,4GHz	2,4GHz	2,4 ou 5GHz
<b>Quantidade de canais</b>	23	Mundo - 13 Estados Unidos - 11 Japão - 14	Mundo - 13 EUA - 11	Mundo - 13 (2,4GHz - 20MHz) Estados Unidos - 11 (2,4GHz - 20MHz) 24 (5GHz - 20MHz) 12 (5GHz - 40MHz)
<b>Canais que não se sobrepõem</b>	-	1,6,11,14	1,6,11	1,6,11 (2,4GHz - 20MHz)
<b>Sinalização</b>	OFDM <sup>1</sup>	HR- DSS <sup>2</sup>	OFDM	MIMO-OFDM

# Sobreposição de canais



# 802.11b

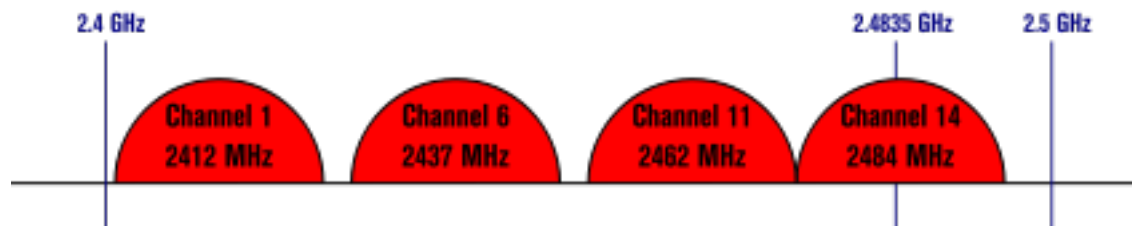
802.11b channel to frequency map <sup>[2]</sup>

Channel	Center Frequency	Frequency delta	Channel Width	Overlaps Channels
1	2.412 GHz	5 MHz	2.401–2.423 GHz	2
2	2.417 GHz	5 MHz	2.406–2.428 GHz	1,3
3	2.422 GHz	5 MHz	2.411–2.433 GHz	2,4
4	2.427 GHz	5 MHz	2.416–2.438 GHz	3,5
5	2.432 GHz	5 MHz	2.421–2.443 GHz	4,6
6	2.437 GHz	5 MHz	2.426–2.448 GHz	5,7
7	2.442 GHz	5 MHz	2.431–2.453 GHz	6,8
8	2.447 GHz	5 MHz	2.436–2.458 GHz	7,9
9	2.452 GHz	5 MHz	2.441–2.463 GHz	8,10
10	2.457 GHz	5 MHz	2.446–2.468 GHz	9,11
11	2.462 GHz	5 MHz	2.451–2.473 GHz	10,12
12	2.467 GHz	5 MHz	2.456–2.478 GHz	11,13
13	2.472 GHz	5 MHz	2.461–2.483 GHz	12
14	2.484 GHz	12 MHz	2.473–2.495 GHz	

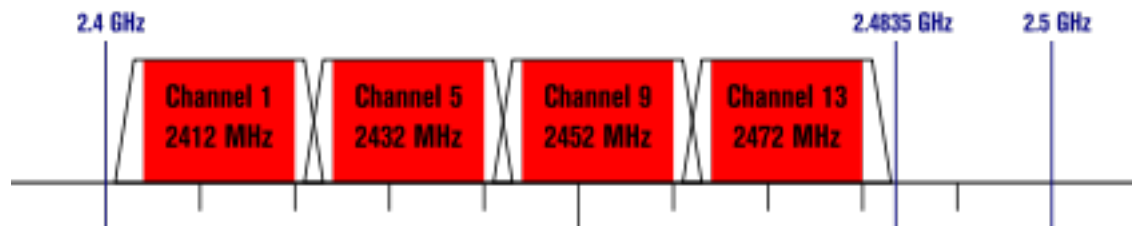
# Canais não sobrepostos

## Non-Overlapping Channels for 2.4 GHz WLAN

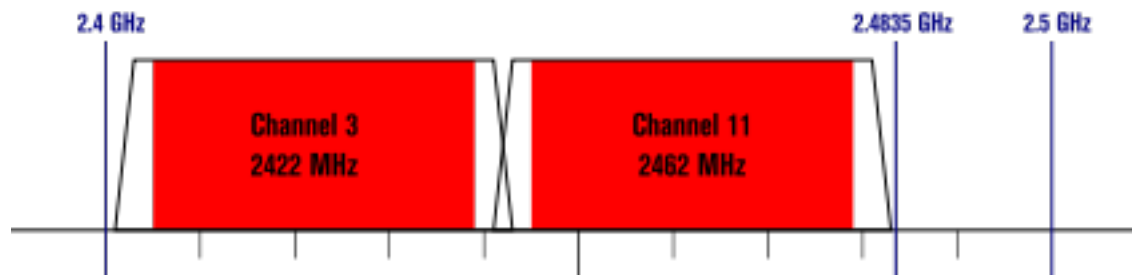
802.11b (DSSS) channel width 22 MHz



802.11g/n (OFDM) 20 MHz ch. width – 16.25 MHz used by sub-carriers



802.11n (OFDM) 40 MHz ch. width – 33.75 MHz used by sub-carriers



# Segurança

- WEP
  - RC4 com 40 ou 104 bits
  - Não é seguro
- WPA
  - TKIP
  - Mais seguro
  - Compatível com o WEP em termos de hardware
- WPA2
  - AES
  - Seguro
- Modos do WPA e WPA2
  - Personal – chave compartilhada
  - Enterprise – autenticação em outro servidor