

# Redes Sem Fio: Introdução

**Profª Janine Kniess**  
**Janine.kniess@udesc.br**

Joinville/SC  
Novembro/2019



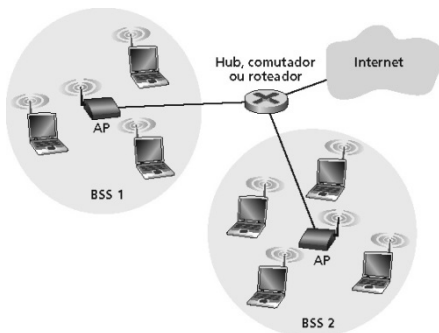
# 6

## Agenda

- Redes sem Fio e Redes Móveis
- IEEE 802.11 LANs sem fio (“wi-fi”)
- IEEE 802.11 LANs sem fio: Arquitetura
- Protocolo MAC: CSMA/CA
- Quadro 802.11

# Redes sem fio e redes móveis

- No nível mais alto as redes sem fio podem ser classificadas segundo dois critérios (Kurose e Ross, 2013):
  - (i) ou um pacote em uma rede sem fio atravessa exatamente um salto (salto único) sem fio ou diversos saltos sem fio (múltiplos saltos).
  - (ii) ou há uma infraestrutura, como uma estação base na rede.
- Salto único, com infraestrutura: tem estação base conectada a uma rede cabeada maior (Internet). Toda a comunicação é feita entre a estação base e um hospedeiro sem fio através de um salto sem fio único.



Ex: redes 802.11, WiMax 802.16 e redes de telefonia celular

# 6 Redes sem fio e redes móveis

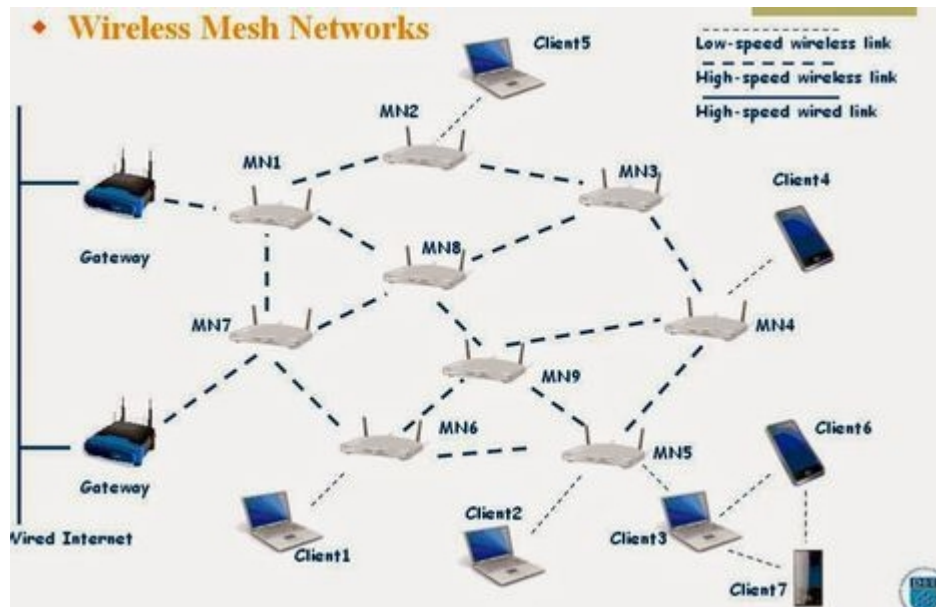
- Salto único, sem infraestrutura: não existe estação base conectada à rede sem fio. Contudo, um dos nós da rede pode atuar como coordenador das transmissões entre os nós da rede sem fio.
  - Ex: redes 802.11 no modo ad hoc e Bluetooth (802.15)



# 6 Redes sem fio e redes móveis

Múltiplos saltos, com infraestrutura: tem a estação base cabeada para redes maiores. Entretanto, alguns nós sem fio podem ter que reestabelecer sua comunicação através de outros nós sem fio para se comunicarem por meio de uma estação base.

- Ex: algumas redes de sensores sem fio e redes em malha.



# 6 Redes sem fio e redes móveis

- Múltiplos saltos, sem infraestrutura: não existem estações base nestas redes, e os nós podem ter que reestabelecer mensagens entre diversos outros nós para chegar a um destino. Ex: MANETs, VANETs.



# Redes sem fio e redes móveis

- Comitê 802 do IEEE tem, dentre outros, os seguintes grupos trabalhando na elaboração de normas de redes sem fio (Wireless):

**Tabela1. Grupos de Trabalho do IEEE 802**

<b>802.11</b>	<b>Wireless LAN (WLAN)</b>	<b>WiFi</b>
<b>802.15</b>	<b>Wireless Personal Area Network (WPAN)</b>	<b>Bluetooth entre outros.</b>
<b>802.16</b>	<b>Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)</b>	<b>WiMax</b>

## WLAN (Wireless LAN):

- rede local sem fio padronizada pelo IEEE 802.11.

## Wi-Fi (*Wireless Fidelity*):

- nome da marca comercial utilizada pela WECA para indicar a interoperabilidade de produtos WLAN.

WECA: <https://www.goweca.com/>



# 6 Redes sem fio e redes móveis

## WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*)

- submete os produtos WLAN a testes avançados
- padrão de interoperabilidade

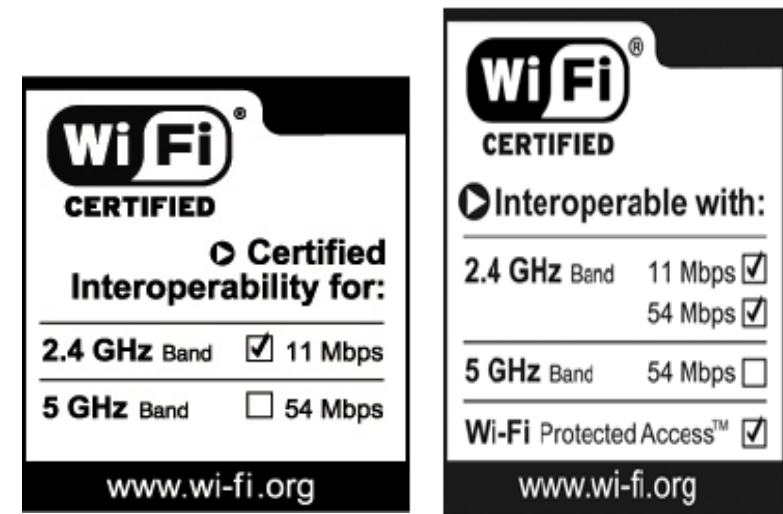


Figura 1: logotipo Wi-Fi

# 6 IEEE 802.11 LAN sem fio

- IEEE 802.11 (WiFi):

Protocolo de comunicação sem fio, desenhado com o objetivo de criar redes sem fio de alta velocidade, utilizando ondas de rádio com baixas frequências, para transmitir dados entre dispositivos.

# 6 IEEE 802.11 LAN sem fio

Tabela 2: WLAN (WiFi): Família 802.11x:

Sub-grupo	Frequência	Velocidade	Alcance típico (interno)
802.11a*	5 Ghz	54 Mbps	25 m=~50 (indoor)
802.11b	2,4 Ghz	11 Mbps	40 m=~50m (indoor)
802.11g	2,4 Ghz	54 Mbps	40 m (Indoor)
802.11n	2,4 Ghz/5Ghz	150 a 600 Mbps	=~50 m
802.11ac	5Ghz	1,3Gbps	180 m

Compatível com 802.11b

\*Incompatível com os padrões 802.11b e 802.11g

# 6 802.11 arquitetura de LAN

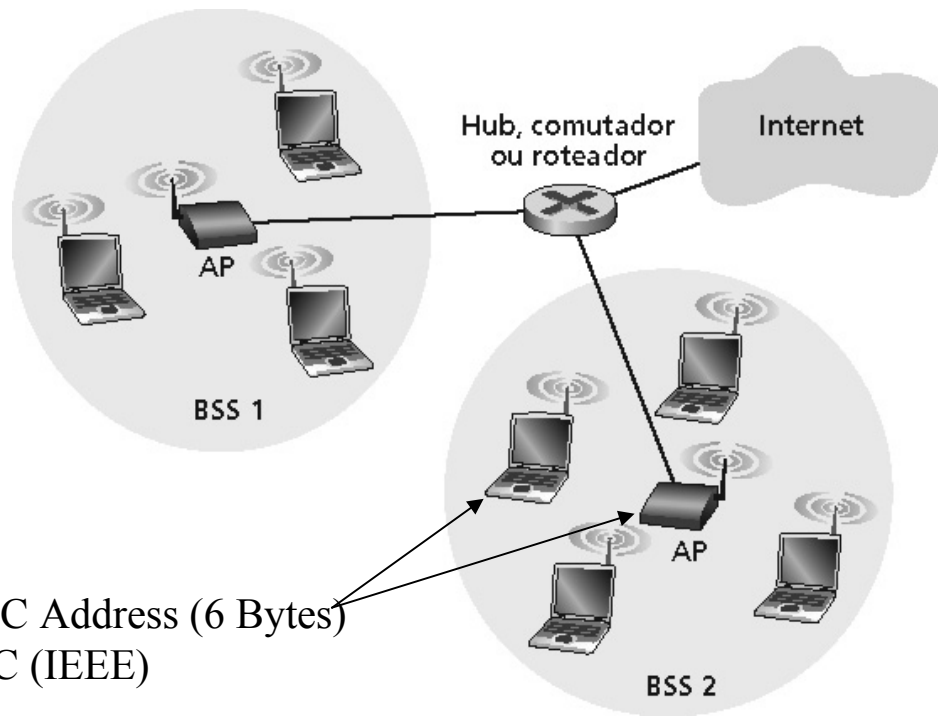


Figura 2. Arquitetura 802.11

- Hospedeiro sem fio se comunica com a estação-base
  - Estação-base = ponto de acesso (AP)
- Basic Service Set (BSS) (ou “célula”) no modo infra-estrutura contém:
  - Hospedeiros sem fio
  - Ponto de acesso (AP): estação-base
  - Modo ad hoc: somente hospedeiros

# 6 802.11: Canais, associação (modo infraestruturado)

- 1: 802.11: cada estação precisa se associar a um AP antes de enviar ou receber quadros 802.11;
- 2: O administrador do AP escolhe a frequência para o AP;
- 3: O administrador designa um SSID (*Service Set Identifier*) ao AP;
- 4: O administrador de rede deve designar um número de canal ao AP;

## -Caso do 802.11b (Canais):

802.11b: o espectro de 2,4 GHz-2,485 GHz é dividido em 11 canais de diferentes frequências

# 6 802.11: Canais, associação (modo infraestruturado)

Tabela 3: Canais da frequência de 2.4 Ghz

Canal	Frequência nominal	Frequência prática
<b>1</b>	<b>2.412 GHz</b>	<b>2.401 a 2.423 GHz</b>
2	2.417 GHz	2.405 a 2.428 GHz
3	2.422 GHz	2.411 a 2.433 GHz
4	2.427 GHz	2.416 a 2.438 GHz
5	2.432 GHz	2.421 a 2.443 GHz
<b>6</b>	<b>2.437 GHz</b>	<b>2.426 a 2.448 GHz</b>
7	2.442 GHz	2.431 a 2.453 GHz
8	2.447 GHz	2.436 a 2.458 GHz
9	2.452 GHz	2.441 a 2.463 GHz
10	2.457 GHz	2.446 a 2.468 GHz
<b>11</b>	<b>2.462 GHz</b>	<b>2.451 a 2.473 GHz</b>

Canais 1, 6 e 11 são os únicos que podem ser utilizados simultaneamente sem que exista nenhuma interferência considerável entre as redes.

# 6 802.11: Canais, associação (modo infraestruturado)

Tabela 4: Canais da frequência de 5.8 Ghz

1=	5.180	- CH 36
2=	5.200	- CH 40
3=	5.220	- CH 44
4=	5.240	- CH 48
5=	5.260	- CH 52
6=	5.280	- CH 56
7=	5.300	- CH 60
8=	5.320	- CH 64
9=	5.745	- CH 149
10=	5.765	- CH 153
11=	5.785	- CH 157
12=	5.805	- CH 161
13=	5.825	- CH 165

# 6 802.11: Canais, associação

Possível interferência: canal pode ser o mesmo que aquele escolhido por um AP vizinho!

- Hospedeiro: deve se **associar** com um AP (Ex: Selva de Wi-Fis - *Wi-Fi jungle*)
- 802.11 requer que um AP envie periodicamente quadros de sinalização (beacons) que contêm o nome do AP (SSID) e o endereço MAC
- Hospedeiro sem fio faz uma varredura dos 11 canais, buscando quadros *beacon*
  - Escolhe um AP para se associar
  - Pode realizar autenticação
  - Usa tipicamente DHCP para obter um endereço IP na sub-rede do AP



# 6 802.11: Canais, associação

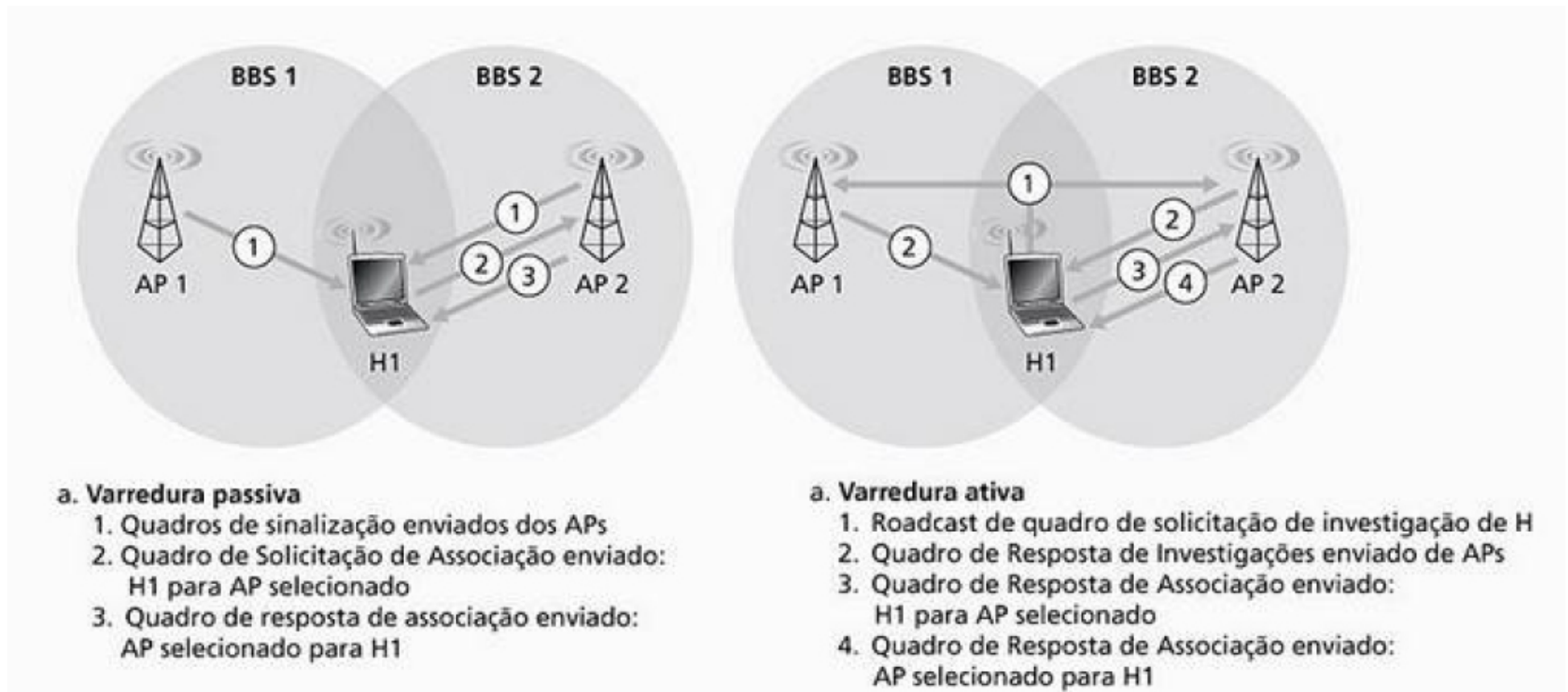


Figura 3. Varredura Passiva a Ativa de Pontos de Acesso

# IEEE 802.11 Protocolo MAC: CSMA/CA

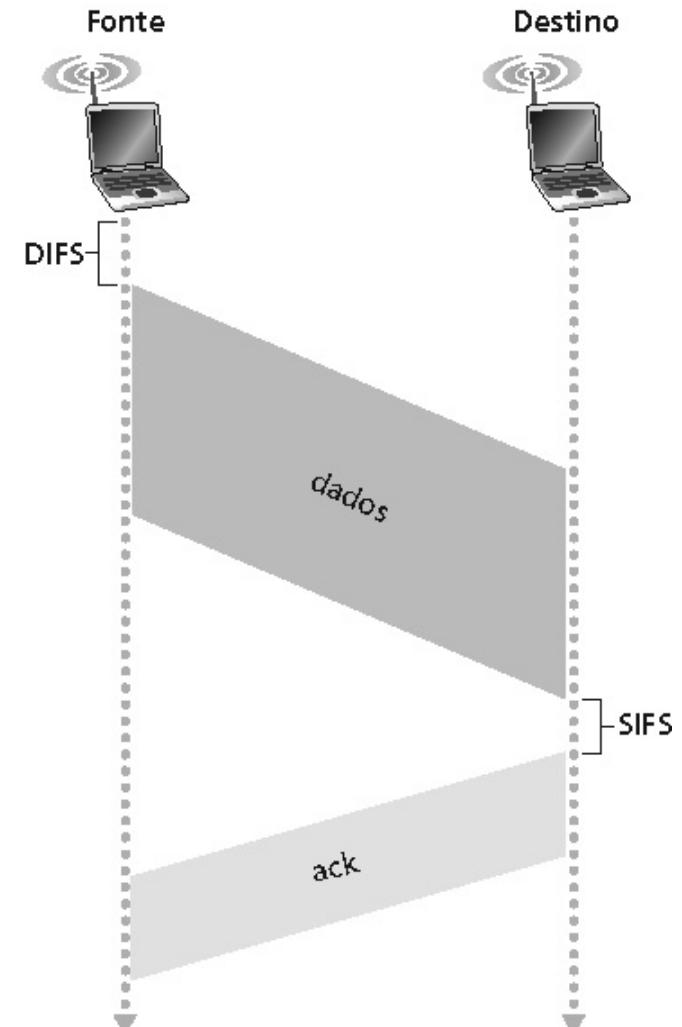
## *Multiple Access with Collision Avoidance*

### Transmissor 802.11

1. Se o canal é percebido quieto (idle) por Distributed Inter-Frame Space (DIFS), então
  - Transmite o quadro inteiro (sem CD)
2. Se o canal é percebido ocupado, então
  - Inicia um tempo de backoff aleatório
  - Temporizador conta para baixo enquanto o canal está quieto
  - Transmite quando temporizador expira.  
Se não vem ACK, aumenta o intervalo de backoff aleatório, repete 2

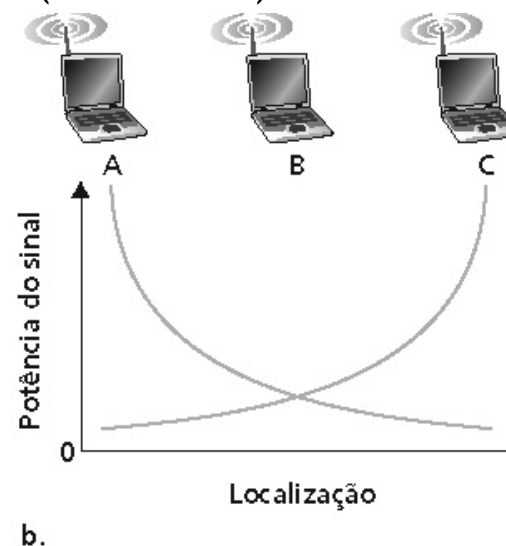
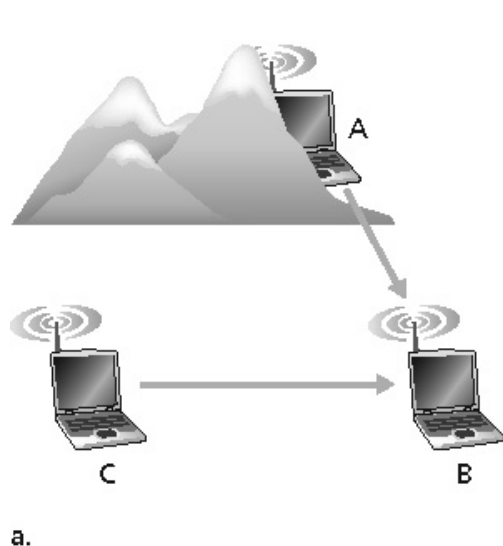
### Receptor 802.11

- Se o quadro é recebido OK  
retorna ACK depois de Short Inter-Frame Spacing (SIFS) (ACK é necessário devido ao problema do terminal oculto)

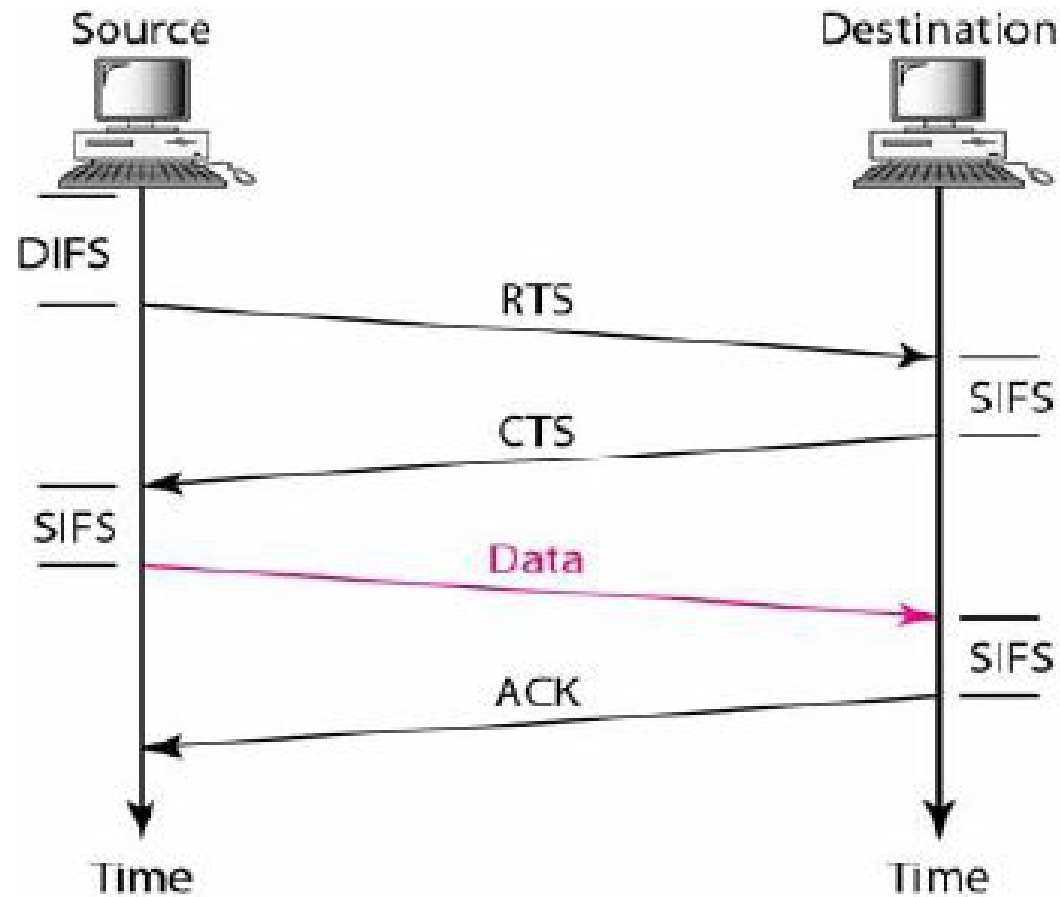


# 6 IEEE 802.11: acesso múltiplo

- Evita colisões: 2 ou mais nós transmitindo ao mesmo tempo
- 802.11: CSMA - escuta antes de transmitir
- Não colide com transmissões em curso de outros nós
- 802.11: não faz detecção de colisão!
- Difícil de receber (sentir as colisões) quando transmitindo devido ao fraco sinal recebido (desvanecimento)
- Pode não perceber as colisões: terminal oculto, fading
- Meta: **evitar colisões**: CSMA/C(collision)A(avoidance)



# 6 Evitando colisões



**Idéia:** permite ao transmissor “reservar” o canal em vez de acessar aleatoriamente ao enviar quadros de dados: evita colisões de quadros grandes mesmo com o problema do terminal oculto

- Transmissor envia primeiro um pequeno quadro chamado request to send (RTS) à estação-base usando CSMA
- RTSs podem ainda colidir uns com os outros, mas são pequenos
- BS envia em broadcast clear to send CTS em resposta ao RTS  
CTS é ouvido por todos os nós
- Transmissor envia o quadro de dados
- Outras estações deferem suas transmissões

**Evita completamente colisões de quadros de dados  
usando pequenos quadros de reserva!**

## 6

## Quadro 802.11: endereçamento



## 6

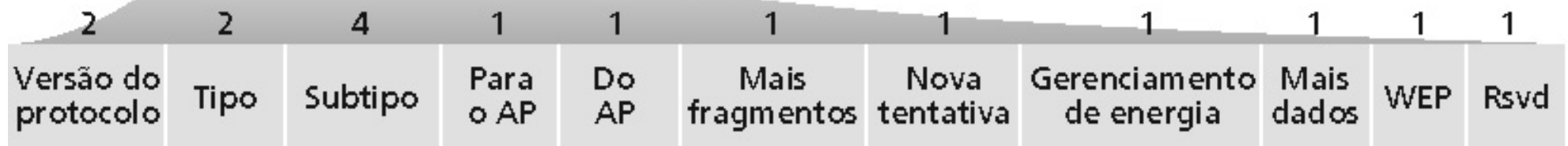
## Quadro 802.11

Duração do tempo de transmissão reservada (RTS/CTS)

# seg do quadro  
(para ARQ confiável)



Detalhamento do campo de controle do quadro:



Tipo de quadro  
(RTS, CTS, ACK, dados)

Criptografia