



Redes Móveis

Capítulo 6 – Redes sem fio e redes móveis

Prof. Jó Ueyama
Junho/2011



Capítulo 6 - Resumo

6.1 Introdução

Redes Sem fio

6.2 Enlaces sem fio, características

6.3 IEEE 802.11 LANs sem fio (“wi-fi”)

6.4 Acesso celular à Internet

Mobilidade

6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis

6.6 IP móvel

6.7 Tratando mobilidade em redes celulares

6.8 Mobilidade e protocolos de alto nível

6.9 Resumo



Redes sem fio e redes móveis

Número de telefones sem fio (móveis) é maior que o número de assinantes de telefones [ITU Statistics 2004].

Acesso generalizado à Internet:

Internet cafés / LAN houses;

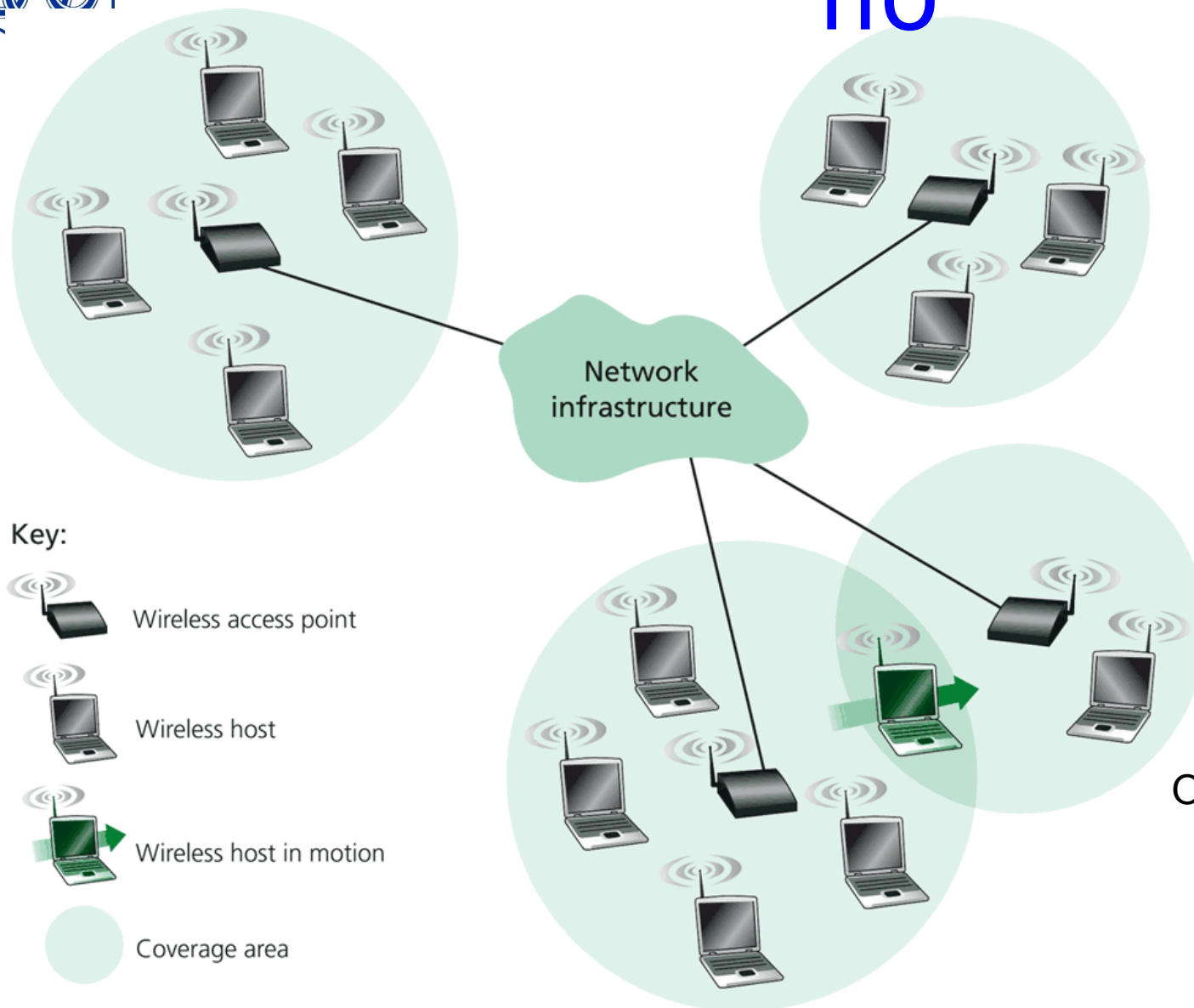
celular; ...

Dois desafios importantes e diferentes:

comunicação sobre enlaces sem fio;

tratamento de usuários móveis que mudam seu ponto de ligação com a rede.

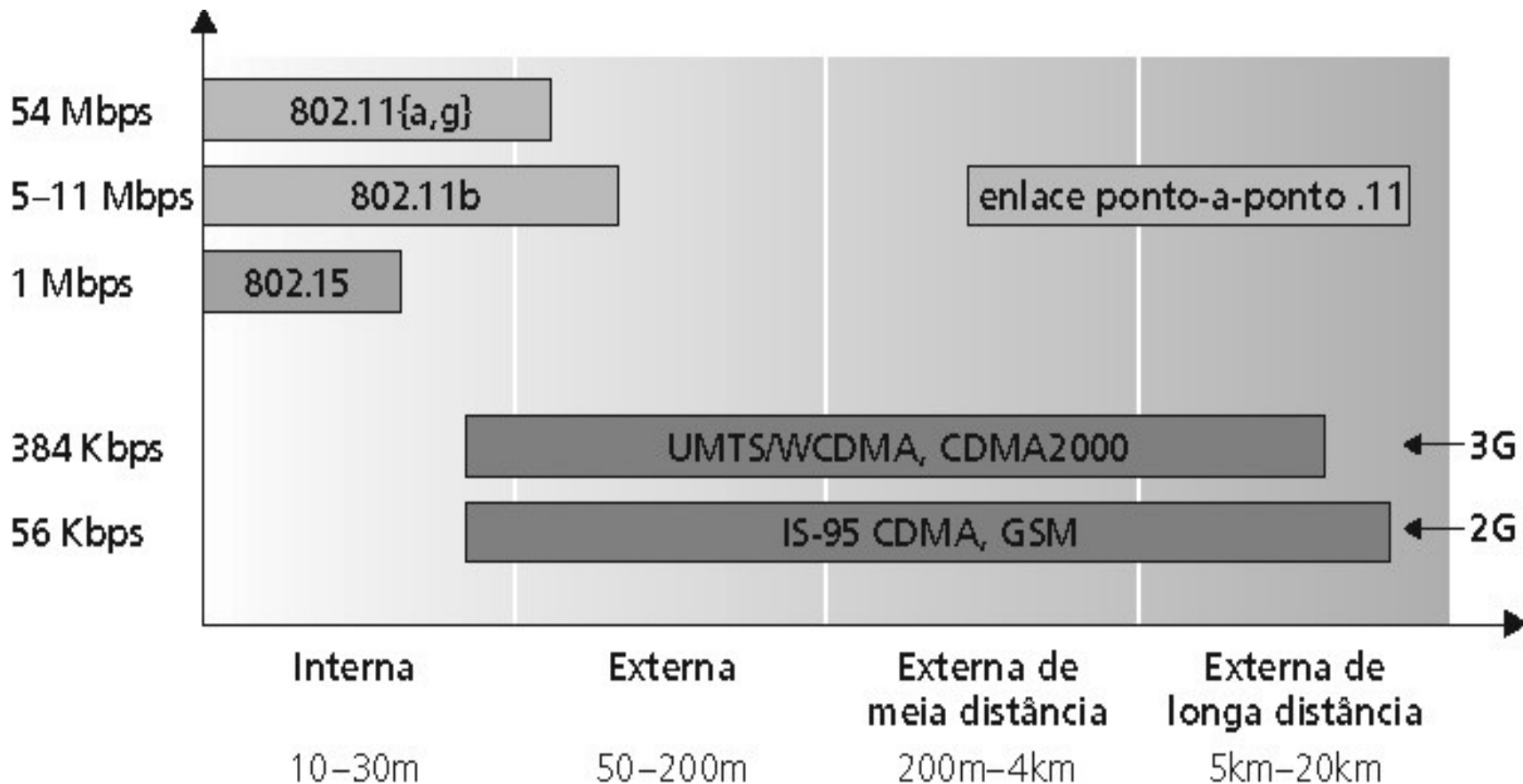
Elementos de uma rede sem fio



O fato de um dispositivo ser 'sem fio' implica que ele seja móvel?

Figure 6.1 ♦ Elements of a wireless network

Características de alguns enlaces de redes sem fio





Redes sem fio – Modos de Operação

- Modo Infra-estrutura:
 - estação-base conecta hospedeiros móveis na rede cabeada;
 - handoff: hospedeiro móvel muda de uma estação-base para a outra.
- Modo ad hoc:
 - não há estações-base;
 - nós podem transmitir somente para outros nós dentro do alcance;
 - nós se organizam numa rede, efetuando roteamento de pacotes entre eles.



Características do enlace sem fio

Diferenças do enlace cabeado:

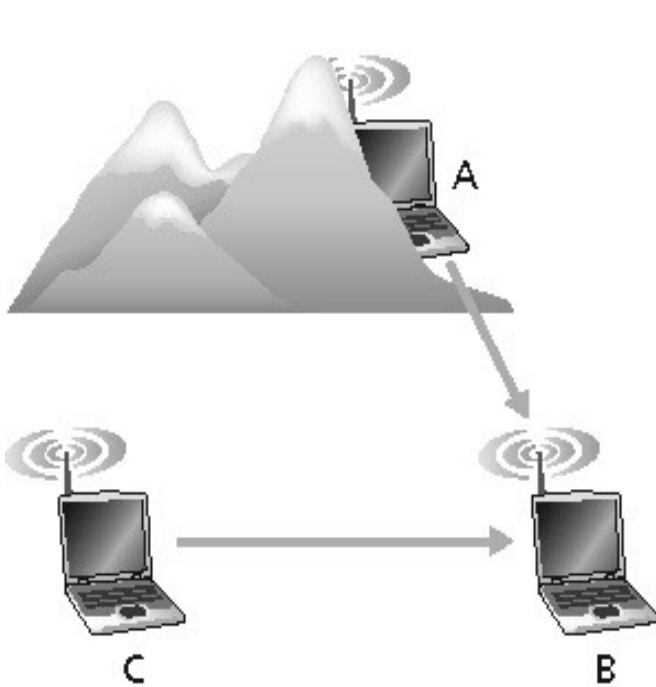
Redução da força do sinal: os sinais de rádio se atenuam à medida que eles se propagam.

Interferência de outras fontes: as frequências padronizadas para redes sem fio são compartilhadas por outros equipamentos; motores também produzem interferência.

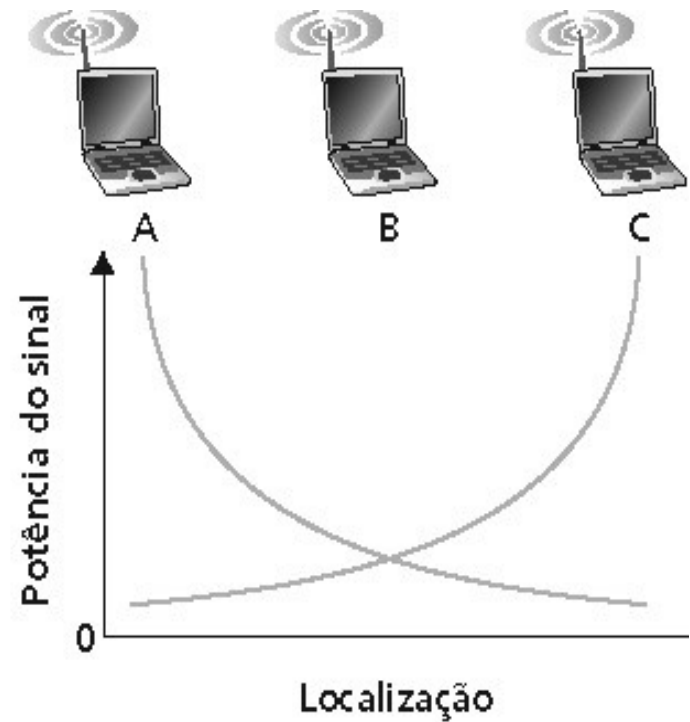
Propagação multivias: o sinal de rádio se reflete no solo e em objetos. O sinal principal e os refletidos chegam ao destino em instantes ligeiramente diferentes.

Características do enlace sem fio

Múltiplos remetentes sem fio e receptores criam problemas adicionais (além do acesso múltiplo):
Problema do terminal oculto;
Desvanecimento (fading).



a.



b.



LAN sem fio: IEEE802.11

Padrão	Faixa de frequência	Taxa de dados
802.11b	2.4 - 2.485 Ghz	até 11 Mbps
802.11a	5.1 - 5.8 Ghz	até 54 Mbps
802.11g	2.4 - 2.485 Ghz	até 54 Mbps

- ▽ Usam CSMA/CA para acesso múltiplo.
- ▽ Operam em dois modos:
 - infra-estrutura;
 - ad hoc.

Arquitetura da LAN 802.11

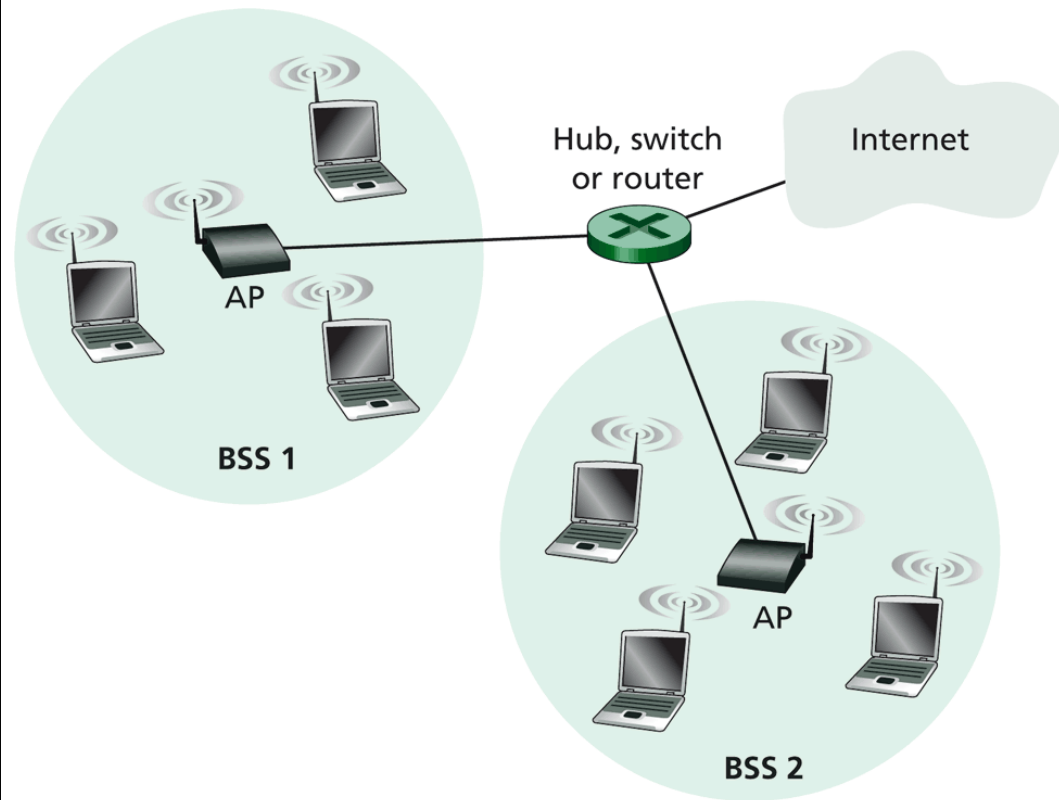


Figure 6.6 ♦ IEEE 802.11 LAN architecture

- 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.

Rede 802.11 Modo ad hoc

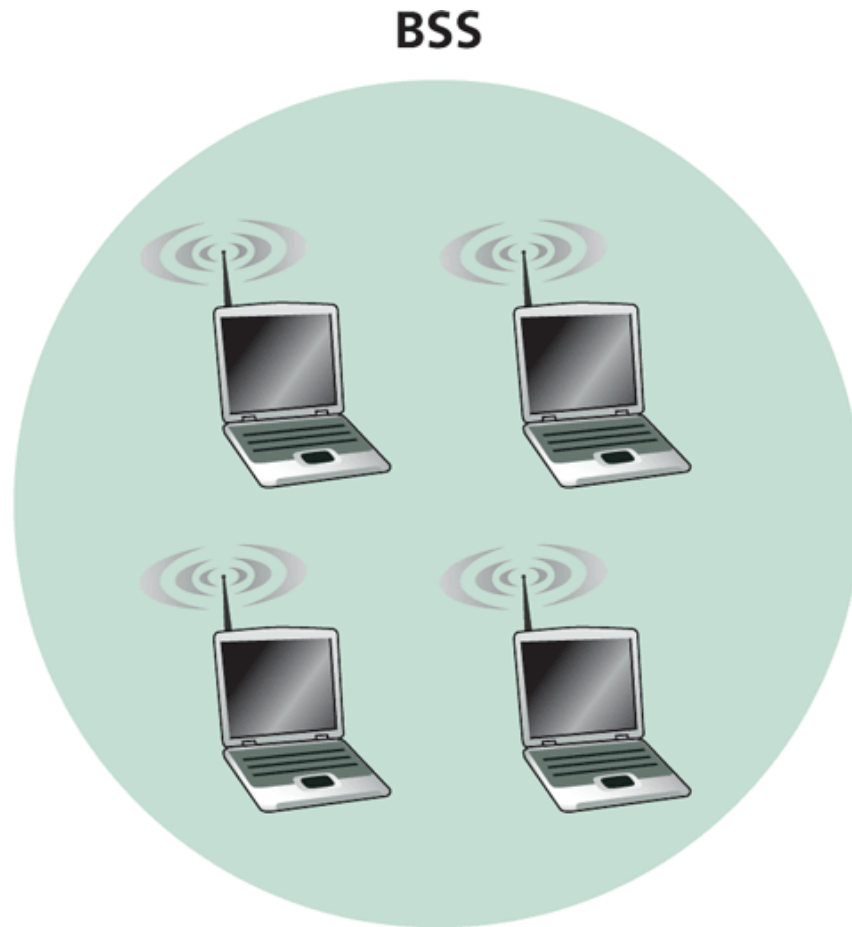


Figure 6.7 ♦ An IEEE 802.11 ad hoc network



802.11 - Canais

- 802.11b: o espectro de 2,4 GHz-2,485 GHz é dividido em 11 canais:
administrador do AP escolhe a frequência;
possível interferência: canal pode ser o mesmo que aquele escolhido por um AP vizinho!



802.11 – Associação

- Hospedeiro: deve se **associar** com um AP.

Percorre canais, buscando quadros *beacon* que contêm o nome do AP (SSID) e o endereço MAC.

Escolhe um AP para se associar.

Pode realizar autenticação.

Usa tipicamente DHCP para obter um endereço IP na sub-rede do AP.



802.11 – Acesso Múltiplo

- ∇ 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 devido a terminal oculto ou desvanecimento.

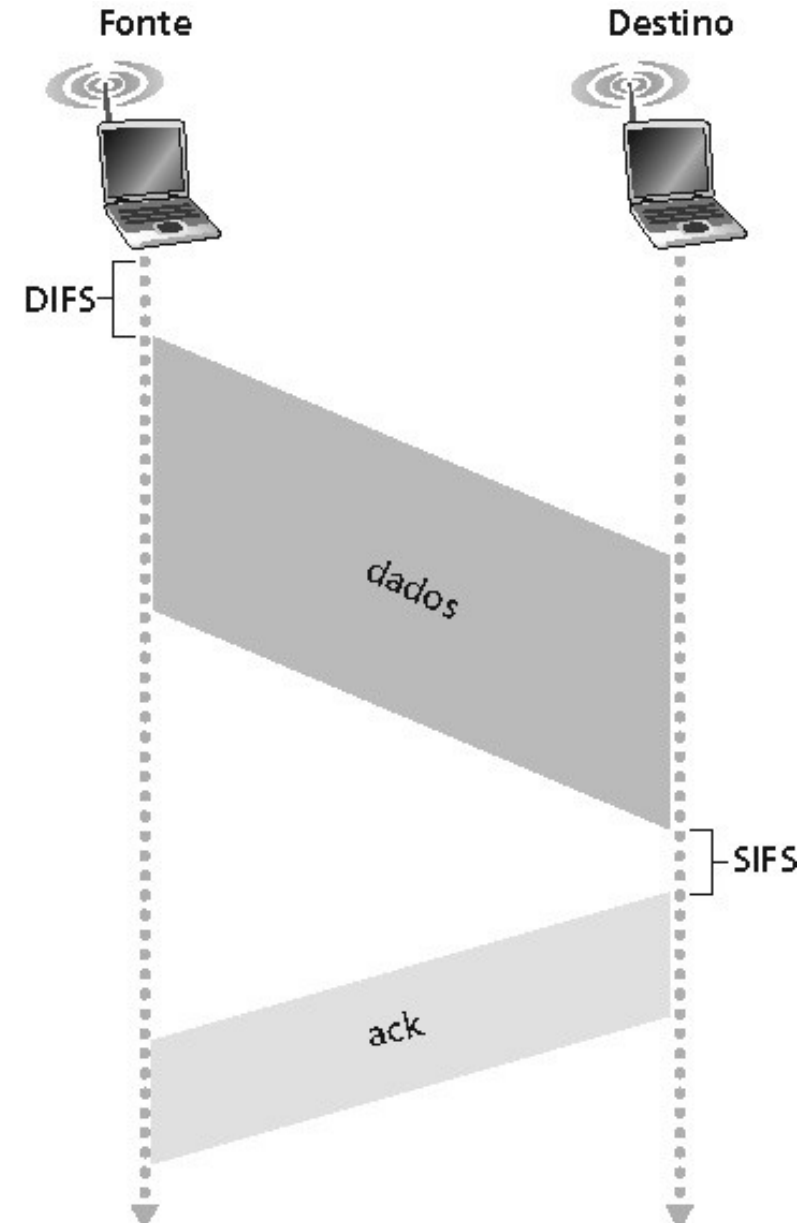
Meta: **evitar colisões:** CSMA/CA

802.11 - CSMA

Transmissor 802.11

1. Se o canal é percebido quieto (idle) por **DIFS**, então:
transmite o quadro inteiro.
2. Se o canal é percebido ocupado, então:
inicia um tempo de backoff aleatório;
temporizador decrementado enquanto o canal está quieto;
transmite quando temporizador expira.

Se não vem ACK, aumenta o intervalo de backoff aleatório, repete 2.





Como evitar as colisões?

Idéia: permitir ao transmissor “reservar” o canal em vez de acessar aleatoriamente ao enviar quadros de dados:

Transmissor envia primeiro um pequeno quadro chamado request to send (RTS).

- RTSs podem ainda colidir uns com os outros, mas são pequenos.

Receptor envia em broadcast clear to send CTS em resposta ao RTS.

Transmissor envia o quadro de dados.

Outras estações deferem suas transmissões.

RTS/CTS resolve a colisão de terminal oculto?

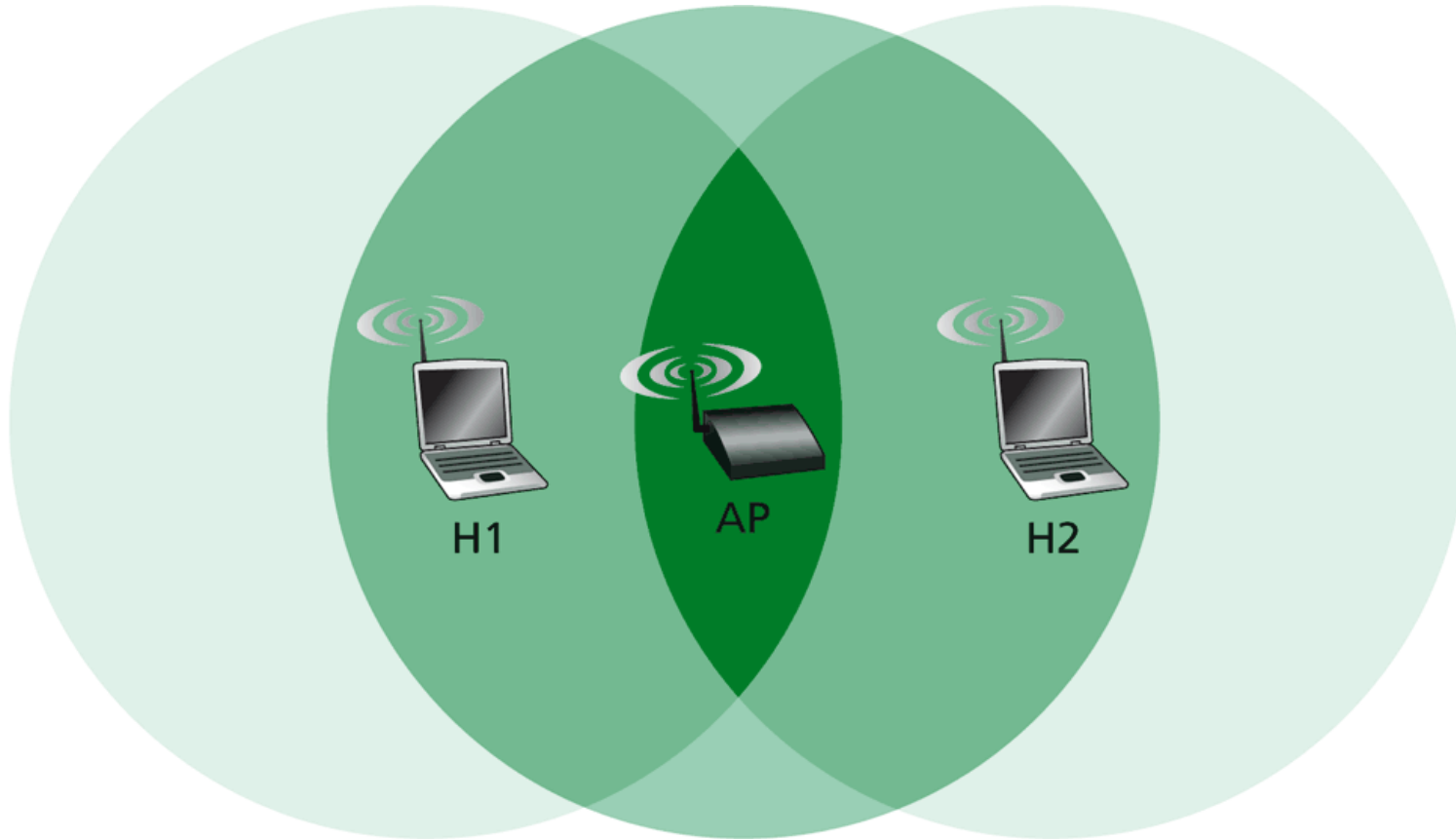


Figure 6.9 ♦ Hidden terminal example: H1 is hidden from H2, and vice versa



Evitando colisões

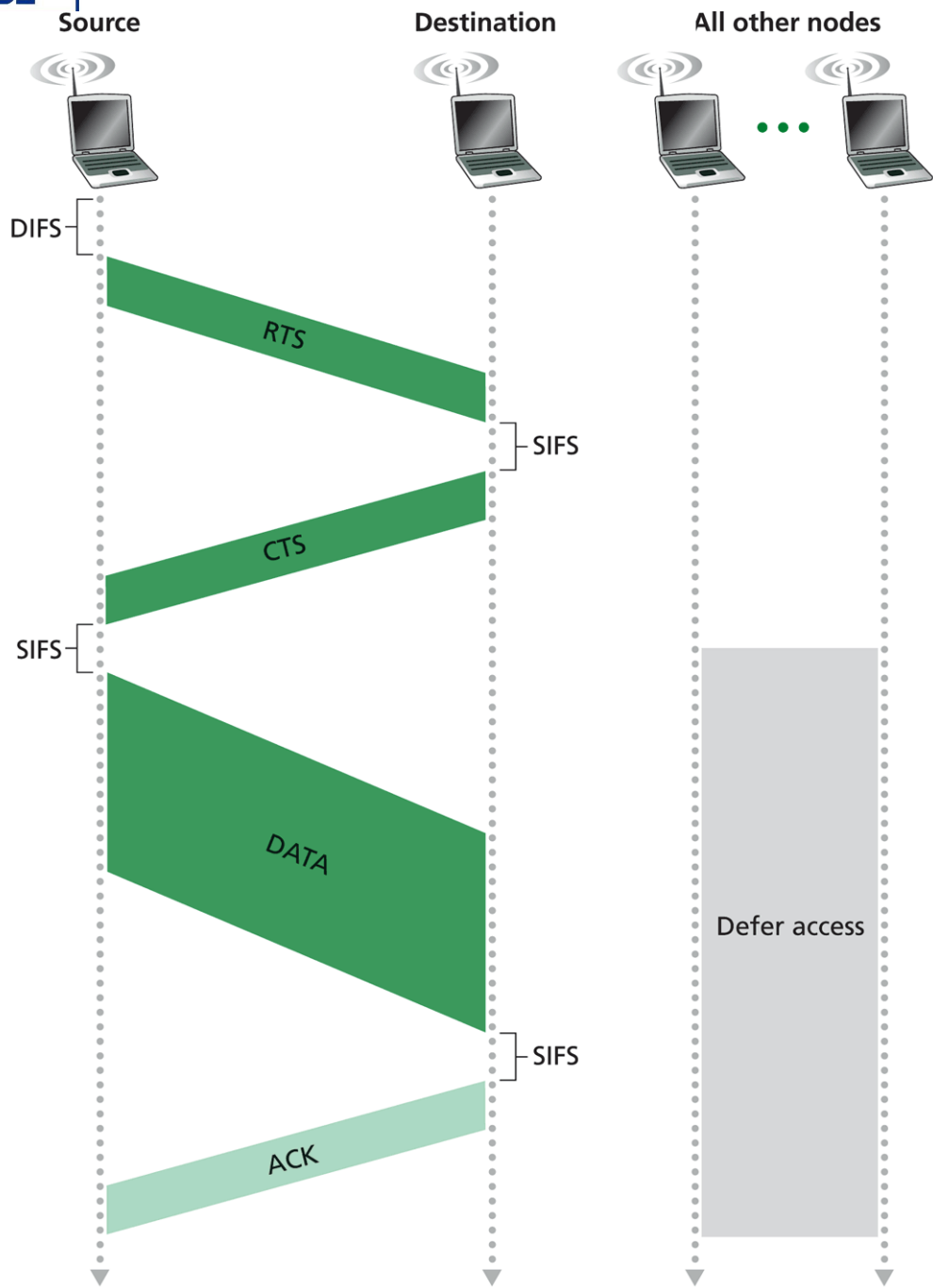


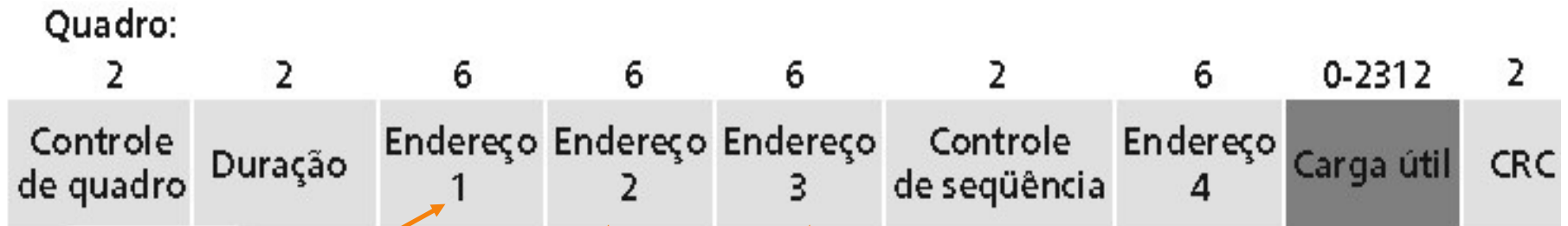
Figure 6.10 ♦ Collision avoidance using the RTS and CTS frames



CSMA/CA - funcionamento

- Applet sem terminal oculto:
http://media.pearsoncmg.com/aw/aw_kur_ose_network_2/applets/csma-ca/withouthidden.html
- Applet com terminal oculto:
http://media.pearsoncmg.com/aw/aw_kur_ose_network_2/applets/csma-ca/withhidden.html

Quadro 802.11 - Endereços



Endereço 1: endereço MAC do Hospedeiro sem fio ou AP que deve receber o quadro

Endereço 2: endereço MAC do hospedeiro sem fio ou AP transmitindo este quadro

Endereço 3: endereço MAC da interface do roteador à qual o AP é ligado. Importante para interconexão com LAN cabeada.

Endereço 4: usado apenas no modo ad hoc

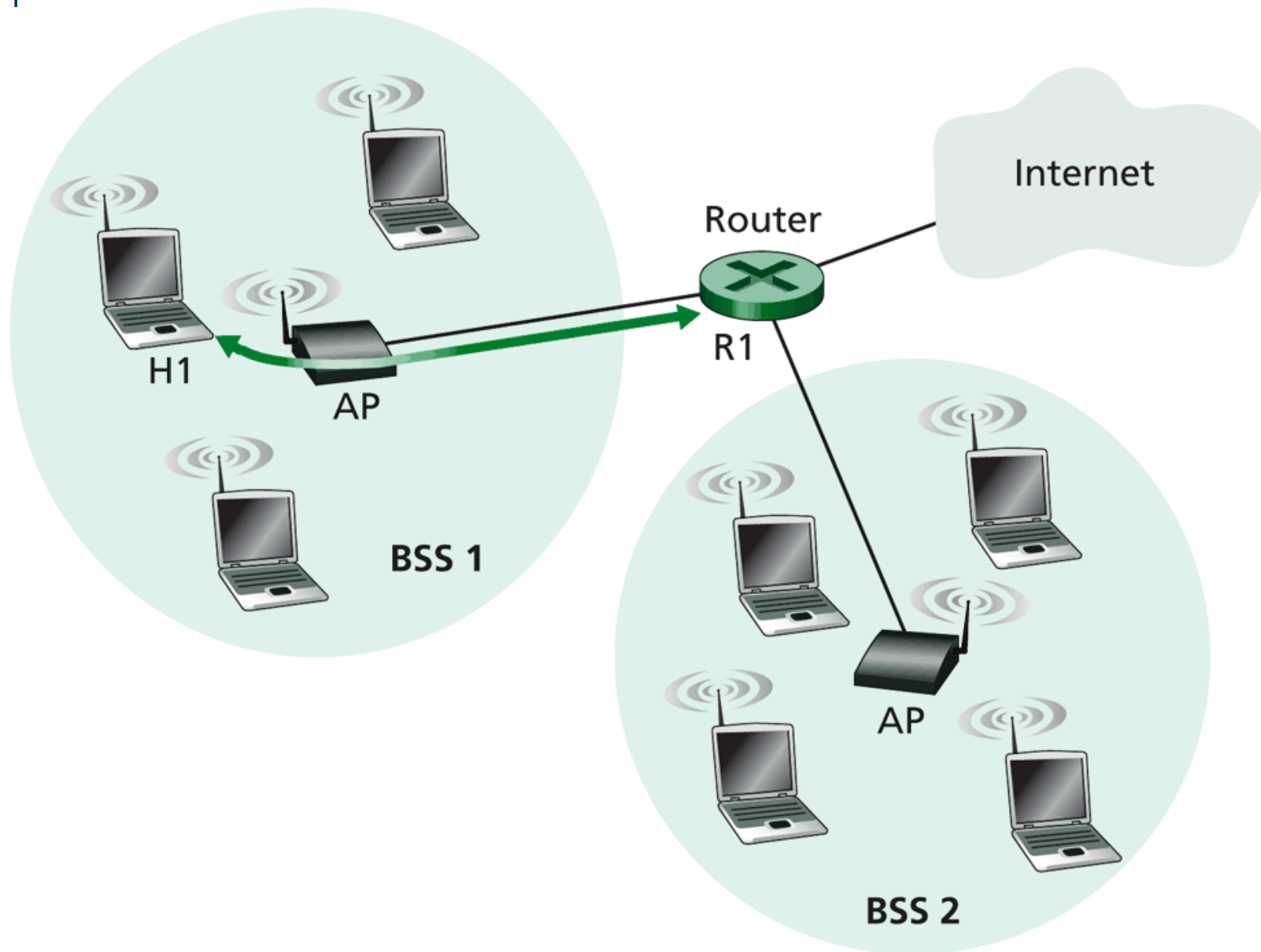
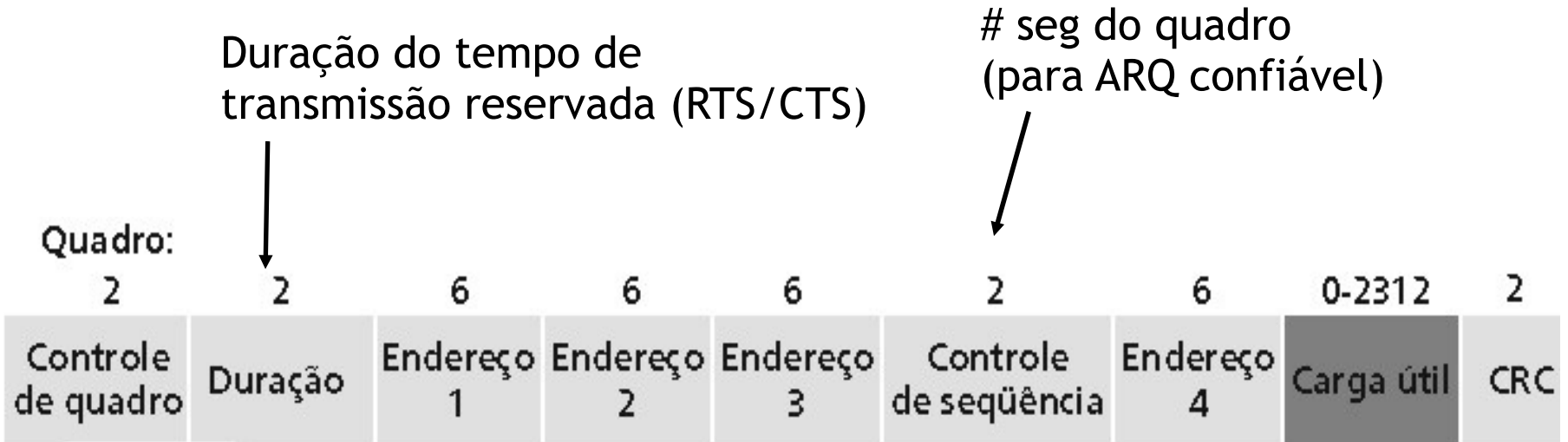


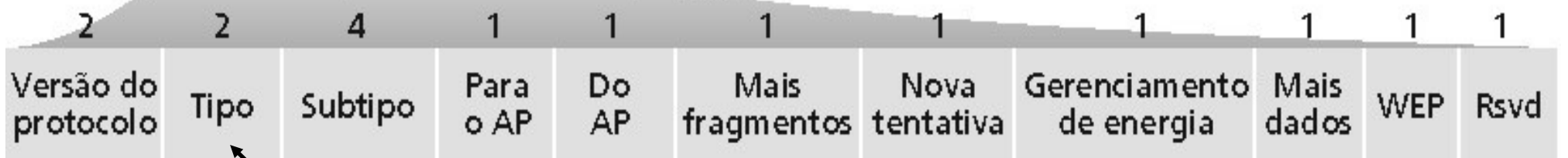
Figure 6.12 ♦ The use of address fields in 802.11 frames: Moving a frame between H1 and R1



Quadro 802.11



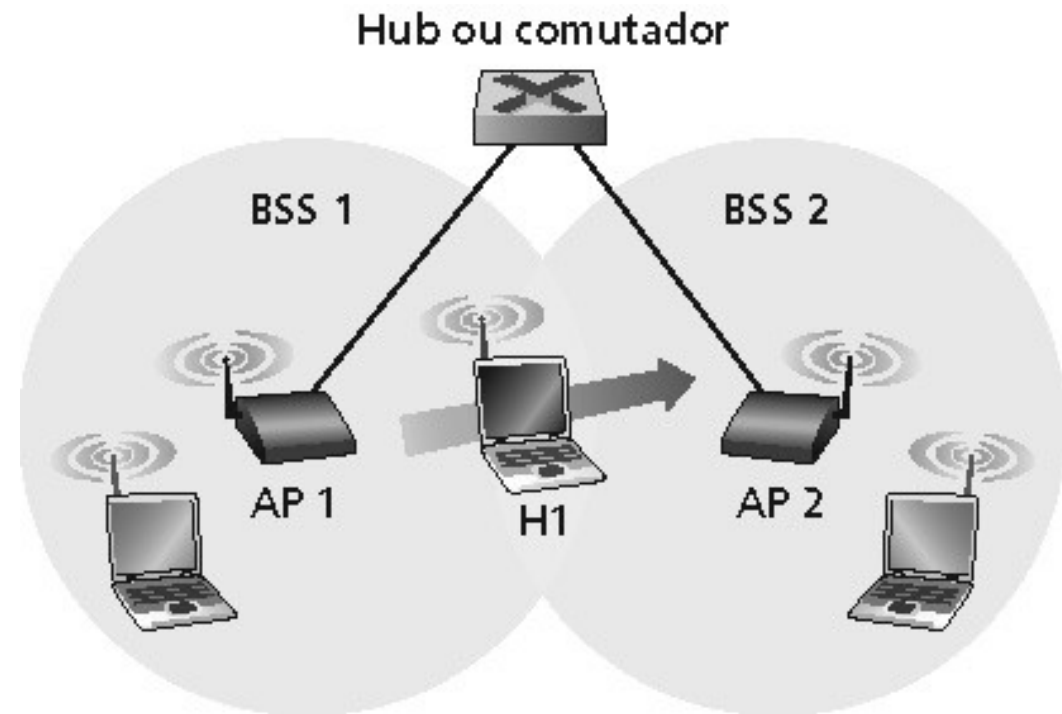
Detalhamento do campo de controle do quadro:



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

802.11: Mobilidade na mesma sub-rede

- ▽ H1 permanece na mesma sub-rede IP; endereço pode ficar o mesmo.
- ▽ Switch: qual AP está associado com H1?
Aprendizado: switch vê quadro de H1 e “lembra” qual porta do switch deve ser usada para chegar a H1.





IEEE 802.15 e Bluetooth

- ∇ WPAN: Wireless Personal Area Network
- ∇ Diâmetro inferior a 10m.
- ∇ Substituição de cabos (mouse, teclado, fones).
- ∇ Ad hoc: sem infra-estrutura.
- ∇ Mestre/escravo:
 - Escravo solicita permissão para enviar (ao mestre).
 - Mestre atende a pedidos.
- ∇ 802.15: evolução da especificação do Bluetooth
 - Faixa de 2,4-2,5 GHz.
 - Até 721 kbps.

Piconet 802.15

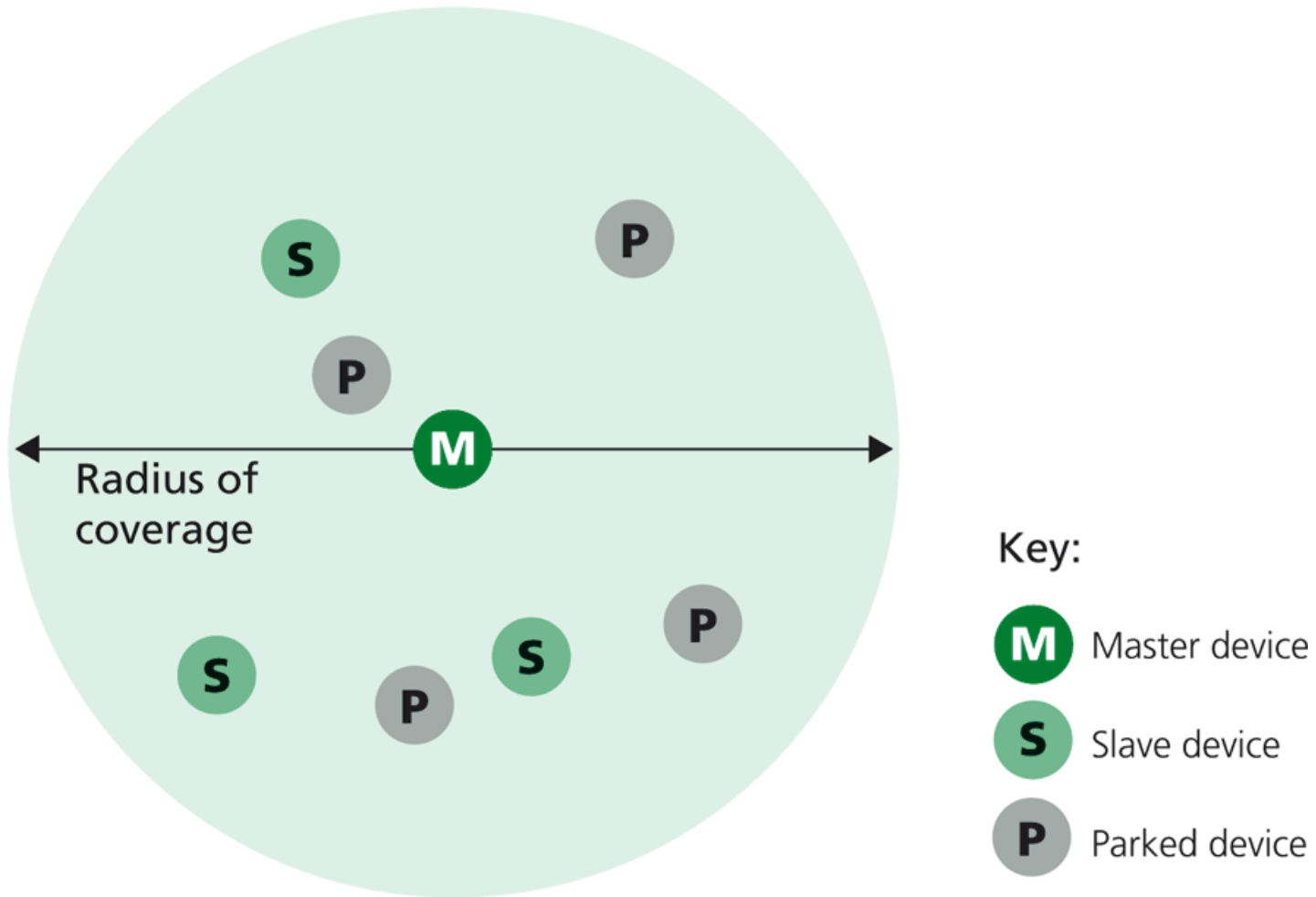


Figure 6.14 ♦ An 802.15 piconet



Acesso Celular a Internet

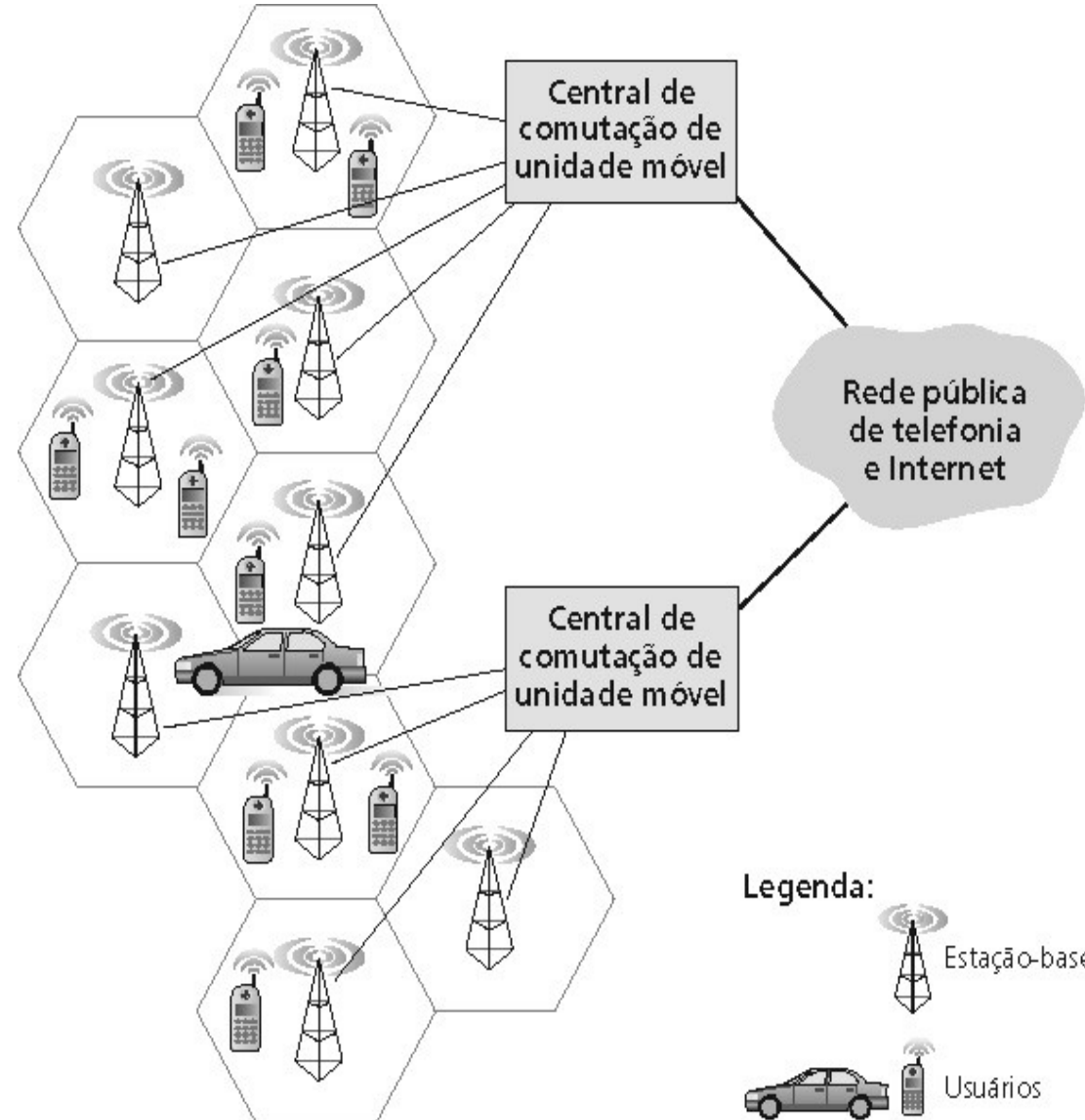
Arquitetura básica da rede

MSC (Mobile Switching Center):

- ❑ conecta a célula na rede WAN;
- ❑ gerencia call setup;
- ❑ trata mobilidade.

Célula:

- ❑ cobre uma região geográfica;
- ❑ estação-base (BS) análoga ao 802.11 AP;
- ❑ usuários móveis ligam-se à rede através do BS;
- ❑ interface aérea: protocolo de camada física e de enlace entre o usuário móvel e o BS.

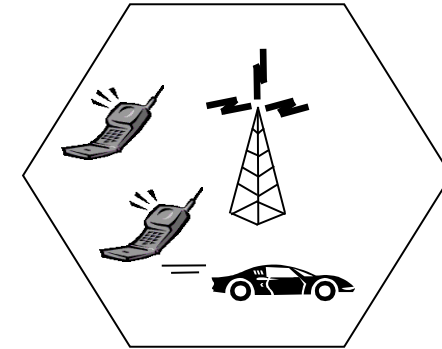


Redes celulares: acesso

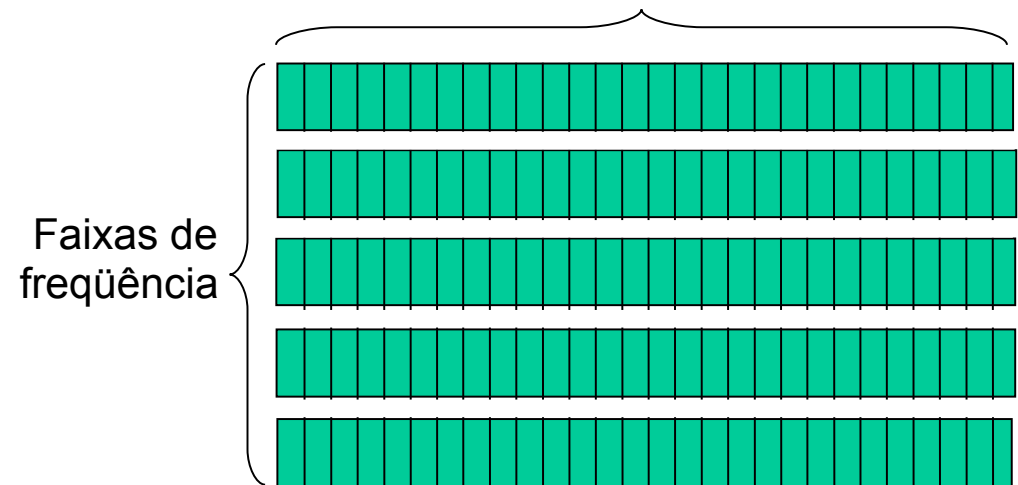
Duas técnicas para compartilhamento do espectro na interface aérea:

∇ **FDMA/TDMA**
 combinado: divide o espectro em canais de frequência, divide cada canal em compartimentos temporais.

∇ **CDMA**: acesso múltiplo com divisão por códigos.



Compartimentos (time slots)





Padrões celulares: resumo

Sistemas 2G: canais de voz

- ▽ IS-136 TDMA: FDMA/TDMA combinado (América do Norte).
- ▽ GSM (global system for mobile communications): FDMA/TDMA combinado
Empregado de forma mais ampla.
- ▽ IS-95 CDMA: acesso múltiplo por divisão de códigos.



Padrões celulares: resumo

Sistemas 2,5 G: canais de dados e de voz

∇ Para aqueles que não podem esperar por serviços 3G: 2G extensões.

- General packet radio service (GPRS):
Evolução do GSM;

Dados enviados em múltiplos canais (se disponíveis).

Taxa na faixa de 40 kbps a 60 kbps



Padrões celulares: resumo

Sistemas 2,5 G:

∇ Enhanced data rates for global evolution (EDGE):

Também evolução do GSM, usa modulação aperfeiçoada;

Taxa de dados até 384 K.

∇ CDMA-2000:

Taxa de dados até 144 K;

Evolução do IS-95.



Padrões celulares: resumo

Sistemas 3G: voz e dados

- ∇ Universal Mobile Telecommunications Service (UMTS).
 - Evolução do GSM, mas usando CDMA.
- ∇ CDMA-2000.



Então...

- Vimos hj até a Seção 6.4